

**BIODIVERSIDADE,
MEIO AMBIENTE E
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL**

VOLUME VIII

Adilson Tadeu Basquerote

Biodiversidade, meio ambiente e desenvolvimento sustentável

8ª ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO

8ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Basquerote, Adilson Tadeu
B142B Biodiversidade, meio ambiente e desenvolvimento sustentável
/ Adilson Tadeu Basquerote. – Piracanjuba-GO

Editora Conhecimento Livre, 2023

203 f.: il

DOI: 10.37423/2023.edcl847

ISBN: 978-65-5367-428-8

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. agricultura 2. pecuária 3. sustentabilidade I. Basquerote, Adilson Tadeu II. Título

CDU: 577

<https://doi.org/10.37423/2023.edcl847>

O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

EDITORIA CONHECIMENTO LIVRE

Corpo Editorial

MSc Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

MSc Humberto Costa

MSc Thays Merçon

MSc Adalberto Zorzo

MSc Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno

PHD Willian Douglas Guilherme

MSc Andrea Carla Agnes e Silva Pinto

MSc Walmir Fernandes Pereira

MSc Edisio Alves de Aguiar Junior

MSc Rodrigo Sanchotene Silva

MSc Wesley Pacheco Calixto

MSc Adriano Pereira da Silva

MSc Frederico Celestino Barbosa

MSc Guilherme Fernando Ribeiro

MSc. Plínio Ferreira Pires

MSc Fabricio Vieira Cavalcante

PHD Marcus Fernando da Silva Praxedes

MSc Simone Buchignani Maigret

Dr. Adilson Tadeu Basquerote

Dra. Thays Zigante Furlan

MSc Camila Concato

PHD Miguel Adriano Inácio

MSc Anelisa Mota Gregoleti

PHD Jesus Rodrigues Lemos

MSc Gabriela Cristina Borborema Bozzo

MSc Karine Moreira Gomes Sales

Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

MSc Pedro Panhoca da Silva

MSc Helton Rangel Coutinho Junior

MSc Carlos Augusto Zilli

MSc Euvaldo de Sousa Costa Junior

Dra. Suely Lopes de Azevedo

MSc Francisco Odecio Sales

MSc Ezequiel Martins Ferreira

MSc Eliane Avelina de Azevedo Sampaio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	6
A INSTITUCIONALIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL: CONCEITOS, FUNDAMENTOS E EVOLUÇÕES	
Luanna da Silva Almeida Costa Fonseca	
DOI 10.37423/231108409	
CAPÍTULO 2	13
ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE FOSSA BANANEIRA EM FIRMINÓPOLIS- GO	
Matheus Augusto Almeida Rodrigues	
Kátia Maria de Souza	
DOI 10.37423/231108422	
CAPÍTULO 3	47
UTILIZAÇÃO DA FIBRA DE COCO SECO PARA FABRICAÇÃO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS ALTERNATIVA PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL	
Lennon Gabriel de Sales	
Kátia Maria de Souza	
DOI 10.37423/231108439	
CAPÍTULO 4	58
FLORÍSTICA E VALOR POTENCIAL DE EXPLORAÇÃO SUSTENTÁVEL DE ÁREA DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL	
Simone Maria de Almeida Oliveira	
Ocimar José Baptista Bim	
Francisca Alcivania de Melo Silva	
Antonio Carlos de Almeida Martinheira Braga	
DOI 10.37423/231108452	
CAPÍTULO 5	75
PTERIDIUM ARACHNOIDEUM UTILIZADA PARA FITORREMEDIAÇÃO DE PB EM ÁREAS DE MINERAÇÃO DE CARVÃO	
Manoel Fábio da Rocha	
DOI 10.37423/231108466	

CAPÍTULO 6	86
AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DA DUPLICAÇÃO DA BR 101 RJ-NORTE, TRECHO COMPREENDIDO ENTRE O KM 144,2 E 190,3	
Raphael do Couto Pereira	
Carolina Dias Lelacher	
Josimar Ribeiro de Almeida	
Patrícia dos Santos Matta	
Tatiana Santos da Cunha	
Tetyana Gurova	
DOI 10.37423/231108469	
 CAPÍTULO 7	 100
PROPOSTA DE UMA NOVA METODOLOGIA PARA ANÁLISE DO IMPACTO AMBIENTAL DO ATROPELAMENTO DE FAUNA	
Patrícia dos Santos Matta	
Carolina Dias Lelacher	
Josimar Ribeiro de Almeida	
Oscar Rocha Barbosa	
Raphael do Couto Pereira	
Tetyana Gurova	
DOI 10.37423/231208505	
 CAPÍTULO 8	 114
OS CONDICIONANTES SOCIOAMBIENTAIS DAS INUNDAÇÕES NA UNIDADE HIDROGRÁFICA DO CANAL DO CORREIO VELHO – PARANAGUÁ - BRASIL	
Francisco Xavier da Silva de Souza	
Luiz Everson da Silva	
Geovana Rodrigues de Souza	
Hélio Edison da Cruz Junior	
Evany Evelyn Lenz Lopes	
Marcio do Rosário do Carmo	
DOI 10.37423/231208515	
 CAPÍTULO 9	 134
EMPLEO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES Y ECOMIC® EN EL CULTIVO DE LA HABICHUELA (VIGNA UNGUICULATA L) VAR. CANTON-1	
José Lescaille Acosta	
Suset Hechavarria Riviaux	
May Amelia Tames Goire	
Norca Favier Chibas	
Adillson Tadeu Basquerote	
DOI 10.37423/231208516	

CAPÍTULO 10	146
ANALISE COGNITIVA E SUA INTER-RELAÇÃO COM PSICOLOGIA SOCIAL PICHONIANA E A EPISTEMOLOGIA DO EDUCAR TRANSDISCIPLINAR POLILÓGICA.	
ADILTON DIAS DE SANTANA	
DANTE AUGUSTO GALEFFI	
DOI 10.37423/231208517	
CAPÍTULO 11	161
LA ABEJA Y LA INFLUENCIA DE LOS COMPONENTES DEL ECOSISTEMA: UN ESTUDIO EN GUANTÁNAMO, CUBA	
Jasiel Pavón Leyva	
Mayda Leyva Favier	
Adilson Tadeu Basquerote	
Eduardo Pimentel Menezes	
DOI 10.37423/231208518	
CAPÍTULO 12	173
O PAPEL DA COMPLEXIDADE AMBIENTAL NA ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE FORMIGAS EPIGÉICAS	
Kivia Leticia dos Santos Reis	
Elke Hellen Fernandes Matias	
Clarissa Mendes Knoechelmann	
Felipe Fernando da Silva Siqueira	
DOI 10.37423/231208533	

Capítulo 1

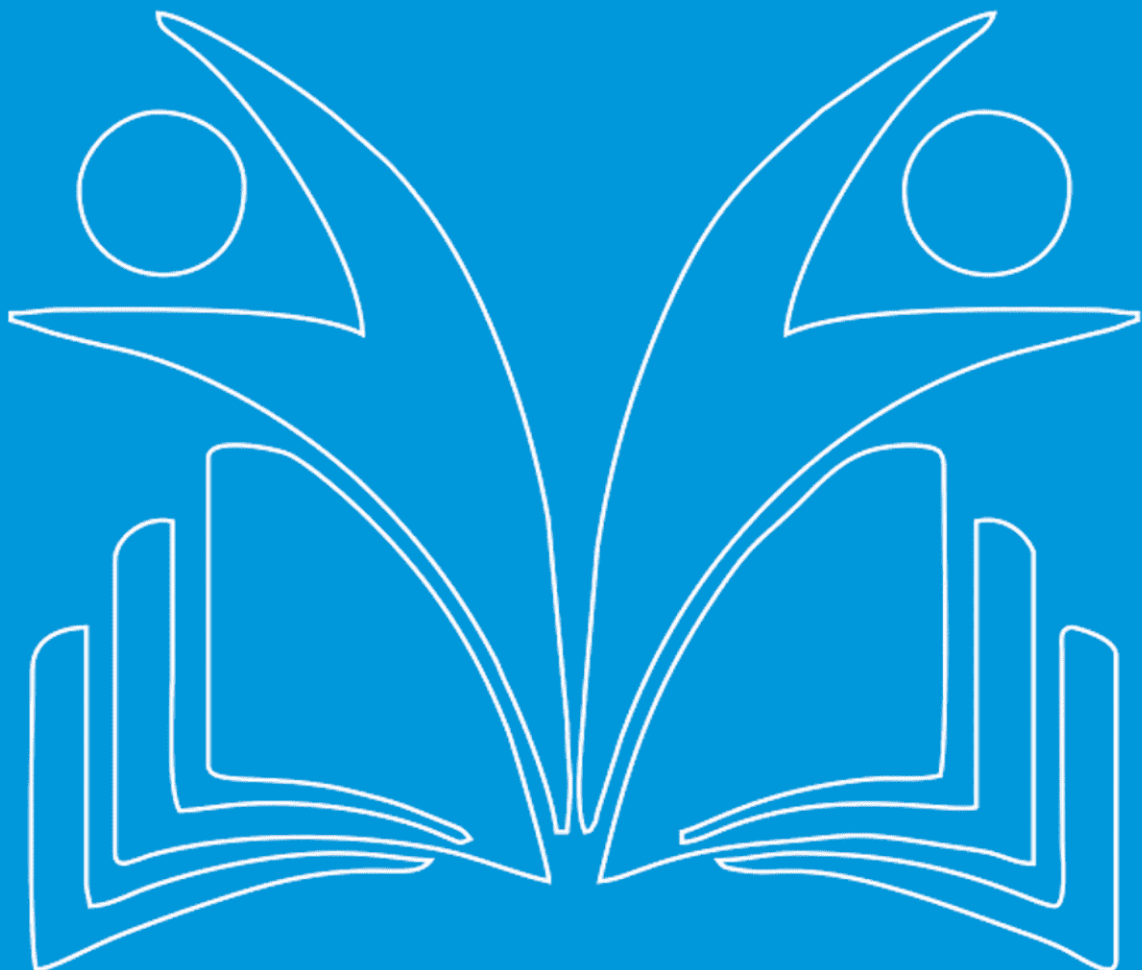


10.37423/231108409

A INSTITUCIONALIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL: CONCEITOS, FUNDAMENTOS E EVOLUÇÕES

Luanna da Silva Almeida Costa Fonseca

Centro Universitário Maria Milza



Resumo: O tema sustentabilidade vem adquirindo grande destaque no campo educacional através de debates sobre o consumo em relação aos recursos naturais, com elaboração de bienais, semana de conscientização do reuso da água e contabilização da pegada ecológica, bem como, a construção de espaços em associações de bairros, setores de empresas, departamentos educacionais de coleta seletiva e encaminhamento de resíduos para cooperativas de catadores. Neste sentido, a Política Nacional de Educação Ambiental surge como perspectiva civilizatória e emancipatória no processo de conscientização e mudanças de hábitos. Como objetivo geral, este presente trabalho busca evidenciar as evoluções ocorridas desta temática e sua inclusão como componente curricular nas escolas. E no meio empresarial como prática de geração de valor, diagnóstico e elaboração de planos ambientais. Metodologicamente esta pesquisa, realizou um levantamento bibliográfico. Nos períodos de 2020 a 2022. Neste sentido, a Política Ambiental surge como alternativa de substituição do modelo de economia linear ao modelo de economia circular com o reaproveitamento e extensão da durabilidade de produtos consumidos pela sociedade civil. No ensino superior a curricularização desta disciplina é uma realidade que visa preparar gestores ambientais em diversas áreas. No que se refere ao campo social, em 2010 surgiu a fundação Ellen Macarther, presentes em 25 países vinculados a empresa, governos e academia. Apresentando estudos ambientais e transacionando as relações de consumo predominante para um modelo sustentável.

Palavras-chave: Educação ambiental; Política públicas; Sustentabilidade; Economia circular; Curricularização.

INTRODUÇÃO

No Brasil as conjunturas de planejamento, elaboração e institucionalização da Política Nacional de Educação Ambiental-PNEA, ocorreu com a inclusão das dimensões da sustentabilidade com vistas à instauração de uma nova ética pautada na relação homem e recursos naturais.

No que se refere, a PNEA a lei traz atribuições e responsabilidades. Porém, não preconiza as obrigações, regras ou sanções punitivas a quem desrespeitá-las. De modo que, as políticas públicas, institui regras de convívio social para questões emergentes, estabelecendo direitos, e deveres no âmbito público e privado.

De acordo com Sorrentino (2005), a transformação social de que trata a educação ambiental objetiva à superação das injustiças ambientais ocasionadas pelo modelo linear adotado ao longo dos anos, bem como, da desigualdade social promovida pela lógica capitalista e funcionalista da natureza e da própria humanidade. Discutir sustentabilidade no âmbito da educação ambiental é considerar como ocorre esses desdobramentos de conscientização social, elaboração de políticas públicas e ética empresarial frente aos insumos e materiais produzidos. Conforme aponta Layrargues (2014), as políticas públicas podem ser consolidadas por vias autoritárias ou democráticas determinadas pelo Estado, ou acordadas pela coletividade por intermédio de processos de negociação política, de modo transparente e representativo.

Neste parâmetro, emerge a corrente da governança *societal* com a coparticipação de agentes políticos, fundações e sociedade. Ainda conforme o mesmo autor, as políticas públicas democráticas apontam para o desenvolvimento harmonioso, já as políticas públicas autoritárias têm suas metas traçadas exclusiva e unilateralmente pela tecno-burocracia com regras de convívio social e a manutenção velada dos grupos políticos dominantes no poder.

Haja vista, que a educação ambiental engloba a esfera política, estes debates são necessários para a construção do modelo educacional vigente. O homem, desde dos primórdios, mantém uma relação de dependência com o meio ambiente no período paleolítico o consumo era efetivado de modo ordenado, cooperativo e distributivo entre os integrantes dos grupos.

Entretanto, com o avanço intelectual e a descoberta do fogo, da manipulação das pedras para confecção de armas, o processo civilizatório trouxe o uso com maior intensidade destes recursos e a exaustão do ambiente explorado. O que, pela lógica, deveria trazer a modernização, gerou o desequilíbrio, pois, neste processo de evolução, aconteceu o inverso do almejado, “o ser humano,

totalmente desintegrado do todo, não percebe, mais, as relações de equilíbrio da natureza (GUIMARÃES, 2005, p. 14).

O antropocentrismo humano, culminou em um modelo de economia linear. Que conforme aponta Leitão (2015), considera os recursos naturais como abundantes, disponíveis e infinitos, não sendo necessário a redução dos desperdícios gerados ou componentes de produtos em fim de vida, conduzindo a delapidação dos recursos e ao crescente aumento de resíduos.

Indubitavelmente, o conceito supracitado não considerava a ética e a cidadania como promotora de equidade ambiental, conceber a sociedade futura, amparados nesta filosofia e estilo de vida, é anteceder os diversos problemas que nossa sociedade irá enfrentar. Não devemos pensar em soluções apenas quando os problemas se apresentam, mas, sobretudo devemos aderir a estilos preventivos que anulem estes problemas.

No ordenamento jurídico a Constituição Federal de 1988, preconiza a Educação Ambiental em todos os níveis escolares. Conforme o Art. 2º da Lei 9.795/1999 (BRASIL, 1999), “A Educação Ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente de forma articulada em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal.” Que consoante com a legislação deve ser inclusa no componente curricular no ensino superior e na educação de jovens e adultos. “Com essa diretriz, os sistemas de ensino têm obrigação legal de promover, oficialmente, a prática de Educação Ambiental” (MEC, 2001, p. 15).

Os desafios da educação ambiental não estão presentes apenas na esfera moral e comportamental. Não se trata de discutir tão somente as alterações no modo de relacionamento humano com a natureza, mas as mudanças nas relações sociais e econômicas institucionalizadas desde o surgimento da sociedade industrial (LAYRARGUES, 2014).

A destarte, somente a partir de 2000 é que surgem na literatura brasileira o conceito de educação ambiental e da transdisciplinaridade nas diversas áreas do conhecimento assumindo características holísticas, sistêmicas e com temas transversais.

No campo empresarial o empreendedorismo sustentável surgiu como compromisso para adoção e a difusão de valores, condutas e procedimentos que direcionem organizações e empresários ao desenvolvimento sustentável, ou seja, resultem na melhoria da qualidade de vida na sociedade e preservação do meio ambiente, convergente com a perenidade do negócio, por estratégias a longo prazo (FONSECA et al., 2015).

Nesta perspectiva, surge a Fundação Ellen Macarther (2017), que defende a regeneração dos recursos por dois ciclos diferentes: ciclo biológico, em que o processo é natural e ocorre com a intervenção do homem ou não; e no ciclo técnico, com energia suficiente, para regeneração, através da intervenção humana.

Essas práticas fundamentadas na economia circular considera novas formas de relações empresariais, influenciando mudanças não somente nas responsabilidades dos empresários, mas também, nos seus lucros. Isso ocorre porque o foco muda, há uma maior preocupação com o desempenho dos serviços e produtos oferecidos ao consumidor, renovam-se os processos de reparação, manutenção, reutilização nas linhas produtivas (LUZ, 2017).

Economia circular, introduz preceitos para a educação ambiental, destinação correta de resíduos, reuso de efluentes nas estações de tratamento, disciplina pequenos agricultores, fomenta a economia solidária, e promove a segurança alimentar.

Como objetivo específico, está pesquisa pretende evidenciar os benefícios dos selos verdes como geração de valor agregado nas empresas; Elucidar a importância da conscientização no campo educacional e os reflexos na sociedade e organizações; Apontar a diferença da economia linear e da circular e as influências da elaboração de políticas públicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Metodologicamente, esta pesquisa utilizou-se o método sistêmico construtivista com o levantamento bibliográfico no período de 2020 a 2022 nos periódicos como: Scielo, AOS-Amazônia, organização e sustentabilidade, Anais do XI Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe. Instituto Paulo Freire, Revista Extensão e Sociedade, Revista Cronos e Revista Educação. Foram selecionados, 10 artigos e utilizados 12 para a construção do referencial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Lei n.º 9.795/99, dispõe especificamente sobre a Política Nacional de Educação Ambiental-PNEA. Estabelecendo objetivos e princípios para o alcance de uma consciência ecológica pela sociedade civil, empresários e governos na elaboração de Políticas Públicas. Na Lei verifica-se no artigo 10 que a educação ambiental será desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente, não devendo se constituir disciplina específica no currículo de ensino, exceto nos cursos de pós-graduação e extensão.

Assim sendo, o levantamento realizado deste tema, aponta para uma transformação na curricularização escolar no que se refere a educação ambiental. Com ações e desenvolvimento de cartilhas que orientam a coleta seletiva, reuso de água, impactos negativos do consumo de produtos que não possuem o selo verde e a necessidade do plantio e manutenção de áreas protegidas.

Cabe destacar, que na sociedade atual estes debates não se encontram isolados apenas nas escolas e universidades, mas, no âmbito empresarial com o gerenciamento, certificação e planos instrucionais para o desenvolvimento de práticas sustentáveis no setor produtivo.

No campo dos estudos de impacto ambiental a legislação necessita de reformulações, considerem os desastres ambientais ocorridos nos últimos anos com aplicações de penalidades aos agentes envolvidos.

Sendo assim, não se pode abordar a sustentabilidade sem considerar a educação como força motriz de transformação social e político. Todo processo de transformação começa nas escolas e termina na socialização deste conhecimento a sociedade.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o reconhecimento deste tema como componente curricular, foi de suma importância para o processo eco ambiental que estamos vivenciando. Segundo Fiorillo (2008, p.53), “a Educação Ambiental é decorrente do princípio e da participação da sociedade, onde se busca trazer uma consciência ecológica à população, titular do direito ao meio ambiente”.

Deste modo, as escolas devem propiciar a transdisciplinaridade e o seu inquestionável caráter participativo. Com a conservação das culturas de manejo sustentável aplicadas pelos agricultores, ao conhecimento acadêmico de gestores ambientais e supervisores que elaboram planos e diagnósticos ambientais.

No que tange, a formação de professores e profissionais, a dimensão ambiental deve constar nos currículos de formação e educação continuada.

Ressalta-se o ensino, pesquisa e extensão como caráter dialógico de transformação de espaços sociais. De modo, que há muito o que se pensar sobre os desdobramentos que a educação ambiental proporciona e os reflexos destes debates políticos nos segmentos que compõem a sociedade de atual.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil, de 07 de Outubro de 1988. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 07/07/2022.

BRASIL. Lei nº. 9.795 de 27 de abril de 1999. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm>. Acesso em: 07/07/2022.

CASTRO, D. D. S., FERREIRA, R. S. A., & DE SOUZA, D. N. F. Logística reversa na Amazônia: análise da produção artesanal de vassouras de garrafas pets em uma cooperativa na cidade de

Manaus. In: SIMPOI, 12, São Paulo. Anais... São Paulo: ANPAD, 2012.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. UMA ECONOMIA CIRCULAR NO BRASIL: Uma abordagem exploratória inicial. 2017. Disponível em:

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/Uma-Economia-Circular-no-Brasil_Uma-Exploracao-Inicial.pdf>. Acesso em: 07/07/2022.

FIORILLO, C.A.P. Curso de Direito Ambiental Brasileiro. 9ª ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

FONSECA, S. M. M. et al. Ecoempreendedorismo e competências empreendedoras: o caso ecoempreendedor transformador de resíduo em riqueza. Revista HOLOS, Recife, PE, ano 31, v. 2, p. 1-12, set/abril, 2015.

GUIMARÃES, Mauro. A dimensão ambiental da educação. 7.ed. Campinas, SP: Papirus, 2005. (Coleção Magistério: Formação e Trabalho Pedagógico).

LAYRARGUES, Philippe Pomier. A conjuntura da institucionalização da política nacional de educação ambiental. Disponível:<<http://www.educacaoambiental.pro.br/victor/biblioteca/layrarguespnea.pdf>> Acesso em: 07/07/2022.

LEITÃO, Alexandra. Economia Circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting, Vol. 1, N. 2, set 2015.

LUZ, Beatriz. (Org.). Economia circular Holanda: Brasil: da teoria à prática. 1. ed. - Rio de Janeiro: Exchange 4 Change Brasil, 2017.

MEC; SEF; DPE; COEA. Meio Ambiente na Escola- Parâmetros em Ação, 2001.

SORRENTINO, Marcos; TRAJBER, Rachel; MENDONÇA, Patrícia; JUNIOR, Luiz Antonio Ferraro. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 285-299, maio/ago. 2005. Acesso em: 07/07/2022.

Capítulo 2



10.37423/231108422

ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE FOSSA BANANEIRA EM FIRMINÓPOLIS- GO

Matheus Augusto Almeida Rodrigues

Centro Educacional Brasília de Goiás

Kátia Maria de Souza

Centro Educacional Brasília de Goiás



Resumo: Este artigo aborda a lacuna existente no saneamento básico da cidade de Firminópolis-GO, propondo uma solução técnica e ambientalmente sustentável para as novas moradias na região. Diante da ausência de infraestrutura de esgoto convencional no município, a implantação combinada de fossas bananeiras e fossas sépticas surge como uma alternativa inovadora e eficaz. A técnica de fossa bananeira, conhecida por sua eficiência na remoção de nutrientes e na prevenção da contaminação do solo, apresenta-se como uma solução biotecnológica aplicável às áreas rurais carentes de sistemas públicos de esgoto. A complementaridade dessa abordagem com as fossas sépticas, tradicionalmente empregadas na decomposição anaeróbica de resíduos sólidos, promove um sistema integrado de tratamento, otimizando a eficiência global. O custo médio para a implantação de uma fossa séptica na região de Firminópolis - GO oscila entre 250,00 e 340,00 R\$/ m³). A implementação desses sistemas não apenas reduz os riscos de doenças associadas à contaminação hídrica e do solo, mas também contribui para a sustentabilidade ambiental.

Palavras-chave: Fossa de bananeira, Saneamento Básico, Firminópolis-GO, Viabilidade Técnica, Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

A problemática latente associada à inexistência de um sistema público de esgotamento sanitário é uma realidade preocupante que permeia diversas comunidades, Firminópolis-GO incluída. Este estudo visa não apenas elucidar os desafios intrínsecos enfrentados por essa localidade, mas também propor uma solução técnica e ambientalmente sustentável para abordar de maneira eficaz essa questão premente, concentrando-se, especificamente, na implementação em novas moradias no município.

Em uma cidade de caráter predominantemente rural, como Firminópolis, a ausência de um sistema de esgoto adequado manifesta-se como um desafio multifacetado, afetando não apenas a qualidade de vida da população, mas também implica em consequências ambientais diretas. A lacuna em um sistema público de esgotamento sanitário suscita desafios consideráveis para a saúde pública e para o ambiente local, uma vez que práticas inadequadas de descarte de resíduos podem resultar na contaminação do solo e da água, aumentando a disseminação de patógenos.

Nesse panorama complexo, a presente pesquisa propõe a adoção de uma técnica inovadora: a integração da fossa bananeira com a fossa séptica, constituindo uma abordagem técnica e ambientalmente robusta para enfrentar as múltiplas facetas dessa problemática. A técnica da fossa bananeira, fundamentada nos princípios de fitoeficiência e fitodegradação, destaca-se por sua capacidade de otimizar a remoção de nutrientes, enquanto a fossa séptica, por meio do processo anaeróbico de decomposição de resíduos, contribui para a eficácia global do sistema, atenuando impactos ambientais e melhorando as condições sanitárias.

A pesquisa busca não apenas abordar as deficiências atuais no panorama de esgotamento sanitário em Firminópolis-GO, mas também enfatizar a relevância crítica da implementação de um sistema eficiente, como a fossa bananeira, para mitigar os riscos ambientais e de saúde associados. Este artigo, além de detalhar a urgência da implantação dessa inovação técnica, proporcionará uma análise aprofundada dos benefícios técnicos e ambientais inerentes a essa solução, visando subsidiar a tomada de decisões embasadas e promover melhorias sustentáveis no saneamento básico da comunidade local.

1.1 METODOLOGIA

Para abordar a problemática da falta de sistema público de esgotamento sanitário em Firminópolis-GO e a solução técnica e ambiental para novas moradias para o município, foi adotada uma abordagem metodológica que envolveu as seguintes etapas:

- **Levantamento de Dados:** Inicialmente, conduziu-se um levantamento de dados secundários, que incluiu pesquisa bibliográfica e consulta a documentos técnicos pertinentes, visando a obter um entendimento abrangente sobre a situação atual do saneamento em Firminópolis, bem como as práticas já em vigor, incluindo informações específicas sobre a fossa de bananeira.
- **Visitas Técnicas:** Foram realizadas visitas técnicas ao município de Firminópolis, com o intuito de obter informações sobre as necessidades e desafios relacionados ao esgotamento sanitário.
- **Análise Ambiental:** Uma análise ambiental foi conduzida para avaliar os impactos da ausência de um sistema de esgoto e a viabilidade da adoção da técnica da fossa de bananeira, juntamente com a fossa séptica. Essa análise levou em consideração as características geográficas e ambientais da região.
- **Proposta de Solução Técnica:** Com base nas informações reunidas e nas avaliações realizadas, foi elaborada uma proposta técnica para a implementação das fossas como sistema de saneamento em novas moradias de Firminópolis, levando em consideração os princípios de eficácia e sustentabilidade.
- **Análise de Benefícios e Desvantagens:** Avaliou-se os benefícios técnicos, ambientais e de saúde pública associados à implementação das fossas bananeiras e sépticas, destacando como essa solução contribuirá para a redução da contaminação do solo e da água, bem como para a melhoria da qualidade de vida da população local. Além disso, foram minuciosamente analisadas as eventuais desvantagens para garantir uma avaliação completa da proposta.
- **Discussão e Conclusão:** Os resultados foram discutidos à luz da literatura relevante e das práticas recomendadas, culminando em uma conclusão que resume os principais achados e destaca a importância da implementação dessa solução em Firminópolis-GO.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SANEAMENTO BÁSICO EM ÁREAS RURAIS E URBANAS

Nas áreas rurais, o acesso limitado a serviços essenciais de saneamento apresenta desafios significativos. A dependência de poços artesianos muitas vezes resulta em fornecimento inconsistente de água potável (Oliveira, 2019). A falta de sistemas eficientes de coleta e tratamento de esgoto contribui para a contaminação ambiental e para a disseminação de doenças transmitidas pela água

(Silva et al., 2018). Esses desafios são agravados pela infraestrutura precária, exigindo intervenções específicas para garantir condições de vida adequadas nas áreas rurais (Mendes, 2020).

O saneamento básico nas áreas rurais do Brasil enfrenta desafios substanciais, notadamente relacionados à infraestrutura e aos aspectos econômicos. As comunidades rurais, especialmente as mais carentes, estão expostas a riscos frequentes e a uma notável vulnerabilidade social (Rezende, 2011). A complexidade da infraestrutura de esgotamento sanitário, caracterizada por extensas sub-bacias, demanda a construção de extensas redes coletoras e grandes estações de tratamento (Funasa, 2015).

Já nas áreas urbanas, o rápido crescimento populacional muitas vezes resulta em sistemas de saneamento sobrecarregados e inadequados para atender à demanda crescente (Santos, 2018). Além disso, desigualdades socioeconômicas no acesso aos serviços de saneamento básico perpetuam disparidades entre diferentes estratos da sociedade (Pereira, 2019). A gestão inadequada de resíduos sólidos urbanos também representa um desafio ambiental, com impactos na qualidade da água e do solo (Martins, 2021).

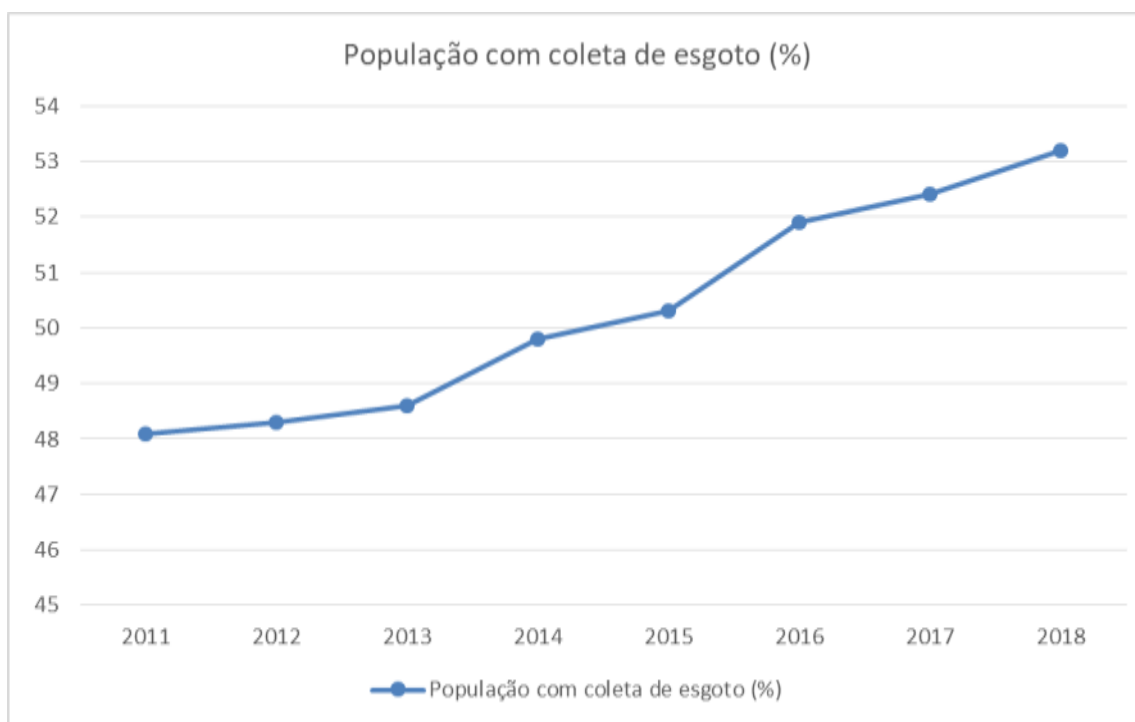
O atendimento ao esgotamento sanitário nas áreas urbanas, embora mais viável, não abrange completamente a totalidade, conforme indicado por dados do IBGE (2010). Segundo essas estatísticas, 64% dos domicílios urbanos no Brasil adotam predominantemente a rede geral de esgoto ou pluvial. Por outro lado, outras residências utilizam tecnologias como fossas rudimentares (20%) e fossas sépticas (11%) (LANDU; MOURA, 2016). É notável, no entanto, que ainda persiste a disposição direta de resíduos nas vias públicas ou corpos d'água, afetando 5% dos domicílios urbanos (LANDU; MOURA, 2016). Esta realidade destaca a necessidade contínua de abordagens abrangentes e melhorias na gestão do saneamento em áreas urbanas no país.

A abordagem do saneamento ecológico surge como uma ferramenta inovadora e subutilizada, apresentando potencial eficácia na resolução dos desafios enfrentados pelo saneamento rural. Iniciativas como a implementação de fossas verdes, a adoção de banheiros secos e a criação de círculos de bananeiras, conduzidas pelo grupo de pesquisa em saneamento da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), não apenas evidenciam a relevância dessas práticas, mas também reforçam a importância crítica da instauração de sistemas alternativos e descentralizados de esgotamento sanitário (Tonetti et al., 2018).

Segundo dados divulgados pelo Instituto Trata Brasil em 2020, observou-se um progresso substancial nos indicadores referentes à porcentagem da população brasileira com acesso à rede de coleta de

esgoto. Conforme o Gráfico 1, a taxa evoluiu de 48,1% em 2011 para 53,2% em 2018, denotando uma melhoria significativa no alcance das infraestruturas de saneamento. Esta evolução indica uma resposta positiva a iniciativas e investimentos implementados no setor ao longo desse período (Instituto Trata Brasil, 2020).

Gráfico 1 - População com coleta de esgoto 2011-2018



Fonte: Instituto Trata Brasil, 2020.

2.2. ÁGUAS NEGRAS E CINZAS

As águas cinzas, um componente vital na gestão de recursos hídricos, derivam de fontes domésticas, como banhos, lavagens de roupas e utensílios de cozinha. Distintas das águas negras, provenientes de sistemas sanitários, as águas cinzas caracterizam-se por uma carga orgânica relativamente inferior e uma concentração reduzida de microrganismos patogênicos (Gómez et al., 2017). No cenário de tratamento de águas cinzas, destacam-se tecnologias avançadas, tais como sistemas de filtração biológica e métodos de desinfecção, visando à remoção eficiente de contaminantes (Smith et al., 2020). Em especial, processos como os reatores anaeróbios de leito fixo têm se mostrado eficazes na redução de matéria orgânica, enquanto técnicas como a cloração e a irradiação ultravioleta demonstram efetividade na eliminação de microrganismos indesejados (Chen et al., 2018).

Pesquisas, como o estudo conduzido por Ghunmi et al. (2019), evidenciam a eficácia de sistemas de tratamento de águas cinzas em ambientes urbanos. A pesquisa enfatiza a importância da implementação de estratégias integradas, incluindo monitoramento contínuo e políticas públicas eficazes, para assegurar a eficiência e a segurança do processo, alinhando-se com os princípios da gestão sustentável de águas residuais (WHO, 2020).

A necessidade de reuso das águas cinzas destaca-se como uma estratégia crucial na gestão sustentável dos recursos hídricos. Para isso, práticas como a irrigação de áreas verdes e o abastecimento de sistemas de refrigeração têm sido adotadas, demandando, contudo, rigorosos protocolos de tratamento para garantir a conformidade com padrões de qualidade (EPA, 2021).

As águas negras, termo técnico empregado na engenharia sanitária, referem-se às águas residuais provenientes dos sistemas sanitários, incluindo descargas de vasos sanitários, resíduos humanos e efluentes de processos industriais. Este tipo de água apresenta uma carga orgânica significativa, contendo elementos como matéria fecal, bactérias patogênicas e nutrientes em concentrações elevadas (Mara, 2003). O tratamento eficiente das águas negras é essencial para prevenir a contaminação ambiental e proteger a saúde pública. Tecnologias avançadas, como sistemas de tratamento biológico, processos de lodos ativados e reatores anaeróbios, são frequentemente empregadas para remover contaminantes orgânicos e inorgânicos (von Sperling, 2007).

O reuso das águas negras tratadas tem ganhado destaque como uma abordagem sustentável para a gestão dos recursos hídricos. No entanto, é fundamental assegurar a conformidade com rigorosos padrões de qualidade antes de qualquer aplicação, a fim de evitar riscos à saúde e ao meio ambiente (EPA, 2012). Pesquisas como as conduzidas por Matos et al. (2015) ressaltam a importância da otimização de processos de tratamento de águas negras, visando à eficiência na remoção de contaminantes específicos e à minimização do impacto ambiental. Estratégias integradas, incluindo a gestão adequada de lodos gerados durante o tratamento, são essenciais para promover práticas sustentáveis ao longo do ciclo da água (Mara, 2003).

2.3. PROCESSO ANAERÓBICO E EVAPOTRANSPIRAÇÃO

Os processos anaeróbicos, operando em ambientes desprovidos de oxigênio, desempenham um papel crucial em sistemas de tratamento de resíduos orgânicos, como biodigestores e fossas sépticas. Compreender os mecanismos bioquímicos, incluindo a degradação anaeróbica de ácidos graxos e a produção de metano por microrganismos anaeróbios, não apenas otimiza a eficiência desses sistemas,

mas também impulsiona pesquisas na conversão de resíduos em biogás, uma fonte de energia renovável sustentável (Smith et al., 2020). A investigação da diversidade microbiana e dos fatores que influenciam esses processos metabólicos é crucial para aprimorar a eficiência energética e ambiental, apresentando possibilidades promissoras para a gestão sustentável de resíduos (Johnson et al., 2021).

No domínio da evapotranspiração, a interação dinâmica entre fatores climáticos, características do solo e tipos de vegetação desempenha um papel central na compreensão desse fenômeno complexo. Além de regular a disponibilidade de água no solo, a gestão hídrica sustentável, centrada na evapotranspiração, influencia diretamente a resposta das plantas a estresses hídricos, a produtividade agrícola e a conservação de ecossistemas aquáticos e terrestres (Jones et al., 2019). Pesquisas recentes destacam a necessidade de estratégias adaptativas, considerando mudanças climáticas e variações nos padrões de uso do solo, para otimizar a gestão da água em ambientes agrícolas e naturais (Garcia et al., 2022).

Ademais, no escopo dos processos anaeróbicos, estudos recentes enfatizam a influência das condições operacionais, como pH, temperatura e concentração de substratos, na performance dos sistemas anaeróbicos. Entender a fundo esses parâmetros contribui significativamente para aprimorar a eficiência da conversão anaeróbica de resíduos orgânicos em biogás e efluentes tratados, além de mitigar impactos ambientais adversos (Martins et al., 2021).

Em uma abordagem mais ampla, a sinergia desses processos anaeróbicos e de evapotranspiração apresenta uma perspectiva holística para promover práticas ambientalmente sustentáveis, abrangendo desde a gestão de resíduos até a eficiência hídrica em ecossistemas diversos. A interconexão entre pesquisa, inovação e aplicação prática emerge como um catalisador vital para enfrentar os desafios contemporâneos relacionados à gestão de recursos naturais e ao desenvolvimento sustentável. Avanços nesses campos têm o potencial de não apenas moldar positivamente a interação entre sociedade e ambiente, mas também contribuir para a construção de um futuro mais equilibrado, resiliente e ecologicamente consciente.

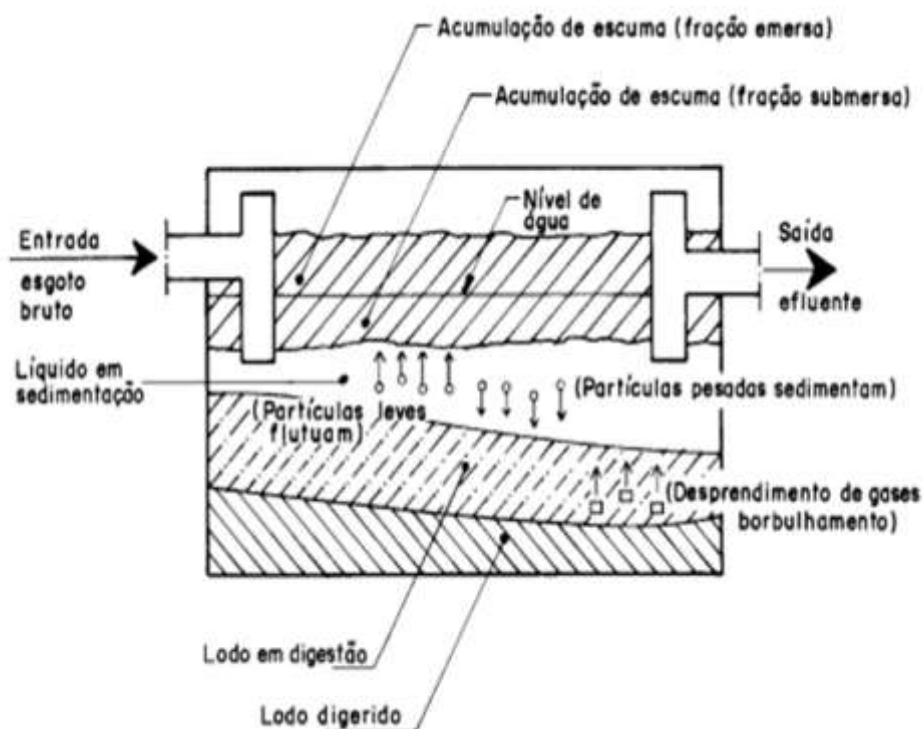
2.4. FOSSA SÉPTICA

O funcionamento da fossa séptica é baseado em princípios anaeróbicos, onde microrganismos facultativos realizam a degradação parcial da matéria orgânica contida nos efluentes. O sistema é composto por câmaras que permitem a sedimentação de sólidos, resultando na formação de camadas distintas: a espuma superficial, a zona líquida clarificada e o lodo sedimentado no fundo. A degradação

anaeróbica efetuada pelas bactérias na zona líquida promove a redução da carga orgânica antes da descarga do efluente tratado (EPA, 2018). Este processo de tratamento biológico se destaca por sua eficácia na remoção de poluentes, contribuindo para a qualidade do efluente final e, por conseguinte, para a preservação ambiental e a saúde pública (Mara, 2004).

No contexto da normatização técnica brasileira, a figura 1, extraída da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), mais especificamente da ABNT NBR 7229/1993, apresenta detalhadamente o modelo e a descrição da fossa séptica. A norma, que estabelece as diretrizes para o projeto, construção e operação de sistemas de tratamento de esgoto sanitário por meio de fossas sépticas, contribui significativamente para a padronização e qualidade dessas infraestruturas. Ao consultar a figura 1 proveniente desta norma, é possível obter uma compreensão aprofundada dos parâmetros técnicos, dimensões e características essenciais das fossas sépticas, facilitando a implementação de práticas adequadas de saneamento. A relevância desse referencial técnico reside na sua aplicação prática, orientando profissionais e stakeholders envolvidos no planejamento e execução de sistemas de tratamento de esgoto, de acordo com as normativas vigentes no país (ABNT NBR 7229/1993).

Figura 1 - Fossa Séptica



Fonte: Associação Brasileira de Normas e Técnicas – ABNT NBR 7229/1993

O embasamento nas normativas e regulamentações locais assume papel preponderante no processo de dimensionamento, uma vez que estabelecem parâmetros normativos para garantir a conformidade ambiental e a segurança sanitária. O manual da Environmental Protection Agency (EPA) dos Estados Unidos, por exemplo, oferece diretrizes meticulosas sobre o dimensionamento apropriado de fossas sépticas, considerando variáveis que abrangem desde o tamanho da população até as peculiaridades do solo e as condições climáticas (EPA, 2018). A construção adequada da fossa séptica é crucial para sua eficácia. Geralmente, o sistema é composto por tanques de concreto, fibra de vidro ou polietileno, projetados para proporcionar a retenção suficiente de sólidos e a separação das fases líquidas. A adequada dimensão e disposição das câmaras, aliadas à escolha de materiais duráveis, são considerações críticas para assegurar a eficiência e longevidade do sistema (EPA, 2018).

A fossa séptica apresenta diversos benefícios, destacando-se pela redução da carga de poluentes nos corpos hídricos receptores, prevenindo a contaminação da água subterrânea e mitigando impactos ambientais negativos. Além disso, em áreas rurais ou em locais não atendidos por redes de esgoto centralizadas, as fossas sépticas oferecem uma solução econômica e de fácil implementação para o tratamento localizado de esgoto doméstico (Mara, 2004).

Apesar de seus benefícios, a eficácia da fossa séptica pode ser comprometida por práticas inadequadas de manutenção, sobrecarga de sólidos e despejo de produtos químicos prejudiciais. A acumulação de lodo ao longo do tempo exige serviços periódicos de limpeza, sendo a negligência nesse aspecto um desafio recorrente. Além disso, em solos inadequadamente permeáveis, pode ocorrer a migração de nutrientes, representando riscos potenciais para a qualidade da água subterrânea (Huisman et al., 2005).

2.5. BACIA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO.

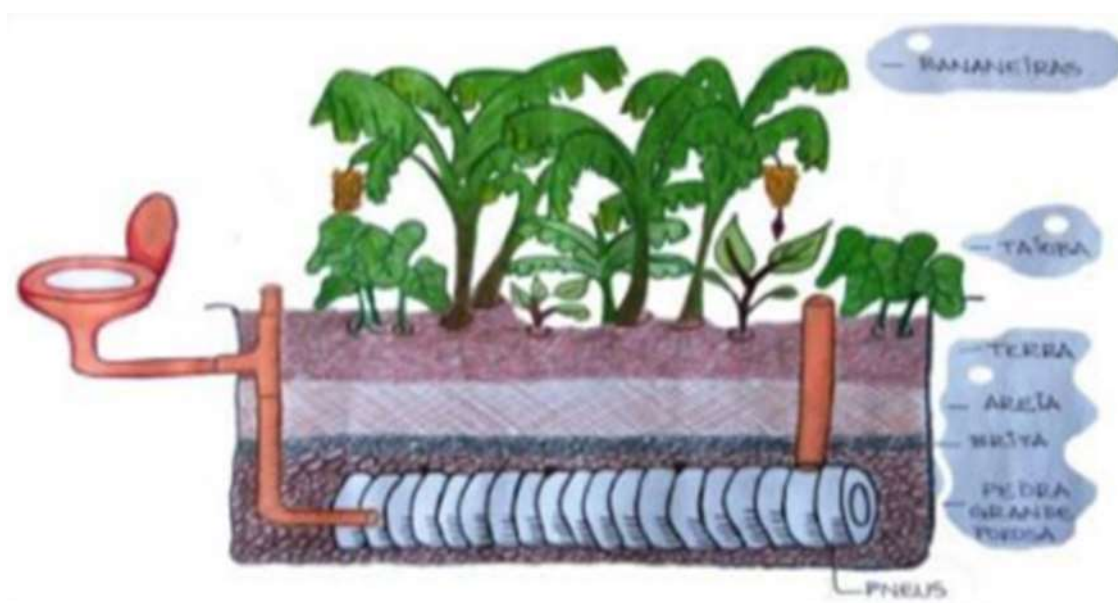
As Bacias de Evapotranspiração (BET) representam uma inovadora abordagem no tratamento de efluentes, integrando processos naturais de evaporação e transpiração de plantas. Desenvolvido por Tom Watson, este sistema concebido destaca-se como uma solução eficaz, particularmente em áreas rurais e locais carentes de sistemas centralizados de esgoto (Galbiatti, 2009). Entretanto, ao longo do transcurso dos anos, diversas nomenclaturas adicionais foram progressivamente incorporadas, conforme exemplificado na Tabela 1.

Tabela 1 - Nomenclaturas da Fossa de Bananeira

Nome	Autor/Ano
Bacia de Evapotranspiração	Timmerman <i>et al.</i> , 2003.
Canteiro Bioséptico	Ecocentro, 2009.
Fossa Agroecológica	Rio Grande do Sul, (2014) 2015.
Fossa Banana Séptica	Legan, 2007.
Fossa Biosep	Ecocentro, 2009.
Fossa de Bananeira	Domínio Público.
Fossa Verde	Araújo <i>et al.</i> , (2008) 2016.
Leito de Evapotranspiração	Pamplona e Venturi, 2004.
Tanque de Evapotranspiração	Galbiati, 2009.

Fonte: Adaptado de Campos, Cavalcante e Medeiros, 2020.

As Bacias de Evapotranspiração (BET) apresentam uma série de benefícios ambientais. Estudos de Silva et al. (2015) indicam que diferentes espécies vegetais influenciam na evapotranspiração e na qualidade da água tratada. No Brasil, a utilização de plantas nativas nas trincheiras pode potencializar ainda mais esses benefícios, promovendo a fitoestabilização e contribuindo para a biodiversidade local. O uso integrado de tecnologias, como discutido por Faria et al. (2018), pode ampliar esses benefícios, destacando-se como uma abordagem eficaz em áreas descentralizadas. Em termos ambientais, a influência da vegetação presente nas trincheiras é um aspecto crucial. Pesquisas de Silva et al. (2015) exploram como diferentes espécies vegetais impactam a evapotranspiração e a qualidade da água tratada. A escolha estratégica de plantas que não apenas se adaptam ao ambiente local, mas também contribuem para a remoção de nutrientes e metais pesados, enriquece a abordagem da BET em termos de fitoestabilização. A Figura 2 apresenta uma representação esquemática do corte transversal de uma fossa de bananeira.

Figura 2 – Corte transversal de uma Fossa Bananeira

Fonte: Vieira, 2013 apud Benjamin, A. M, 2010.

O design da BET, como discutido por Watson et al. (2012), representada na Figura 2, inclui uma trincheira escavada no solo, cujas dimensões variáveis atingem aproximadamente 60 cm de profundidade. O dimensionamento adequado é crucial para otimizar a eficiência do sistema, considerando a vazão de efluentes, características do solo e variações climáticas. O manual de Watson Wick oferece orientações detalhadas sobre o dimensionamento, destacando a importância da análise hidrogeológica para garantir a infiltração adequada e a purificação dos efluentes.

Embora as BETs tenham uma aplicação robusta em diversas partes do mundo, sua adoção no Brasil está em crescimento. Iniciativas locais destacam o potencial dessa tecnologia para enfrentar desafios de saneamento básico em áreas remotas e rurais, contribuindo para a descentralização e a sustentabilidade ambiental (Machado et al., 2021).

Além disso, iniciativas que integram a BET com tecnologias complementares são discutidas em estudos de Faria et al. (2018). A combinação de tratamento anaeróbico prévio, seguido pela aplicação da BET, demonstrou melhorias significativas na eficiência global do sistema, apontando para sinergias possíveis entre diferentes tecnologias de tratamento descentralizado.

Entretanto, desafios como a necessidade de uma manutenção regular e o monitoramento constante são destacados em pesquisas de Carvalho et al. (2020). A coleta e análise regular de amostras de água, juntamente com intervenções de manutenção, são cruciais para garantir a estabilidade do sistema a longo prazo. Assim, as BETs, embora promissoras, demandam uma abordagem multifacetada,

integrando conhecimentos de hidrogeologia, ecologia vegetal e engenharia de tratamento de esgoto para otimizar sua eficácia em diferentes cenários.

3. ESTUDO DE CASO

3.1. FIRMINÓPOLIS – GOIÁS

Firminópolis, como mostrada na Figura 3, é uma cidade localizada na região centro-oeste do Brasil, no estado de Goiás. Ela está situada a uma distância de aproximadamente 150 quilômetros a oeste da capital do estado, Goiânia. Localizada na latitude 16° 34' 57" Sul e longitude 50° 18' 9" Oeste. A cidade foi fundada em 1948, quando se emancipou do município de Paraúna. Possuindo a bandeira com tonalidades de verde, amarelo e vermelho e com um brasão no centro com a data de fundação e símbolos representando a agropecuária e agricultura, como retratado na Figura 4.

Figura 1 - Município de Firminópolis - GO



Figura 2 - Bandeira de Firminópolis - GO



Fonte: Prefeitura de Firminópolis

O município possui uma população modesta e é conhecida pela sua economia que historicamente se baseia na agricultura e pecuária. Possuindo 42.365 hectares e outros dados mostrado na Tabela 2, a cidade enfrenta desafios relacionados à infraestrutura básica, como a falta de um sistema adequado de esgoto, o que impacta negativamente na qualidade de vida dos seus habitantes. A cidade possui um clima tropical, com duas estações bem definidas: uma estação chuvosa durante o verão e uma estação seca durante o inverno. As temperaturas médias variam ao longo do ano, com máximas frequentemente superando os 30°C no verão e mínimas mais amenas no inverno. A precipitação é mais intensa de novembro a março, enquanto os meses de inverno tendem a ser mais secos.

Tabela 2 - Dados do IBGE 2010 – 2022

ÁREA TERRITORIAL	422,340 Km ²
ÁREA URBANIZADA	3,65
ÁREA URBANIZADA	3,65 Km ²
MESORREGIÃO	Centro Goiano
BIOMA	Cerrado
POPULAÇÃO RESIDENTE	10.419 Pessoas
DENSIDADE DEMOGRÁFICA	24,67 Hab/km ²
ESCOLARIZAÇÃO (6 A 14 ANOS)	98,1%
IDHM (ÍNDICE DE DES. HUMANO MUNICIPAL)	0,732
GENTÍLICO	Firminopolense
PIB PER CAPITA	R\$ 16.430,61

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Cidades e Estados – Firminópolis

3.2. NOVOS SETORES

Com o progresso urbanístico de Firminópolis – GO, novos setores e bairros emergem, destacando-se o Residencial Portal do Lago, representado na Figura 5 e o Setor Jardim Mariana 2, representado na Figura 6. O Residencial Portal do Lago, situado aproximadamente nas coordenadas latitude -16° 35' 19.34" Sul e longitude 50° 18' 1" Oeste, e o Setor Jardim Mariana 2, localizado nas coordenadas latitude -16° 33' 46" Sul e longitude 50° 18' 24" Oeste, compõem a expansão urbana da cidade. Entretanto, ambos os setores confrontam a ausência de infraestrutura de saneamento básico, impondo a necessidade de adotar sistemas individuais, como fossas sépticas convencionais. Essa solução, embora comum, frequentemente resulta em desafios operacionais e ambientais, comprometendo a sustentabilidade dessas alternativas.

Considerando o cenário de ausência de sistemas de esgoto, torna-se imperativo abordar a necessidade de soluções mais eficientes e sustentáveis. A implementação de tecnologias modernas de tratamento de esgoto e o planejamento urbano integrado podem ser considerados como medidas proativas para atender às demandas crescentes desses novos setores, assegurando ao mesmo tempo a preservação ambiental e a qualidade de vida dos residentes. Portanto, a busca por alternativas mais sustentáveis e eficazes no tratamento de esgoto é crucial para o desenvolvimento equilibrado e resiliente dessas regiões urbanas em expansão.

Vale ressaltar que Firminópolis-GO, possui dois povoados, sendo eles o povoado de Novo Planalto e Santo Antônio. Ambas as localidades carecem de um sistema de esgotamento sanitário eficiente,

tornando-se propícias para a implementação de soluções técnicas como fossas de bananeira e fossas sépticas. Essas alternativas não apenas se adequariam às características rurais dessas regiões, mas também representariam uma abordagem estratégica para aprimorar as condições sanitárias e promover a sustentabilidade ambiental.

Figura 3- Residencial Portal do Lago - Firminópolis - GO



Figura 4- Setor Jardim Mariana 2



Fonte: Autoria Própria, 2023

3.3. DIMENSIONAMENTO DA FOSSA SÉPTICA E REPRESENTAÇÃO

O cálculo do volume útil de um tanque séptico é uma etapa crítica no dimensionamento eficiente deste componente do sistema de tratamento de esgoto. Para realizar essa estimativa, é necessário considerar diversos fatores técnicos que influenciam diretamente na capacidade de armazenamento e no desempenho do tanque. A formula a seguir, representa o cálculo do volume útil do tanque séptico, considerando a ABNT NBR 7229/1993.

$$V = 1000 + N (C \times T + K \times Lf)$$

Onde:

V = volume útil, em litros.

1000 = Constante, onde representa o volume mínimo do tanque.

N = número de pessoas ou unidades de contribuição.

C = contribuição de despejos, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia (Dados da Tabela 3).

T = período de detenção, em dias (Dados da Tabela 4).

K = taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco (Dados da Tabela 5).

Lf = contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia. (Dados da Tabela 3).

O processo inicial para o dimensionamento correto de um tanque séptico envolve a determinação precisa dos parâmetros fundamentais da fórmula. Esses parâmetros são derivados das tabelas estabelecidas na norma técnica ABNT NBR 7229/93, que fornece diretrizes específicas para sistemas de tratamento de esgoto por meio de fossas sépticas. Essas tabelas, sendo três principais, compreendendo a Tabela 3, 4 e 5 respectivamente, oferecem dados essenciais, considerando fatores como taxa de produção de esgoto e tempo de detenção, sendo cruciais para o dimensionamento eficiente do tanque séptico.

Tabela 3 - Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e de ocupante de acordo com a NBR 7229/1993

Prédio	Unidade	Contribuição de esgotos (C) e lodo fresco (Lf)	
1.Ocupantes permanentes			
- Residência			
Padrão alto	Pessoa	160	1
Padrão médio	Pessoa	130	1
Padrão baixo	Pessoa	100	1
- Hotel (exceto lavadeira e cozinha)	Pessoa	100	1
- Alojamento provisório	Pessoa	80	1
2. Ocupantes temporário			
- Fábrica em geral	Pessoa	70	0,3
- Escritório	Pessoa	50	0,2
- Edifícios públicos ou comerciais	Pessoa	50	0,2
- Escolas (externatos e locais de longa permanência)	Pessoa	50	0,2
- Bares	Pessoa	6	0,1
- Restaurantes e similares	Refeição	25	0,1
- Cinemas, teatros e locais de curta permanência	Lugar	2	0,02
- Sanitários públicos (apenas de acesso aberto ao público: estação rodoviária, ferroviária, logradouro público, estádio esportivo, etc.)	Bacia Sanitária	480	4

Fonte: Adaptado de Tabela 1 - Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e de ocupante – ABNT NBR 7229/1993.

A Tabela 3 nos dá a contribuição de esgotos (C) e a contribuição de lodo fresco (Lf). Como nosso exemplo é para uma residência de baixo padrão, temos que:

- $C = 100$
- $L_f = 1,0$

Tabela 4 - Período de retenção dos despejos, por faixa de contribuição diária de acordo com a NBR 7229/1993

Contribuição diária (L)	Tempo de retenção	
	Dias	Horas
Até 1500	1,00	24
De 1501 a 3000	0,92	22
De 3001 a 4500	0,83	20
De 4501 a 6000	0,75	18
De 6001 a 7500	0,67	16
De 7501 a 9000	0,58	14
Mais que 9000	0,50	12

Fonte: Adaptado de Tabela 2 - Período de retenção dos despejos, por faixa de contribuição diária – ABNT NBR 7229/1993.

A Tabela 4 fornece informações sobre o tempo de retenção em dias, mas está vinculada à contribuição diária em dias. A determinação da contribuição diária requer a multiplicação da contribuição de esgoto de cada indivíduo pela quantidade total de pessoas na residência, expressa pela fórmula:

$$Cd = N \times C$$

$$Cd = 5 \times 100 = 500L/dia$$

Assim, com base nos cálculos realizados, o tempo de retenção determinado pela Tabela 4 é de:

- $T = 1$ dia

Tabela 5 - Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio de acordo com a NBR 7229/1993

Intervalo entre limpezas (anos)	Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t), em °C		
	$T \leq 10$	$10 \leq T \leq 20$	$T \geq 20$
1	94	65	57

2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fonte: Adaptado de Tabela 3 - Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio – ABNT NBR 7229/1993.

Dada a temperatura média local na faixa de 10° a 20° Celsius, os valores intermediários da tabela são os mais apropriados como parâmetros. Apesar de se tratar de uma residência familiar, onde o cenário ideal para o cálculo poderia ser considerado, optarei por adotar a abordagem da situação mais desfavorável. Essa escolha é fundamentada na premissa de que a manutenção não ocorrerá com frequência significativa. Portanto:

- K=225 dias

Substituindo os dados encontrados, temos:

$$V = 1000 + 5 (100 \times 1 + 225 \times 1)$$

$$V = 2,625 \text{ litros ou } 2,63 \text{ m}^3$$

Após a obtenção do volume útil da fossa séptica, procede-se à determinação de suas dimensões. Contudo, antes de iniciar o processo de dimensionamento, é importante destacar as orientações e prescrições contidas na norma técnica aplicável:

- Largura mínima interna: 0,80m;
- Diâmetro interno mínimo: 1,10m;
- Relação comprimento/largura (para tanques prismáticos retangulares): mínimo 2:1; máximo 4:1;

A profundidade mínima deve seguir os valores da tabela 5.

Tabela 4 - Profundidade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil de acordo com a NBR 7229/1993

Volume útil (m³)	Profundidade útil mínima (m)	Profundidade útil máxima (m)
Até 6,0	1,20	2,20
De 6,0 a 10,0	1,50	2,50

Mais que 10,0	1,80	2,80
---------------	------	------

Fonte: Adaptado de Tabela 4 - Profundidade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil - ABNT NBR 7229/1993.

De maneira geral, observa-se que os tanques sépticos de formato cilíndrico apresentam uma profundidade mais acentuada. Dado que a norma estabelece a profundidade mínima de 1,20 metros, optaremos por adotar essa medida como padrão. Para efetuar o cálculo do volume da fossa séptica cilíndrica, empregaremos a formulação específica para o volume de um cilindro, considerando parâmetros como diâmetro e a profundidade previamente definida.

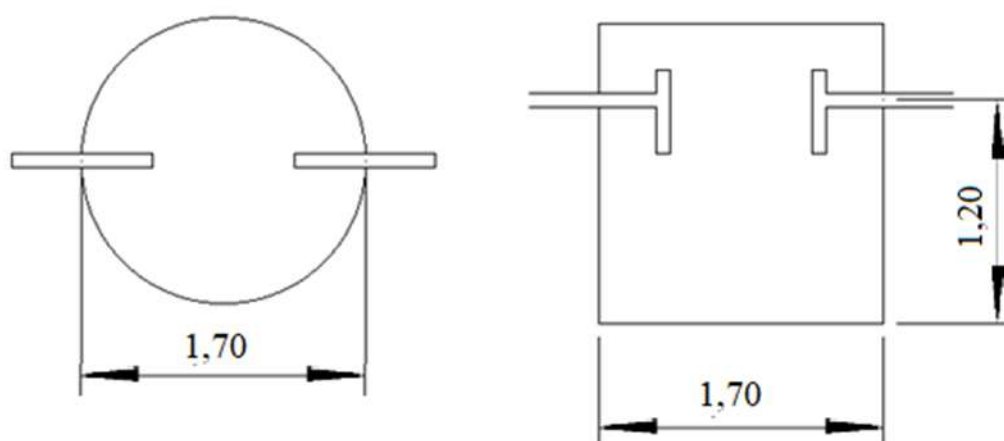
$$V = \pi x \left(\frac{d^2}{4} \right) x H$$

$$2,63 = \pi x \left(\frac{d^2}{4} \right) x 1,20$$

$$\text{Diametro} = 1,67 \text{ m}$$

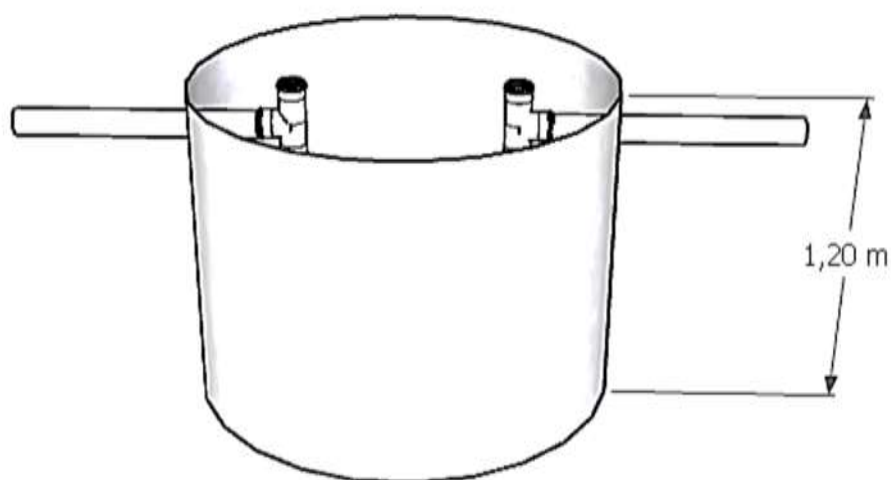
Com o intuito de arredondar o valor para viabilizar a seleção de uma fossa pré-moldada, empregaremos o diâmetro = 1,70 m. As Figuras 7, 8 e 9 respectivamente representam a representação da fossa séptica, utilizando os softwares AutoCad e Sketchup.

Figura 5 - Esquema Fossa Séptica no AutoCad



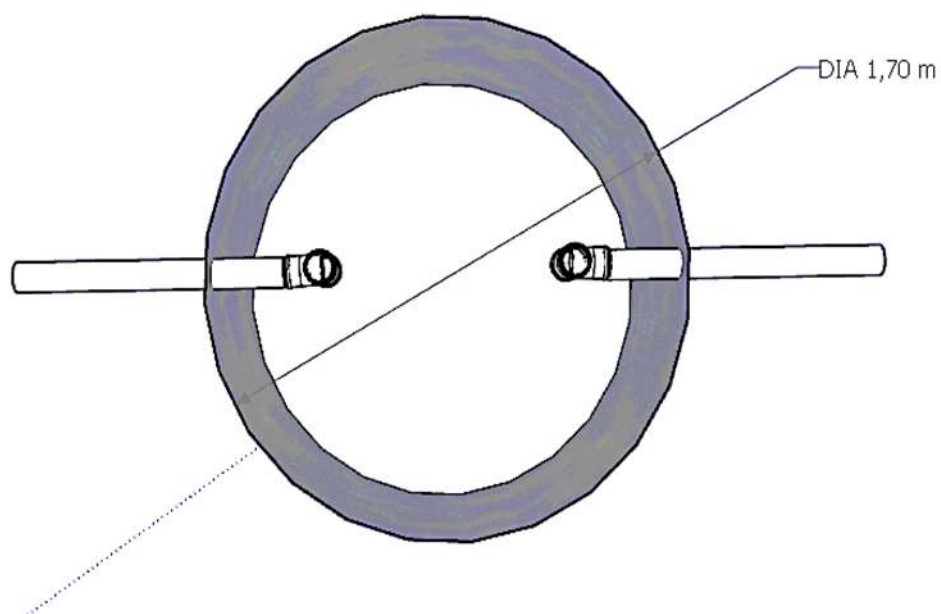
Fonte: Aatoria Própria.

Figura 6 - Vista Frontal Fossa Séptica no Sketchup



Fonte: Autoria Própria.

Figura 7 - Vista Superior Fossa Séptica no Sketchup



Fonte: Autoria Própria.

3.4 DIMENSIONAMENTO DA FOSSA DE BANANEIRA E REPRESENTAÇÃO

De acordo com a prática, verifica-se que uma capacidade de 2 metros cúbicos por pessoa é adequada para o funcionamento eficiente do sistema, evitando extravasamentos. A fórmula de dimensionamento da bacia é a seguinte: largura de 2 metros, profundidade de 1 metro e comprimento igual ao número de moradores usuais da residência.

Segundo o censo referente ao ano de 2022, divulgado pelo IBGE na data 28 de junho de 2023, a média de moradores por domicílio no Brasil é de 2,79. Aproximando esse número para cima e considerando 2 moradores a mais como margem de erro, será considerado uma média de 5 moradores por residência para o cálculo.

Com base nessas informações, multiplicando a quantidade de moradores por 2 m³, obtemos o resultado de 10 m³. Utilizando a formula a seguir, podemos analisar a melhor forma de dimensionamento:

Largura x Profundidade x Comprimento = Bacia de Evapotranspiração

$$2 \text{ metros} \times 1 \text{ metro} \times 5 \text{ metros} = 10 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ metro} \times 1 \text{ metro} \times 10 \text{ metros} = 10 \text{ m}^3$$

Há várias formas de chegar no volume de 10 m³, porém essas duas formas são as mais convencionais para o dimensionamento da fossa de bananeira e que mais se enquadram na utilização das mesmas em residências urbanas.

Para o demonstrativo da construção, foi utilizado o software Sketchup para realizar o passo a passo através da modelagem em 3D.

A escavação pode ser realizada de duas maneiras distintas: manualmente ou com o auxílio de máquinas. Após a conclusão da escavação, é possível compactar o solo no fundo da bacia para fornecer uma base mais robusta para o concreto que será aplicado posteriormente. No caso de escavações realizadas por máquinas, é recomendável nivelar o terreno com uma enxada. As Figuras 10 e 11 retratam a escavação da bacia com 5 metros de comprimento, 2 metros de largura e 1 metro de profundidade.

Figura 8 - Escavação da Bacia – Vista Superior

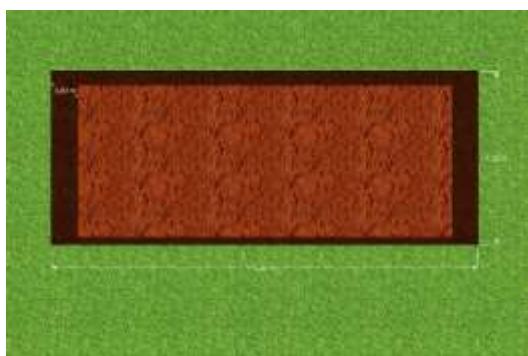
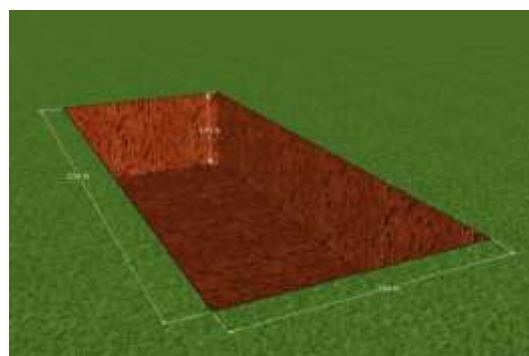


Figura 9 - Escavação da Bacia - Vista Diagonal



Fonte: Autoria Própria

Após a conclusão da escavação, o próximo passo envolve a construção e impermeabilização da bacia, abrangendo tanto as paredes quanto o fundo. O fundo da estrutura pode ser revestido com uma camada de concreto de 5 a 10 cm de espessura, aplicada sobre uma tela de laje. As paredes podem ser erguidas com blocos ou tijolos, utilizando argamassa de cimento e areia na proporção de 1:4. A figura 12 representa a construção das paredes laterais com tijolos e o fundo impermeabilizado e com A Figura 13 é representado o resultado após a impermeabilização.

Figura 10 - Construção das Paredes Laterais



Figura 11 - Impermeabilização das Paredes Laterais



Fonte: Autoria Própria.

Após a conclusão da construção e impermeabilização, é realizado a instalação da tubulação. A entrada do tubo de esgoto deve ser feita com tubos de PVC (100 mm) diretamente no túnel de pneus, incluindo a instalação de um "T" na tubulação de entrada para facilitar a manutenção e inspeção do sistema. A Figura 14 ilustra a representação e posição da entrada do tubo de PVC de 100mm com o "T", enquanto a Figura 15 fornece a vista diagonal do mesmo tubo, mas com a adição de outro tubo menor para servir de respirador.

Figura 12 – Posição de Entrada do Tubo PVC de 100 mm com o "T"

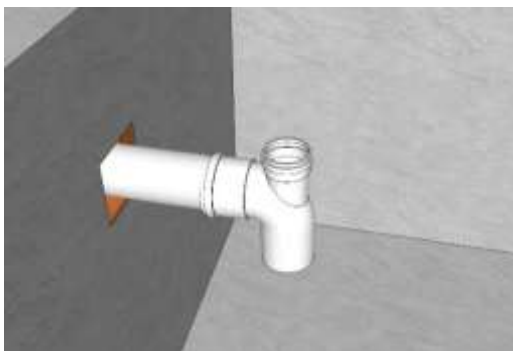


Figura 13 - Vista Diagonal da Posição do Cano PVC 100 mm com o "T"



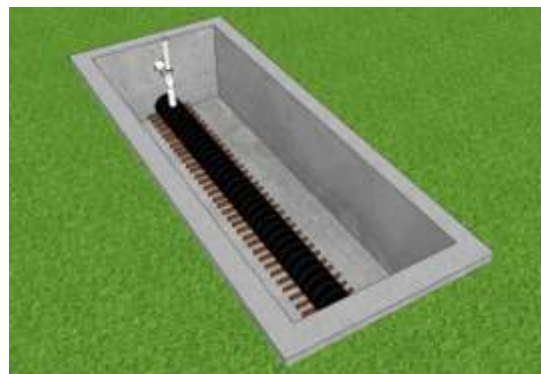
Fonte: Autoria Própria

Depois de realizado a instalação da tubulação, é hora de preencher a bacia com pneus. Os pneus devem ser alinhados para formar um túnel, com espaços entre eles preenchidos com entulho. Se pneus usados não estiverem disponíveis, outros materiais, como blocos, tabuas ou canaletas de concreto, podem ser utilizados, desde que haja um espaço vazio para receber o esgoto no fundo, com furos ou espaços para permitir o tratamento. Para o espaçamento dos pneus, foi utilizado tabuas de madeira, conforme mostrado na Figura 16 e para uma vista diagonal é mostrado na Figura 17.

Figura 14 - Espaçamento dos Pneus



Figura 15 - Vista Diagonal da dos Pneus



Fonte: Autoria Própria.

Ao final da colocação dos pneus, o preenchimento com entulho "limpo" (uma camada de 50-60 cm) pode ser feito, usando telhas de barro antigas, fragmentos de blocos ou tijolos, pedaços de concreto, evitando materiais muito finos e sujos, como restos de argamassa, cimento, papelão ou madeira. Caso não haja entulho disponível, pedras grandes podem ser usadas. As Figuras 18 e 19 representam a vista superior e longitudinal respectivamente, porém é importante ressaltar que os entulhos devem cobrir a parte superior dos pneus.

Figura 16 - Preenchimento com Entulho – Vista Superior

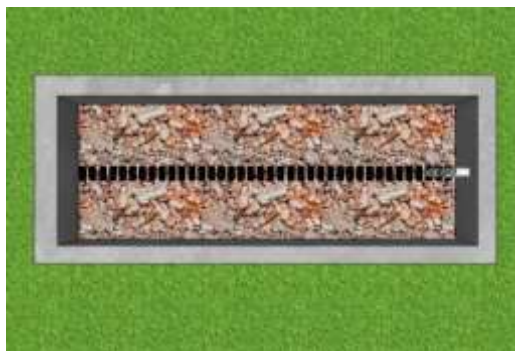


Figura 17 - Preenchimento com Entulho – Vista Diagonal



Fonte: Autoria Própria.

A próxima camada é de brita 01 ou 02 (20-30 cm), seguida por pedrisco fino ou areia grossa (10-20 cm) e, por fim, terra (20-30 cm). Na camada de entulho e brita, ocorrerá o desenvolvimento de bactérias e outros organismos que tratarão o esgoto que entra pelo fundo da estrutura e percolará pelas camadas até chegar às bananeiras. A parte inferior deve conter pedaços maiores para dar espaço ao esgoto que entra através dos pneus, enquanto as camadas superiores (brita, pedrisco ou areia) servem como filtro natural. Na Figura 20 é representado a camada de brita e na Figura 21 a camada de areia.

Figura 18 - Preenchimento com Brita



Figura 19 - Preenchimento com Areia



Fonte: Autoria Própria.

Antes de adicionar a camada de terra, é importante instalar um tubo de drenagem, tubo PVC 50 mm, perfurado e envolto por uma tela de sombreamento (sombrite), para lidar com o excesso de água proveniente de chuvas intensas ou grande entrada de esgoto. Este dreno direcionará o excesso para um Círculo de Bananeiras. Na figura 22 foi realizado a modelagem do tubo PVC 50mm perfurado, enquanto na Figura 23 é a posição do cano na bacia da fossa bananeira.

Figura 20 - Tubo PVC 50 mm Perfurado

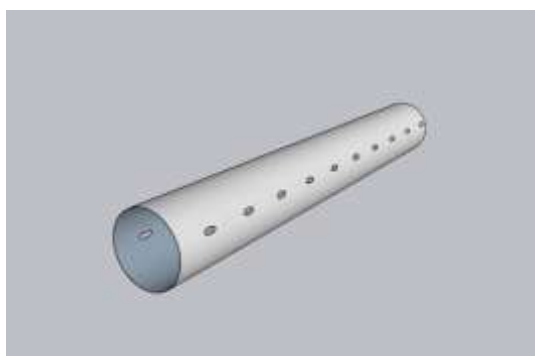
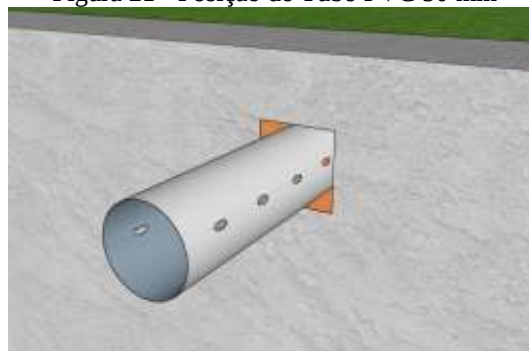


Figura 21 - Posição do Tubo PVC 50 mm



Fonte: Autoria Própria.

Logo após o preenchimento das camadas de brita e areia, é o momento de preencher a última camada com terra e plantar as bananeiras, com preferência para uma muda para cada 1,0 m² do sistema. Outras plantas, como taiobas, mamoeiros e lírios do brejo, que prosperam em ambientes úmidos, também podem ser cultivadas. Recomenda-se cobrir o solo com palha ou folhas secas para reduzir a entrada de água da chuva e criar uma camada final de terra em formato de "montanha" para permitir o escoamento da água da chuva, porém com a queda das folhas das bananeiras, pode-se utilizar as mesmas para servir de cobertura do solo. A figura 24 representa a fossa de bananeira concluída em 3D.

Figura 24 - Fossa de Bananeira Finalizada



Fonte: Auditoria Própria.

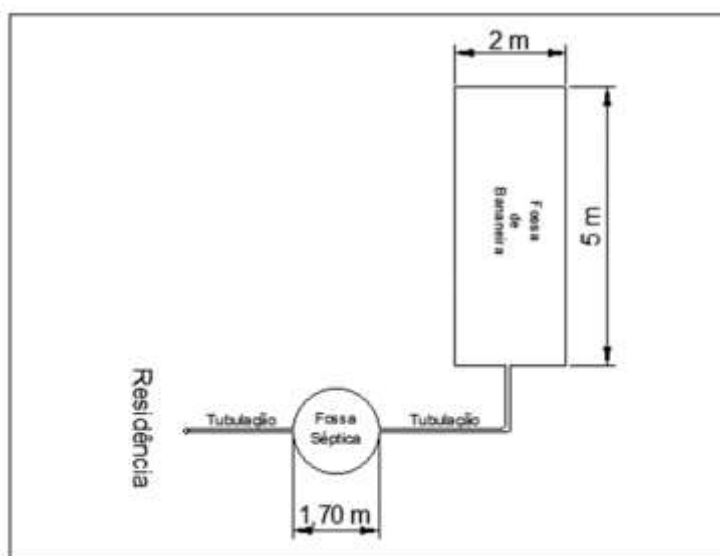
3.5 UNIFICAÇÃO DE AMBAS AS FOSSAS

No estágio inicial do sistema, a fossa séptica, que constitui a primeira caixa, realiza a remoção de sólidos em suspensão sedimentáveis e flutuantes. Nesse ambiente, parte da matéria orgânica contida

no esgoto sofre sedimentação e digestão, efetuando o tratamento primário do efluente. O líquido escoar horizontalmente, permitindo que os materiais em suspensão se depositem no fundo da caixa, onde ocorre a decomposição anaeróbica, convertendo-os em líquidos e gases. A função crucial da caixa séptica reside no pré-tratamento do efluente, retraindo os sólidos no fundo da caixa, enquanto o efluente líquido segue para a bacia de evapotranspiração.

A subsequente etapa do sistema compreende a escavação para a implementação da bacia de evapotranspiração (BET). Após a instalação, é realizada a vegetação selecionada sobre o sistema. As plantas desempenham papel fundamental, aumentando a taxa de evaporação do líquido por meio do processo de evapotranspiração. Na seleção das espécies para plantio na bacia de evapotranspiração, destaca-se a *Lily* (Bananeirinha de jardim) e *Heliconia rostrata* (Caeté), notáveis por sua capacidade de absorção elevada e rápido crescimento. Essas plantas absorvem o excesso de umidade do sistema por meio de suas raízes. A figura 25 representa a planta baixa para a implantação das fossas em uma residência.

Figura 23 - Planta Baixa Fossas Unificadas



Fonte: Autoria Própria

A manutenção do sistema BET é simplificada, requerendo o manejo das plantas e a remoção do material sólido acumulado na fossa séptica, esta última operação deve ser conduzida por empresas especializadas. Este sistema apresenta um custo-benefício notável, sendo acessível para pequenas propriedades agrícolas e exibindo resultados eficazes no tratamento do efluente. Essa abordagem integrada, utilizando a fossa séptica em conjunto com a bacia de evapotranspiração, representa uma solução viável e econômica para o tratamento de efluentes em contextos agrícolas.

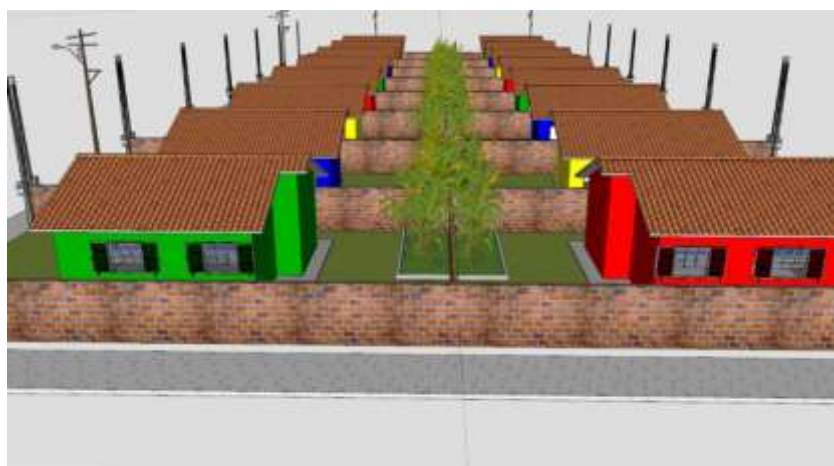
Empregando o Setor Jardim Mariana 2 como caso exemplar, e considerando sua recente ampliação por meio do programa habitacional governamental "Pra Ter Onde Morar", que é uma iniciativa voltada para o desenvolvimento e acesso à moradia digna no Brasil. Seu principal objetivo é proporcionar condições habitacionais adequadas para famílias de baixa renda, promovendo a inclusão social e o direito à moradia. Procedeu-se à simulação da implantação desse sistema em suas novas unidades residenciais utilizando a plataforma de modelagem tridimensional Sketchup, retratado pelas Figuras 26, 27 e 28.

Figura 24 - "Pra ter Onde Morar" com Fossa Bananeira e Fossa Séptica - Vista Diagonal



Fonte: Autoria Própria

Figura 27 - "Pra ter Onde Morar" com Fossa Bananeira e Fossa Séptica - Vista Lateral



Fonte: Autoria Própria.

Figura 25 - "Pra ter Onde Morar" com Fossa Bananeira e Fossa Séptica - Destacando as Bananeiras ao Fundo



Fonte: Autoria Própria.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADO

A fossa bananeira apresenta diversos benefícios. Ela é uma solução sustentável que contribui para a preservação ambiental, uma vez que trata o esgoto de forma natural, reduzindo a poluição de corpos d'água e a contaminação do solo. Além disso, ela é economicamente viável, uma vez que requer materiais simples e de baixo custo para sua construção e manutenção. Também é uma opção adequada para áreas rurais e locais remotos, onde sistemas de esgoto convencionais são inviáveis. Os resultados dos autores DA COSTA et al. (2020) corrobora com os resultados onde o sistema em estudo foi construído e dimensionado para uma unidade sanitária, adotando o valor de $1,5\text{m}^2$ por vaso e profundidade de 1,5. Os acadêmicos de engenharia civil construíram uma fossa TEvap no Iranduba, municípios da Zona Rural do Estado do Amazonas.

Há diversas formas de se construir a bacia da fossa de bananeira, Guimarães (2019), realizou uma estimativa de custo de construção de uma fossa de bananeira feita em alvenaria, como mostrado na Tabela 7.

Tabela 5 - Orçamento para Fossa Bananeira em Alvenaria

Material	Preço Unitário	Quantidade	Custo (R\$)
Blocos de Concreto de 20x20x40 cm	R\$ 2,19	250 unidades	R\$ 1.199,03
Cimento RS (Resistente a Sulfato)	R\$ 34,00	2 Sacos	R\$ 68,00
Tubo de PVC de 100 mm	R\$ 12,18	10 m	R\$ 121,80
Tubo de PVC de 40 mm	R\$ 13,09	2 m	R\$ 8,73
Joelhos de 45° de PVC de 100 mm	R\$ 7,90	2 Unidades	R\$ 15,80
Pneus	R\$ -	40 Unidades	R\$ -
Entulho	R\$ -	2 m³	R\$ -
Areia	R\$ 91,07	2 m³	R\$ 182,14
Brita 1	R\$ 79,03	2 m³	R\$ 158,06
Mudas de Bananeira	R\$ -	-	R\$ -
Total		R\$ 1.102,03	

Fonte: Adaptado de Guimarães, 2019.

Com base na lista de materiais previamente mencionada na tabela, procedeu-se à elaboração de uma planilha orçamentária homogênea, na qual se estabeleceram os valores médios associados a esses materiais. Esses valores, que estão apresentados na Tabela 7, foram calculados levando em consideração os preços vigentes no comércio local em sua condição mais atual.

Tabela 6 - Orçamento de Fossa Bananeira em Alvenaria Realizado na Região de Firminópolis - GO

Material	Preço Unitário	Quantidade	Custo (R\$)
Blocos de Concreto de 20x20x40 cm	R\$ 5,65	250 Unidades	R\$ 1.412,50
Cimento RS (Resistente a Sulfato)	R\$ 35,00	2	R\$ 70,00
Tubo de PVC de 100 mm	R\$ 18,00	10	R\$ 180,00
Tubo de PVC de 40 mm	R\$ 7,00	2	R\$ 14,00
Joelhos de 45° de PVC de 100 mm	R\$ 9,50	2	R\$ 19,00
Pneus	R\$ -	40	R\$ -
Entulho	R\$ -	-	R\$ -
Areia	R\$ 150,00	2	R\$ 300,00
Brita 1	R\$ 220,00	2	R\$ 440,00

Mudas de Bananeira	R\$ -	-	R\$ -
Total		R\$ 2.365,50	

Fonte: Próprio autor, 2023

Com base nos valores contemporâneos obtidos, observa-se a presença de discrepâncias financeiras. É importante salientar que este é apenas um dos métodos disponíveis para a implementação de sistemas de tratamento de resíduos associados ao cultivo da bananeira, sendo que alternativas adicionais podem ser exploradas para mitigar custos. Entretanto, ressalta-se que o método em questão é altamente recomendado para sua aplicação em contextos urbanos.

No que concerne aos elementos desprovidos de valores atribuídos na tabela, tal omissão se justifica pela disponibilidade de alternativas para sua obtenção: Pneus podem ser adquiridos em sua condição de uso anterior, a custos substancialmente reduzidos ou até mesmo de forma gratuita; Resíduos de construção e demolição (entulho) podem ser encontrados em locais de obras em fase de reforma, e, quando disponíveis nas proximidades, podem ser empregados de modo a economizar recursos financeiros; Mudanças de bananeira estão disponíveis para compra online, com um custo unitário de R\$ 12,50, acrescido de frete, embora também possam ser adquiridas com despesas significativamente reduzidas em áreas circunvizinhas, provenientes de indivíduos que desejam dispor de suas árvores e estão dispostos a vendê-las a preços mais vantajosos.

Atualmente, o custo médio para a implantação de uma fossa séptica na região de Firminópolis - GO oscila entre R\$ 250,00 e R\$ 340,00 por metro cúbico (m^3). Esse intervalo de preço reflete os parâmetros econômicos locais e as características específicas do projeto, incorporando aspectos como a topografia do terreno, a capacidade de tratamento necessária e a escolha de tecnologias adequadas. Vale salientar que a determinação do preço por metro cúbico abrange não apenas os custos diretos de materiais e mão de obra, mas também considera fatores indiretos, como licenciamento ambiental, estudos geotécnicos, e eventualmente, a implementação de tecnologias avançadas de tratamento de esgoto.

Apesar de suas vantagens, a fossa bananeira também apresenta desafios. O sistema requer espaço adequado e um solo com características específicas, como boa permeabilidade. Além disso, a manutenção regular é essencial para garantir o funcionamento eficiente da fossa ao longo do tempo, incluindo a poda das plantas e a remoção de sedimentos acumulados. Também é importante observar as regulamentações locais e obter autorizações adequadas para a construção desse tipo de sistema. A

construção de uma fossa de bananeira em uma área urbana apresenta várias desvantagens e desafios que precisam ser considerados. Esses desafios incluem:

- **Regulamentações Locais:** Regulamentações estritas relacionadas ao tratamento de resíduos podem não permitir a construção de fossas de bananeira em áreas urbanas. É importante verificar a conformidade com as regras locais.
- **Espaço Limitado:** O espaço reduzido em áreas urbanas dificulta a localização de um local adequado para a fossa, exigindo adaptações no projeto.
- **Aceitação da Comunidade:** A construção de fossas de bananeira pode não ser bem aceita pela comunidade local, podendo levar a conflitos com vizinhos e autoridades.
- **Investimento Inicial:** A construção exige um investimento em materiais e mão de obra, que pode não ser viável para algumas famílias urbanas.

Além dos benefícios práticos, a adoção desse sistema apresenta uma dimensão econômica e social positiva, alinhada à perspectiva da sustentabilidade ambiental. A implementação desse sistema viabiliza uma solução de tratamento de efluentes eficiente e economicamente acessível para pequenas propriedades rurais, permitindo uma gestão adequada dos resíduos gerados.

No contexto econômico, a viabilidade financeira desse sistema se destaca pela otimização dos recursos, considerando não apenas os custos iniciais de instalação, mas também a redução dos gastos associados à manutenção contínua e à operação do sistema ao longo do tempo. Além disso, a gestão descentralizada dos efluentes contribui para a autonomia das comunidades rurais, reduzindo a dependência de infraestruturas centralizadas. No âmbito social, a implementação desse sistema representa um avanço significativo na promoção da qualidade de vida nas áreas rurais, melhorando as condições sanitárias e contribuindo para a saúde pública. A redução do impacto ambiental por meio do tratamento descentralizado dos efluentes também ressoa positivamente nas comunidades, demonstrando um compromisso efetivo com a responsabilidade ambiental.

Essa abordagem integrada não apenas exemplifica a possibilidade de conciliar eficiência técnica e custos acessíveis, mas também ressalta a importância de estratégias sustentáveis em iniciativas de saneamento. Ao considerar a aplicação generalizada dessa solução, é crucial avaliar as características específicas de cada localidade, adotando práticas personalizadas que atendam às demandas particulares e promovam a resiliência ambiental e social a longo prazo.

CONCLUSÃO

Através da presente pesquisa, surge uma solução potencialmente viável para regiões desprovidas de infraestrutura de saneamento, caracterizada por uma relação custo-benefício favorável e um perfil de sustentabilidade elevado. Tomando como referência o município de Firminópolis, no estado de Goiás, como um caso de estudo para a possível implementação do referido sistema integrado de fossas sépticas com bacias de evapotranspiração, verifica-se que a solução em questão se apresenta como uma alternativa factível tanto para adoção autônoma pelos residentes locais quanto para a consideração por parte das autoridades municipais, notadamente a Prefeitura.

Do ponto de vista técnico, a escolha estratégica de sistemas descentralizados de tratamento, como as fossas sépticas, aliadas às bacias de evapotranspiração, responde de maneira eficiente à demanda por saneamento básico nessas áreas. A implementação cuidadosa desse sistema envolve a consideração de variáveis como topografia, densidade populacional e demanda específica de tratamento de efluentes.

A análise de custo-benefício, além de abranger os investimentos iniciais, engloba fatores de longo prazo, como a manutenção do sistema, o que implica em considerações econômicas e operacionais. A implementação autônoma por parte dos residentes locais também pode ser facilitada por subsídios governamentais ou políticas de financiamento que incentivem a adesão a práticas sustentáveis de saneamento.

Na esfera municipal, a consideração da Prefeitura acerca dessa solução envolve não apenas a análise técnica e econômica, mas também a avaliação do impacto social e ambiental. A implementação em larga escala desses sistemas integrados pode não apenas resolver desafios sanitários locais, mas também contribuir para metas mais amplas de sustentabilidade municipal.

Portanto, a presente pesquisa destaca a necessidade de considerar soluções de saneamento que vão além do aspecto técnico, integrando efetivamente aspectos econômicos, sociais e ambientais para uma abordagem holística e sustentável na promoção de melhores condições de vida em regiões desprovidas de infraestrutura de saneamento.

REFERÊNCIAS

- ABNT. (2017). NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- Agência Fiocruz. (2019, setembro 25). Fossas verdes promovem melhoria de saúde no sertão do Ceará. Agência Fiocruz. Disponível em: <https://agora.fiocruz.br/2019/09/25/fossas-verdes-promovem-melhoria-de-saude-no-sertao-do-ceara/> Acessado 15/11/23
- Almeida, J. M. (2017). "Impactos da falta de saneamento básico na saúde pública em áreas rurais."
- Bacia de evapotranspiração construída em comunidade caiçara de Paraty/RJ pelo Projeto Observatório de Territórios Saudáveis e Sustentáveis da Bocaina. Observatório de Territórios Saudáveis e Sustentáveis da Bocaina. Disponível em: <https://www.otss.org.br/saneamento-ecológico>. Acessado 15/11/23
- Carvalho, A. B. (2022). "Investimentos em infraestrutura de saneamento básico: desafios e oportunidades."
- Carvalho, G., et al. (2020). "Performance assessment of a decentralized domestic wastewater treatment system based on evapotranspiration: A case study in Brazil." *Journal of Environmental Management*, 271, 111034.
- Costa e Silva, R. N. T. (ano). Fossa Séptica Biodigestora Bananeira: Sistema de Tratamento de Efluentes Domésticos.
- DA COSTA, Jefferson Martins; DA COSTA CRUZ, Eliomara; LOBATO, Erick Martins. Fossa de tanque evapotranspiração: uma solução sustentável e segura, para tratamento de águas negras no meio rural. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 6, p. 41602-41609, 2020.
- Environmental Protection Agency (EPA). (2018). "Onsite Wastewater Treatment Systems Manual."
- Faria, L. M., et al. (2018). "Combined anaerobic treatment and phytoremediation for decentralized domestic wastewater management." *Journal of Environmental Management*, 206, 1023-1031.
- Ferreira, C. S. (2020). "Participação comunitária no planejamento de projetos de saneamento básico."
- Galbiatti, J. A. (2009). "Tratamento de esgoto doméstico por evapotranspiração: Revisão de literatura." *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 14(2), 221-232.
- Garcia, E. A. P. et al. (2020). Avaliação técnica e socioambiental de biodigestores em pequenas propriedades rurais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 24(1), 66-72.
- Machado, R. L., et al. (2021). "Application of decentralized sewage treatment using evapotranspiration in rural communities in Brazil." *Journal of Water Process Engineering*, 43, 102288.
- Martins, R. L. (2021). "Desafios ambientais associados à gestão de resíduos sólidos urbanos."
- Mara, D. (2004). "Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries." Earthscan Publications.

Ministério do Desenvolvimento Regional. (2017). Manual Técnico de Saneamento - Módulo 1: Sistemas de Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana. Retrieved from https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/tecnico-saneamento/TECNICO_SAN_M1.pdf

Mendes, P. A. (2020). "Infraestrutura de saneamento básico em áreas rurais: uma análise crítica."

No Clima da Caatinga. (s.d.). Entenda como o sistema Bioágua reutiliza até 500 litros de água por dia. Disponível em: <https://www.noclimadacaatinga.org.br/entenda-como-o-sistema-bioagua-reutiliza-ate-500-litros-de-agua-por-dia/>. Acessado 15/11/23

Oliveira, L. F. (2019). "Acesso à água potável e saneamento em comunidades rurais."

Pereira, M. F. L. & Pereira, J. V. L. (ano). Fossa Séptica Biodigestora Bananeira: Alternativa Sustentável para o Tratamento de Esgoto Sanitário.

Pereira, M. R. (2019). "Desigualdades socioeconômicas no acesso aos serviços de saneamento básico em áreas urbanas."

Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (2020). Guia de Planejamento e Implementação do Projeto Fossa Verde: Uma Solução Sustentável para o Saneamento Básico. Retrieved from <https://www.unenvironment.org/pt-br/resources/guia-de-planejamento-e-implementacao-do-projeto-fossa-verde-uma-solucao-sustentavel>. Acessado 15/11/23

Santos, D. T. (ano). Sistema de Tratamento de Efluentes Domésticos: Fossa Bananeira.

Santos, I. C. O. (ano). Fossa Bananeira: Tecnologia Social para Saneamento Básico Rural.

Silva, A. C. et al. (2018). "Desafios no tratamento de esgoto em comunidades rurais."

Silva, M. D., et al. (2015). "Evaluation of the phytoremediation potential of species used in constructed wetlands for sewage treatment." *Ecological Engineering*, 84, 65-73.

Silva, M. R. et al. (2018). Fossa Biodigestora: Uma Alternativa Sustentável para Tratamento de Efluentes e Geração de Biogás. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, 7(1), 231-248.

WeatherSpark. (2023). Clima característico em Firminópolis, Brasil, durante o ano. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/29862/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Firmin%C3%B3polis-Brasil-durante-o-ano>.

Watson, T., et al. (2012). "Watson Wick Design Manual: A Sustainable On-Site Wastewater Treatment System."

Capítulo 3



10.37423/231108439

UTILIZAÇÃO DA FIBRA DE COCO SECO PARA FABRICAÇÃO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS ALTERNATIVA PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL

Lennon Gabriel de Sales

Centro Educacional Brasília de Goiás

Kátia Maria de Souza

Centro Educacional Brasília de Goiás



Resumo: O presente artigo tem como objetivo apresentar os benefícios e aplicabilidade da utilização da casca de coco seco para construção de tijolos de solo-cimento, tornando o material mais barato e sustentável. O uso de tijolos na construção civil tem sido alvo de diversos estudos que procuram uma forma de viabilizar a utilização de novos materiais, mais sustentáveis e baratos, que contribuam para um equilíbrio ecológico sem alterar as capacidades estruturais conferidas pelo tijolo convencional. No Nordeste, são cultivados 224.918 hectares de coqueiros, o que resulta em uma produção anual de resíduos de 729 mil toneladas de casca; 595 mil toneladas de folhas e 243 mil toneladas de inflorescência, totalizando 1 milhão e 567 mil toneladas de resíduos.

Palavra-chave: Tijolo-ecológico; Fibras de coco seco no concreto; Tijolos de solo-cimento.

1. INTRODUÇÃO

Muito se tem discutido sobre a reutilização de diversos materiais de diversas áreas para outros fins, sendo possível esta ação no ramo da engenharia civil, pois é uma área que está em constante crescimento, evolução tecnológica e inclusão de novos produtos sustentáveis.

Bastante utilizado nas construções, os tijolos também representam grande parte dos rejeitos de uma obra, necessitando de locais apropriados para seu descarte, matéria prima de qualidade e em abundância para sua fabricação, porém, têm-se muitos outros meios de tornar os tijolos mais ecologicamente falando, sustentáveis, não apenas no quesito de seu descarte e reuso, como também de sua fabricação, aderindo a novos agregados para baratear o custo da produção, não diminuindo suas características físicas que o tornam tão utilizado atualmente.

Com a ideia das construções sustentáveis surgindo com mais força, entre as tecnologias empregadas, o tijolo de solo-cimento se mostra de forma muito útil para ser empregado nesse sentido. O tijolo de solo-cimento, conhecido também como tijolo ecológico, é um material alternativo de baixo custo, obtido pela mistura de solo, água e baixo teor de cimento, em proporções que são previamente determinadas, que podem ser compactadas na forma de tijolo. Sendo bem executado o processo pode-se obter um tijolo com durabilidade e adequada resistência à compressão (OTO, 2019).

1.1 METODOLOGIA

Este estudo iniciou com uma revisão a partir de artigos acadêmicos, livros, dissertações, manuais e monografias que pudessem aprofundar o conhecimento a respeito do tema e auxiliar no projeto, também serão consultadas leis federais, estaduais e municipais abrangentes. Com as palavras-chave: tijolo-ecológico; fibras de coco seco no concreto; tijolos de solo-cimento; reutilização de fibras de coco seco nos tijolos de solo-cimento, foram realizadas buscas em bases virtuais científicas como o Google acadêmico.

PREPARO DO SOLO-CIMENTO

As ferramentas necessárias para o preparo do solo-cimento são: colher de pedreiro, peneira de malha 4mm a 6mm, lata de 18 litros, regador com “chuveiro”, pá, enxada. Para preparação do solo-cimento foram realizadas as seguintes etapas:

1) Dosagem do solo-cimento.

Traço padrão de 1 para 12, sendo uma parte de cimento para doze partes de solo.

2) Mistura manual do solo-cimento.

- a) O solo foi peneirado em peneira de malha de 4mm a 6 mm.
- b) Foi esparramado o solo sobre uma superfície lisa e impermeável, espalhando o cimento sobre o solo e misturar até que a obter coloração uniforme.
- c) Adicionou-se água aos poucos até obter uma massa uniforme.

PREPARO DAS FORMAS

A produção das formas para a fabricação dos tijolos 25x12,5x6,5 cm. Na segunda etapa foi utilizada a fibra de coco fornecida pela empresa Cocoasis localizada na cidade de Inhumas-GO.

A terceira etapa foi a de moldagem, forma-se uma bola com o solo e lança-o com um golpe nas formas (25x12,5x6,5cm) Foram confeccionados 3 tijolos sem fibra como amostra de referência e 3 tijolos com fibra com 10% em volume. A quarta etapa foi a de secagem. Os tijolos foram deixados por 7 dias à sombra e posteriormente virados e colocados ao sol por mais 7 dias.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 FIBRAS DE COCO E OUTROS COMPÓSITOS

Nascimento e Galvão (2016) verificaram que a utilização da fibra de coco no compósito contribuiu de forma significativa para o conforto térmico e a resistência, quando utilizada em alvenaria de vedação.

O uso de fibras de coco como reforço em matrizes poliméricas é recente, porém apresenta vantagens em relação a outras fibras vegetais. A utilização de fibra vegetal, em particular fibra de coco, como reforço em compósitos com plástico, apresenta várias vantagens quando comparada a outros materiais sintéticos, como, altas propriedades mecânicas específicas, biodegradabilidade, reciclabilidade, baixa densidade, não abrasividade, baixo consumo de energia, baixo custo e oferta de empregos rurais, (TEIXEIRA, 2019).

O mesmo autor complementa que o coco apresenta fibras extremamente resistentes e duráveis com espessura de 12 a 24 microns e apresenta inúmeras vantagens na sua utilização industrial como: inodora; resistente à umidade; não apodrece; não produz fungos, Figura 1.

As fibras, do modo como denominadas usualmente, na verdade são feixes constituídos por células individuais, que por sua vez, compõem-se de micro fibrilas. Essas, por sua vez, são ricas em celulose – polímero vegetal com grau de polimerização da ordem de 25000, (TEIXEIRA, 2019).



Figura 1-Fibras de coco.

Autor: Fonte própria, 2023

2.2 COMPORTAMENTO TERMOGRAVIMÉTRICO

As técnicas termoanalíticas têm sido definidas como sendo métodos nos quais se mede a variação de uma determinada propriedade física de uma amostra em função do tempo ou da temperatura. Esta definição foi proposta por Carvalho (2019) e aceita pela Confederação Internacional de Análise Térmica (ICTA). Como um caso particular das técnicas termoanalíticas, a termogravimetria, é a que acompanha a propriedade física da massa na amostra em função do tempo, ou em função da temperatura.

O tipo mais comum de experimentos empregando essa técnica é a “Termogravimetria Dinâmica, em que se submete a mostra à uma variação constante de temperatura em forno, em quando uma balança monitora sua massa”. O aparelho utilizado para a técnica é chamado “Termobalança” e para que se tenham resultados, é preciso que originem produtos de decomposição térmica voláteis, ou que ocorra incorporação de átomos ou moléculas, provenientes dos gases da atmosfera do forno, respectivamente diminuindo ou aumentando a massa da amostra.

2.3 TRATAMENTO DAS FIBRAS DE COCO VERDE

Segundo Nascimento (2011), existem dois métodos para obtenção de fibras: método convencional e método moderno. No método convencional existem dois procedimentos para extração de fibras: no primeiro é colocada a bucha em tanques d’água por seis meses ou em tanques salgados ou lagoas que requerem de 10 a 12 meses de fermentação anaeróbia para retirada das fibras, eles são amaciados e podem ser descascados, extraídas por batidas que pode ser feita a mão. Depois de talhadas, lavadas e secas, as fibras são afrouxadas e limpas. O resíduo remanescente, que é previamente considerado um desperdício, está recentemente usado como produto horticultural.

O segundo procedimento é o processo mecânico que usa um desfibrador, o qual processa a casca após cinco dias de processo de imersão em água, talhando a casca, amaciando e abrindo as fibras. Há o uso de cilindros para separar a fibra. Como tratamento e controle as fibras são imersas em água destilada. Todas as fibras de coco resultantes desse tratamento são lavadas, secas e avaliadas através do toque e inspeção visual contra a luz.

2.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E MECÂNICAS

A composição química e propriedades morfológicas das fibras de coco certamente conferem maior proteção contra sua decomposição. É ainda importante ressaltar que temperaturas elevadas (por volta de 50°C) aceleram o enfraquecimento das fibras, pois o processo químico torna-se mais rápido.

A fibra vegetal tem suas características físicas e mecânicas bastante susceptíveis a variabilidades de acordo com o clima, qualidade do solo onde são produzidas e época do ano em que são colhidas. Mesmo os processos de obtenção de fibra em si, se mais sofisticado ou rudimentar, utilizando processamentos químicos ou não, influem na qualidade final da fibra.

2.5 SOLOCIMENTO

A ideia do tijolo solo-cimento não é novidade e já foi empregada na construção da Muralha da China, há mais de 4 milênios. De lá pra cá, sua utilização sofreu modificações quanto ao uso e formatos, porém em pequena escala, comparado ao processo tradicional de construções. O solo-cimento é um material alternativo, de baixo custo, obtido pela mistura de solo, cimento e um pouco de água, segundo Carvalho (2019).

No início, essa mistura parece uma “farofa” úmida. Após ser compactada, ela endurece e com o tempo ganha consistência e durabilidade suficiente para diversas aplicações no meio rural. Uma das grandes vantagens do solo-cimento é que o solo é um material local, constitui justamente a maior parcela da mistura, (CARVALHO, 2019).

2.6 TRAÇO TIJOLO COM FIBRA

Lotes de tijolos com fibra de coco foram constituídos com traços - tipo (12:1), sendo 12 partes de solo para 1 de cimento.

É muito importante que a quantidade de água da mistura esteja correta, pois, o solo-cimento compactado com muita água perde a resistência e pode até trincar, por outro lado, se a mistura tiver

pouca água, a compactação fica difícil e também haverá perda de resistência, sendo o ideal traço de 1:10

3. ESTUDO DE CASO

Com o intuito de apresentar de maneira prática a vantagem do tijolo ecológico, apresentando sua resistência e fácil trabalhabilidade, alguns procedimentos foram adotados.

Para fabricação das peças, foram utilizadas formas em madeira medindo 25x12,5x6,5 cm, sendo revestidas com material antiaderente para impedir a aderência da mistura às fibras da madeira, Figura 2.



Figura 1- Fôrmas padronizadas

Autor: Fonte própria, 2023

Após preparação das formas, foi iniciada a mistura dos materiais, nos quais consistiram em 1 (uma) parte de cimento para 12 (doze) partes de solo devidamente selecionado e peneirado, para que não haja interferência quanto à granulometria e homogeneidade da mistura. Foi escolhido local de coleta do solo maior concentração arenosa Figura 3, no qual foi peneirado em malha de 6mm. Após peneirado o solo, o cimento foi acrescentado e misturado completamente, preparando para a inserção da fibra no meio Figura 4.



Figura 2- Solo Utilizado



Figura 3- Peneiramento e Mistura com cimento

Autor: Fonte própria, 2023

Assim que se obteve a uniformidade na coloração, a fibra de coco seco medindo 2,5 cm de comprimento foi adicionada e misturada para que em seguida pudesse colocar a água, onde logo após Figura 5, foi misturada até homogeneizar toda a mistura Figura 6.



Figura 4- Fibra de coco



Figura 5- Homogeneização do Composto

Autor: Fonte própria, 2023

O produto obtido, foi colocado de maneira devida nas formas, e colocado em local sem contato direto com a luz do sol, realizando a hidratação uma vez por dia, por um período de 7 dias, e depois, ficaram expostos ao sol, porém sem incidência de vento por mais 7 dias. Foram fabricadas 6 amostras, nas quais metade com 10% de sua massa em fibra e a outra metade sem acréscimo da mesma. Quanto a absorção de água, o traço com fibra aumentou 134,3% em relação ao traço sem fibra, possivelmente devido à alta capacidade hidrofílica das fibras de coco.

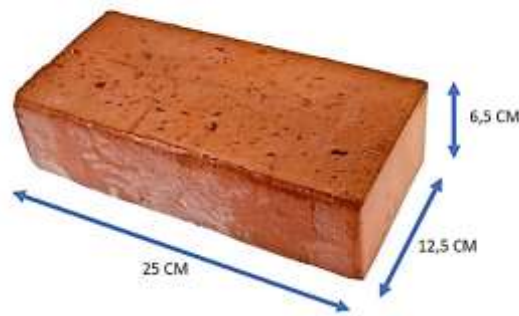


Figura 6- Medidas do Tijolo Ecológico Pronto

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Segundo Soares *et al.*, (2008) Com os resultados obtidos da avaliação mecânica, por meio do ensaio de resistência à compressão simples, verificou-se que os tijolos com 10% em volume de fibras apresentam-se como alternativa viável para substituir tijolos convencionais de vedação, pois obtiveram resultado muito próximo a 1 MPa de acordo com a norma NBR 7171/92 para os blocos cerâmicos empregados em paredes de vedação.

De acordo com os mesmos autores, as amostras foram submetidas ao teste de resistência mecânica, segundo NBR 6460/83, após 15 dias de secagem e de 48 horas de preparação para o teste. O comportamento mecânico dos blocos com adição de fibra foi significativamente superior ao da amostra de referência (sem fibra). Enquanto a amostra com fibra teve média de 8.9Kgf/cm², a amostra de referência obteve média de 6.6 Kgf/cm².

Os estudos a compressão de Neves *et al.*, (2022) os tijolos com fibra apresentaram cerca de 4,5 vezes mais resistência que aqueles sem fibra.

5. CONCLUSÃO

Os tijolos solo-cimento são considerados ecológicos uma vez que não são queimados como o tijolo cerâmico, o que evita desmatamento e também a emissão de gases poluentes na atmosfera. O descarte de materiais nas construções com o tijolo solo-cimento é menor, consequentemente há uma redução de desperdício nas obras.

O conjunto de construções com esse tipo de tijolo, pode trazer uma economia de 20% a 40% em relação a construção com o tipo de tijolo convencional, sendo os maiores fatores contribuintes para

esta economia o acabamento e o revestimento de paredes pois não há necessidade dos mesmos, deixando o próprio tijolo aparente.

Em relação as desvantagens, há baixa popularidade do método gerando desinformação e falta de discussão sobre o tema, o preço do milheiro é superior as demais alternativas como tijolo cozido, bloco cerâmico e bloco de concreto. A utilização de tijolos ecológicos requer certos cuidados, no sentido de evitar as patologias mais comuns: fissuras por efeito de retração, desgaste superficial e percolação de umidade através de paredes.

REFERÊNCIAS

- BEDIN, M. G. “Compósitos com polietileno de baixa densidade e fibra de coco in natura e modificada”, Dissertação de Mestrado em Engenharia e Ciência de Materiais, Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2014.
- CARVALHO, Renan Santos de Sá et al. Estudo da viabilidade da utilização da fibra de coco babaçu em formulações de tijolo solo-cimento. 2019.
- CASTILHOS, L. F. F., Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, Dossiê técnico: aproveitamento da fibra de coco, Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR, pp. 3-8, 2011. [6] BENINI, K. C. C. G. “Inclusão de materiais lignocelulósicos na produção de compósitos plásticos”, Dissertação de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.
- GIRALDELLI, Mariana Aparecida Aspectos ambientais na utilização da fibra de coco verde na produção de tijolos de adobe / Mariana Aparecida Giraldelli - Cuiabá, MT 2021.
- NEVES, Isamara Coelho et al. Análise de viabilidade de inserção de Fibra de Coco em Tijolos de Solo-Cimento. Research, Society and Development, v. 11, n. 2, p. e22311225549-e22311225549, 2022.
- OTTO, Daniel; BECKER, Sara. E-Learning and sustainable development. Encyclopedia of sustainability in higher education, p. 475-482, 2019.
- SOARES, Raquel do Nascimento; SILVA, Adeildo Cabral da; PINHEIRO, José César Vieira. Tijolos de terra crua estabilizados com fibras de coco verde: alternativa para habitação de interesse social. Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, SOBER, 48, Rio Branco-Acre, p.1-9, 20-23 jul. 2008.
- TEIXEIRA, Ronaldo Soares et al. Impact of content and length of curauá fibers on mechanical behavior of extruded cementitious composites: Analysis of variance. Cement and Concrete Composites, v. 102, p. 134-144, 2019.

Capítulo 4



10.37423/231108452

FLORISTICA E VALOR POTENCIAL DE EXPLORAÇÃO SUSTENTÁVEL DE ÁREA DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL

Simone Maria de Almeida Oliveira

*Faculdade de Ciências Agrárias do Vale do
Ribeira - UNESP*

Ocimar José Baptista Bim

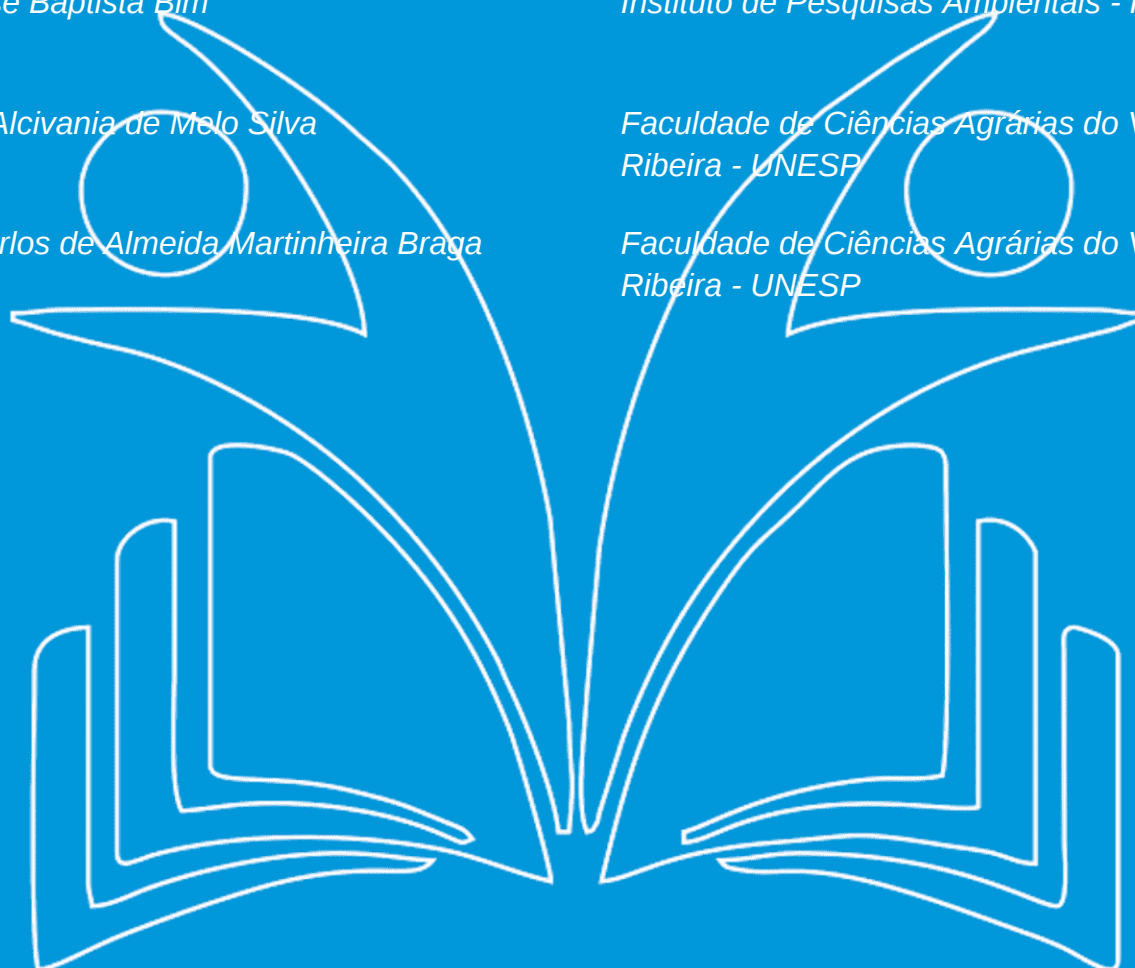
Instituto de Pesquisas Ambientais - IPA

Francisca Alcivania de Melo Silva

*Faculdade de Ciências Agrárias do Vale do
Ribeira - UNESP*

Antonio Carlos de Almeida Martinheira Braga

*Faculdade de Ciências Agrárias do Vale do
Ribeira - UNESP*



Resumo: A restauração ecológica, além dos benefícios para o meio ambiente, pode contribuir para a geração de renda para as comunidades no entorno de Unidades de Conservação. O uso sustentável de espécies nos plantios de restauração, no entanto, tem como entrave a falta de informações sobre os usos potenciais. Assim, o objetivo deste estudo foi indicar, em uma área em processo de restauração ecológica, espécies arbóreas potenciais como fontes de produtos florestais não madeireiros, visando futuros planos de manejo dessas áreas. A pesquisa foi realizada em uma área de restauração de 6 anos, no Núcleo Capelinha do Parque Estadual do Rio Turvo no estado de São Paulo. Foram utilizadas 6 parcelas de 4 x 25 m (1,8 ha), onde foram inventariados todos os indivíduos arbóreos plantados e regenerantes com altura superior a 1,5 m medindo-se o DAP e a altura (H). Os indivíduos com altura menor que 1,50 m, tiveram sua altura medida, foram contabilizados e identificados ao nível de espécie. A identificação taxonômica das angiospermas foi realizada pelo sistema APG. Para as espécies com densidade absoluta acima de 5 indivíduos por hectares e com altura acima de 1,50 m foram calculados o Valor Potencial de Exploração Sustentável (VPES). A área avaliada se apresentou com um alto potencial econômico de uso sustentável com expectativas ao longo dos anos de alcançar pontuação máxima de VPES. É proposto o uso da área para apicultura e coleta de sementes e mudas por se tratar de uma atividade de baixo custo na sua implantação e manutenção e de pouco treinamento para a sua execução.

Palavras -chave: Bioeconomia; Manejo Florestal; Exploração Sustentável.

INTRODUÇÃO

O Brasil abriga a maior biodiversidade do planeta, apresentando mais de 20% do número total de espécies de todo o mundo, distribuídas em seis biomas brasileiros. Conforme dados oficiais, os seis biomas se distribuem em relação ao território brasileiro da seguinte forma: 49,29% de Amazônia; 23,92% de Cerrado; 13,04% de Mata Atlântica; 9,92% de Caatinga; 2,07% de Pampa e 1,76% de Pantanal (SNIF, 2020).

A Mata Atlântica, desde a colonização no Brasil, foi o bioma explorado de maneira mais exaustiva. Atualmente várias tomadas de decisão vêm sendo realizadas para reverter esse cenário, juntamente com a observância da lei. As expectativas são animadoras quando vários exemplos de restauração são apresentados como alternativa para uma boa regeneração levando em consideração diferentes aspectos relacionados a este sistema (Almeida, 2016).

Diferentes modelos de restauração florestal vêm sendo pesquisados em busca de um maior êxito na funcionalidade do sistema (Trentin et al., 2018). Um desafio é o uso sustentável desses novos sistemas. O aproveitamento de produtos não madeireiros, além de contribuir com a economia da comunidade local, é uma atividade considerada sustentável (Elias e Santos, 2016). A exploração dos recursos florestais não madeireiros é considerada um manejo de baixo impacto que pode reduzir consideravelmente os custos da restauração (Silva, 2019).

O Vale do Ribeira, região com os mais bem preservados remanescentes de Mata Atlântica do Estado de São Paulo, tem um potencial considerável para exploração de PFNMs, seja pelo manejo sustentável de suas extensas áreas em processo de restauração localizadas no interior das Unidades de Conservação: Parques, Reserva extrativista (Resex), Área de Proteção ambiental (APAs), seja pelo manejo de áreas de restauração localizadas em propriedades rurais sendo viável a atividade mediante a Resolução (189/2018) da Secretaria do Meio Ambiente (São Paulo, 2018).

A avaliação do valor do produto não madeireiro é importante para diferenciar e valorizar a floresta, observando sua capacidade de gerar novas atividades com menos impacto ambiental. Concretizando que o uso de produtos não madeireiros deixando assim a floresta em pé, atinge-se o desenvolvimento sustentável. Mais os desafios para a consolidação dessas atividades residem no conhecimento das espécies, bem como no manejo das florestas.

Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi indicar, em uma área em processo de restauração ecológica, espécies arbóreas com potenciais como fontes de produtos florestais não madeireiros, visando futuros planos de manejo dessas áreas.

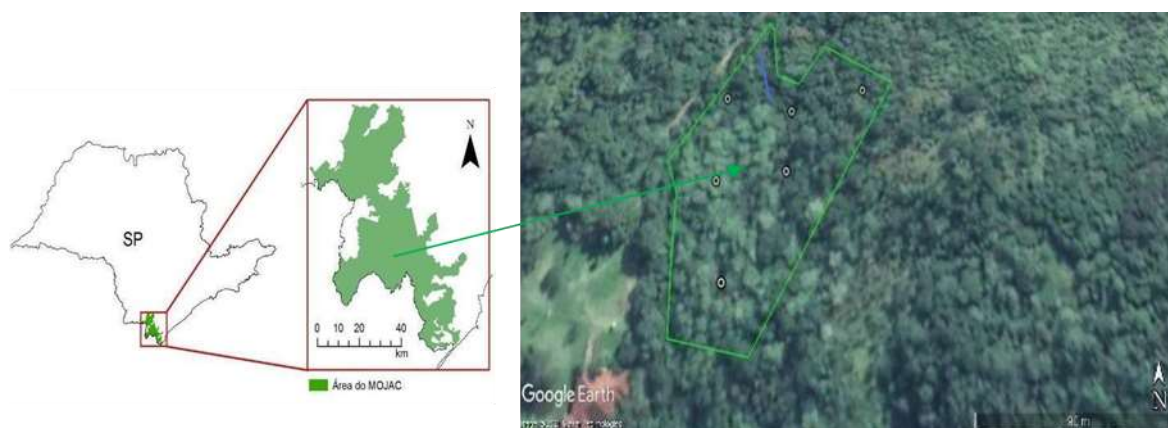
MATERIAL E MÉTODOS

LOCAL DO ESTUDO

O estudo foi realizado no Núcleo Capelinha do Parque Estadual do Rio Turvo (PERT), localizado entre os municípios de Cajati e Barra do Turvo, sul do Estado de São Paulo (Figura 1) (Coordenadas 77°89'42" N e 72°49'22" L). O PERT pertence ao Mosaico Jacupiranga possui uma área de aproximadamente 2.439 km². A área é coberta, principalmente, por Floresta Ombrófila Densa Submontana (IBGE, 2012). De acordo com a classificação climática de Köppen (Köppen e Geiger, 1928), o clima regional é do tipo Cfa Cfb, com temperatura média do mês mais quente superior a 18 °C. A temperatura do mês mais quente varia entre 24 e 25 °C, correspondendo aos meses de janeiro e fevereiro.

A precipitação média anual da região do Vale do Ribeira está em torno de 1.500 mm, com uma variação positiva ou negativa em torno de 250 mm (Alvares et al., 2013). A média total de chuvas durante o mês mais frio alcança 60 mm. O solo da área foi classificado como Cambissolo distrófico (Rossi, 2017).

Figura 1. Área de Coleta localizada no parque do Rio Turvo SP.



Fonte: BIM *et al.*, 2017

O processo de restauração ecológica foi iniciado no ano de 2011 com o plantio de mudas nativas utilizando o método de plantio total com o espaçamento de 3,0 m x 2,0 m (segundo o Pacto pela Restauração da Mata Atlântica), sendo que o processo de recomposição florestal estava ocorrendo de forma adequada, com bom desenvolvimento florístico.

AVALIAÇÕES

Foram avaliadas 6 (seis) parcelas permanentes instaladas no ano de 2015 para outros estudos. Essas parcelas têm dimensões de 4 x 25 m (100 m²) e foram demarcadas de acordo com a metodologia recomendada pelo Pacto da Mata Atlântica e distribuídas em campo de forma a representar toda a área de 1,8 ha. Em cada parcela foram inventariados todos os indivíduos arbóreos com altura superior a 1,50 m (considerados plantados), bem como os indivíduos com altura inferior a 1,50 m (considerados regenerantes), medindo-se altura com auxílio de uma vara graduada. A identificação das espécies em campo se deu com apoio de um técnico do Instituto Florestal. A identificação taxonômica seguiu o sistema proposto por APG IV (2016) para o grupo das angiospermas. Os nomes científicos, bem como sua autoria, foram confirmados de acordo utilizando o Brasil Flora G (2021). A partir dos resultados de número de indivíduos por parcela, foi calculada a densidade absoluta (indivíduos por ha⁻¹ (Mueller e Ellenberg, 1974).

O cálculo do Valor Potencial de Exploração Sustentável (VPES) foi feito para as espécies consideradas (plantadas). De acordo com a FAO (1995), para calcular o, as espécies analisadas devem ter densidade média igual a 5 indivíduos por hectare. Para a composição desses índices, os seguintes parâmetros foram considerados: parte usada, densidade, índices de regeneração, crescimento e conhecimento ecológico geral, processamento, injúrias e toxicidade para humanos. Para cada parâmetro foram designados valores normalizados (0, 1 e 2). A ausência de informações receberá o valor 0 (zero). As informações relativas a usos e aplicações foram sistematizadas de acordo com as categorias indicadas pela FAO (1992): alimentício: possibilidade de alimentação animal. Alimentícia e/ou aditivos: partes comestíveis utilizadas na alimentação humana, incluindo condimentos e temperos. Ornamental: jardinagem, floricultura, decoração, arborização e/ou paisagismo. Apícola: (produção de mel pelas abelhas, atrativo). Medicinal: medicina popular e/ou produto bioquímico de interesse farmacêutico, tanto para tratamento de humanos quanto de uso veterinário. Produto bioquímico: composto (s) químico (s) como tanino, corante, látex, goma, resina, óleo e toxina, entre outros de interesse farmacêutico ou químico-industrial. Ecológico: sementes e plântulas usadas em programas de reflorestamento ou recuperação de áreas degradadas, agrosilvicultura, cortina vegetal ou recurso para a fauna. Outros usos: usos diversos, não referenciados nas categorias anteriores, como, por exemplo, uso como forragem, o doméstico, para cobertura de casas, sombreamento de cultivos, enchimento de travesseiros, jogos, fins religiosos ou místicos. A somatória desses valores resultará no índice VPES, que corresponde aos valores crescentes de sustentabilidade de uso, conforme explicitado a seguir. Os

valores de VPES iguais ou superiores a 10 (máximo = 14) foram considerados como de alta potencialidade de exploração sustentável de acordo com recomendação da FAO (1995).

Para obtenção das informações necessárias ao cálculo do VPES foi realizada ampla pesquisa exploratório-descritiva em fontes de literatura Campos e Sartorelli (2015), Carvalho (2003, 2008, 2010), Lorenzi (2002) e sites especializados, buscando informações sobre distribuição, usos, abundância, dados ecológicos, agronômicos, fitoquímicos e farmacológicos de todas as espécies inventariadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram inventariados na área analisada um total de 104 indivíduos com altura superior a 1,5m, com densidade absoluta calculada de 1720 ind. ha⁻¹, classificados em 20 famílias, e 46 espécies (Tabela 1). As famílias com maiores números de indivíduos foram a Primulaceae, Anacardiaceae, Myrtaceae, Fabaceae e a Euphorbiaceae. Todas as espécies inventariadas tiveram seu VPES calculado, pois sua densidade alcançou o mínimo de 5 ind.ha⁻¹.

Tabela 1- Família, nome científico, nome vulgar, densidade (ind.ha⁻¹) das espécies encontradas em área de restauração no PERT.

Família / Nome Científico	Nome vulgar		
		R	P
ANACARDIACEAE			
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr All	Aroeira verdadeira	33	300
<i>Schinus terebinthefolius</i> Raddi	Aroeira pimenteira	83	250
ARAUCARIACEAE			
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Araucária	33	
ARECACEAE			
<i>Attalea dubia</i> Mart.	Indaiá	17	50
<i>Euterpe Edulis</i> Mart	Juçara		767*
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jerivá	17	
<i>Vernonanthura phosphorica</i> (Vell.) H.Rob	Assa peixe		17
BIGNONIACEAE			
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	Carobão	17	33
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S. Grose	Ipê amarelo	33	17
BOMBACACEAE			
<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart)	Paineira	17	
CANNABACEAE			

<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Crindiúva	17	233
CLETHRACEAE			
<i>Clethra scabra</i> Pers	Carne de vaca	50	33
EUPHORBIACEAE			
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.)	Tapiá	33	300
<i>Croton florinbundus</i> (Spreng)	Capinxigui	83	33
<i>Croton Macrobothrys</i> Baill	Pau de sangue	17	
FABACEAE			
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.)	Angico	33	
<i>Bauhinia forficata</i> Link	Pata de vaca	17	
<i>Centrolobium robustum</i> (Vell.) Mart. ex Benth.	Araribá	17	
<i>Inga marginata</i> Willd	Ingá mirim	17	
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	Ingá macaco	17	
<i>Inga uruguensis</i> Hook & Arn	Ingá	50	
<i>Libidibia férrea</i> (Mart ex Tul)	Pau ferro	17	
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	Bico de pato	317	
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	Sapuva/asa de grilo	100	133
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart)	Pau jacaré	50	150
<i>Senna multijuga</i> (Rich) H. S	Pau cigarra		50
LAURACEAE			
<i>Nectandra grandiflora</i> Ness	Canela amarela		17
<i>Ocotea tabacifolia</i> (Meisn) Rohwer	Canela inhuva	17	
<i>Ocotea nectandrifolia</i> Mez	Canela preta	17	17
LYTHRACEAE			
<i>Lafoensia pacari</i> A. St. Hil	Dedaleiro	167	50
MALVACEAE			
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav)	Embiraçu	17	
MYRTACEAE			
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth)	Murta		67
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart) O. Berg	Guabiroba	17	33
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	33	150
<i>Myrcia splendens</i> (Sw) DC.	Guamirim	33	167
<i>Psidium araca</i> Raddi	Araça	50	
<i>Psidium guajava</i> L.	Goiaba	33	
PIPERACEAE			
<i>Piper aduncum</i> L.	Jaborandi	33	117
PRIMULACEAE			
<i>Myrsine umbellata</i> Mart	Capororocão	17	
<i>Myrsine coriácea</i> (Sw)	Capororoca	100	717
RUBIACEAE			
<i>Alseis floribunda</i> Schott	Quina	33	17
<i>Psychotria laciniata</i> Vell.	Cafezinho do mato		17

SAPOTACEAE			
<i>Pouteria torta</i> (Mart)	Guapeva	17	280
SOLANACEAE			
<i>Solanum mauritianum</i> Scop	Cuvitinga	17	
URTICACEAE			
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba	17	
VERBENACEAE			
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.)	Lixeira	17	

R- Regenerantes; P – Plantadas

Entre as famílias abundantes na área está a das Fabaceae, devido ao fato de apresentar uma maior diversidade nas regiões tropicais e temperadas, em diferentes regiões, altitudes e latitudes em espaços abertos que sofreram algum tipo de distúrbio (Shepherd et al., 2016). É a segunda maior família da eudicotiledonêas que sobressai nas diversas formações estruturais florestais e aberta dando origem a diversos produtos in natura para a indústria farmacêutica como alimentícias e cosméticos tendo muitas espécies melitófilas e utilizada no paisagismo urbano como para reflorestamento com um grande potencial de aproveitamento de seus frutos, folhas e sementes como também na sua característica de fazer simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio (Tozzi et al., 2016).

A segunda família mais abundante é a Myrtaceae, uma família plantropical com grande dispersão em duas regiões América e Austrália, no Brasil é constituída por 23 gêneros e 974 espécies com maior dominância fitogeográfica na mata Atlântica, restinga e cerrado. É facilmente reconhecida por ter as cascas esfoliantes e com grande valor comercial o fuste, estando na história do Brasil nas construções das ferrovias na utilização da Madeira e tendo a celulose muito utilizada, como ornamentais pela característica de seu porte e por ter um conjunto floral muito vistoso, algumas espécies seus frutos são muito utilizados para a fabricação de doces, geleias sorvetes, muitos possuem óleos aromáticos que são extraídos para diversos seguimentos da indústria. Entre outras características, têm espécies muito usadas como condimento e erva medicinal, pois tem potencial para agregar valor não só na economia local como para uso farmacêutico e cosméticos (Judd et al., 2009), (Silva e Mazine, 2016). É representada por muitas espécies na mata atlântica, necessitando de mais estudos sobre os frutos não convencionais como seu valor nutricional, (Andrade, 2019).

A terceira família mais representativa na área de estudo é a Euphorbiaceae, está entre as maiores famílias botânicas, oferece grande potencial de aproveitamento, com mais de 1 100 espécies, nativas ou aclimatadas no Brasil muito utilizado como alimentação humana como na medicina regional (Trindade e Lameira, 2014). O gênero *Croton* é o mais abundante e heterogêneo da Euphorbiaceae

são usadas em restauração de áreas degradadas e tem um grande potencial para a indústria farmacêutica (Silva et al., 2009).

Entre as espécies inventariadas (Tabela 1), encontramos algumas de crescimento rápido como a *Trema micranta*, *Croton florinbundus* Spreng, *Alchornea triplinervia* (Spreng.), *Mrsine coriácea*. A *Ocotea tabacefolia* está ameaçada de extinção de acordo com a lista de espécies para a restauração ecológica do Estado de São Paulo (Barbosa et al., 2017).

A maior densidade absoluta de indivíduos por ha foi *Euterpe edulis* Mart (juçara); uma planta exigente a sombreamento nos seus primeiros anos de crescimento e natural da mata atlântica. Depois de uma exploração ilegal e levar a risco extinção a palmeira por ser extraído o palmito da planta, vem sendo realizado estudos para mudar esse cenário e comece a utilizar sua polpa para que mantenha a palmeira em pé e utilize só seus frutos para consumo como realizado com as palmeiras que sua polpa o açaí também um fruto do mesmo gênero da juçara o *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* pelo seu valor nutricional e ser muito apreciado como alimento a humanos. Os frutos têm valor nutricional que se assemelha a essas outras palmeiras, favorecendo assim seu consumo e sua comercialização nacional e internacional, sendo benéfico para a preservação da mata atlântica como para a bioindústria e contribuindo com o aumento da biodiversidade (Schulz et al., 2016).

A *Mrsine coriacea* (capororoca) foi a segunda maior espécie em densidade absoluta. Usada em regeneração florestal, tem fruto muito apreciado pela fauna e produz muitas sementes (Begnini, 2011). Burger et al. (2021) em uma nova avaliação das folhas da planta *Mrsine coriácea* constatou ação inseticida sobre lagarta - do - cartucho do milho, *S. frugiperda* e o reconhecimento da flavonóides catequina e quercetina nos extratos das folhas.

POTENCIAL DE USO E VALOR POTENCIAL ECONÔMICO SUSTENTÁVEL DAS ESPÉCIES

Todas as espécies têm potencial para ser utilizados com o uso não madeireiro, destacando-se um papel ecológico, medicinal, apícola e alimentício. Assim a conservação da biodiversidade florestal, pode ser consolidada a partir do manejo sustentável, e tendo os protagonistas, os agricultores e povos tradicionais (Henze, 2019).

São muitos os desafios relacionados ao pouco conhecimento e referências em literatura sobre a funcionalidade específica de cada espécie, fazendo com que seu potencial econômico sustentável seja baixo por ter poucas informações. Um bom exemplo é o da *Machaerium nyctitans*, e da *Machaerium*

stipitatum, com potencial medicinal, ecológico, apícola (Carvalho, 2014), mas sem outras informações mais detalhadas, dificultando assim o cálculo para determinar seu potencial econômico sustentável.

Na tabela 2 estão descritos os potenciais de uso das espécies acordo com a FAO (1992). O enquadramento foi realizado para as 46 espécies, dentro das nove classes disponíveis. Confirma-se, portanto que existe um valor agregado na floresta em pé, não só o valor monetário, como seus benefícios à biodiversidade como um todo.

Mais de metade das espécies da área analisada foram classificadas com potencial de uso sustentável e duas acima do ponto máximo. As demais têm poucos estudos, o que dificulta sua classificação quanto ao processamento.

Tabela 2. Valor potencial de uso sustentável (VPES) das espécies em área de restauração no PERT.

ESPÉCIES	VPES							TOTAL
	A	B	C	D	E	F	G	
<i>Alchornea triplinervia</i>	2	2	1	1	1	0	2	9
<i>Aloysia virgata</i>	2	2	2	2	1	0	0	9
<i>Alseis floribunda</i>	2	2	0	0	1	0	2	7
<i>Anadenanthera colubrina</i>	2	2	2	2	1	2	2	13
<i>Araucaria angustifolia</i>	2	2	1	1	2	2	2	12
<i>Attalea dubia</i>	2	2	1	1	1	2	2	11
<i>Bauhinia forficata</i>	2	2	2	2	1	2	1	12
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	2	2	1	1	1	2	2	11
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	2	2	1	1	2	2	2	12
<i>Cecropia pachystachya</i>	2	2	0	2	1	2	2	11
<i>Centrolobium robustum</i>	2	2	1	1	1	0	1	8
<i>Clethra scabra</i>	0	2	1	1	1	1	2	8
<i>Croton florinbundus</i>	2	2	1	1	2	2	2	1
<i>Croton Macrobothrys</i>	2	2	1	1	1	1	2	10
<i>Eugenia uniflora</i>	2	2	2	2	1	2	2	13
<i>Euterpe edulis</i>	2	2	2	1	2	2	0	11
<i>Inga sessilis</i>	2	2	2	2	1	2	2	13
<i>Jacaranda micrantha</i>	2	2	2	2	1	2	2	13
<i>Lafoensia pacari</i>	2	2	2	2	1	2	2	13

<i>Libidibia férrea</i>	2	2	1	1	1	1	1	09
<i>Machaerium nyctitans</i>	2	2	1	1	1	1	1	09
<i>Machaerium stipitatum</i>	2	2	1	1	1	2	2	11
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	2	2	1	1	1	2	2	11
<i>Myrcia splendens</i>	2	2	1	1	1	2	2	11
<i>Myrsine umbellata</i>	2	2	0	0	1	2	2	10
<i>Myrsine coriácea</i>	2	2	0	0	1	2	2	10
<i>Ocotea nectandrifolia</i>	0	2	0	0	0	0	0	02
<i>Ocotea tabacifolia</i>	0	2	0	0	0	0	0	02
<i>Piper aduncum</i>	0	2	0	0	0	0	0	02
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	2	2	2	2	1	1	2	12
<i>Pouteria torta</i>	2	2	2	1	1	2	2	12
<i>Pseudobombax longiflorum</i>	2	2	1	1	1	0	0	07
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	2	2	2	2	1	1	2	12
<i>Psidium araca</i>	2	2	0	0	0	0	2	04
<i>Psidium guajava</i>	2	2	2	2	2	2	2	14
<i>Psychotria laciniata</i>	0	2	0	0	0	0	0	02
<i>Schinus terebinthefolius</i>	2	2	1	1	2	2	2	12
<i>Senna multijuga</i>								
<i>Solanum mauritianum</i>	2	2	2	2	1	0	1	10
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	2	2	1	1	2	2	2	12
<i>Tabebuia serratifolia</i>	2	2	2	1	1	1	2	11
<i>Trema micrantha</i>	2	2	2	2	2	2	2	14

A. Parte da planta; B. densidade de árvores; C. taxa de germinação; D. taxa de crescimento; E. conhecimento ecológico; F. processamento; G. Injúrias/ toxidade para humano.

Entre as espécies com valor máximo de uso sustentável a *Trema micrantha* é mais resistente ao fogo (Carvalho, 2003). Stolarshi et al. (2018) descrevem que é uma espécie pioneira de ampla distribuição geográfica, sombreadora e atrativa de avifauna, é intensivamente plantada em projetos de restauração da Mata Atlântica na região sudeste brasileira”.

A outra espécie com valor máximo de uso sustentável é *Psidium guajava* L, sendo uma fruta tropical com muita variedade e bastante comercializada como fruto in natura como outros produtos

industrializados como doce geleias e outros. Com ampla disponibilidade para uso medicinal, como cosméticos e tendo muitos estudos de suas características farmacológicas (Saju et al., 2022).

Outras cinco espécies atingiram o VPES 13, chegando próximo do potencial de uso econômico de sustentabilidade máximo: *Anadenanthera colubrina* (angico), na classificação de uso para essa espécie (tabela 2), o maior potencial foi o ecológico. A *Anadenanthera colubrina* tem efeitos alelopático que pode interferir nas atividades metabólicas de outras plantas podendo ter dominância em algumas regiões (Martins et al., 2020). Com uma diversidade de uso, a *Eugenia uniflora* L. tem na sua composição bioativos voláteis e não voláteis favorecendo na sua funcionalidade em diferentes setores, tendo variação no seu composto em proporção maiores e menores em relação ao local de seu cultivo, como o clima pode interferir, tem baixa toxicidade para mamíferos favorecendo assim estudos e seu uso por humanos (Fidelis et al., 2022). Já a *Inga sessilis* (Vell) é muito utilizada em sistemas agroflorestais por ter uma interação vantajosas entre as plantas e os insetos, sua introdução na atividade apícola é extremamente desejável. As Fabaceae é a terceira maior família de plantas com flores, sendo muito visitada por abelhas e com grande valor apícola (Wolff, 2017).

O *Jacaranda micranta* (carobão) é indicado para o uso do paisagismo de centros urbanos pela beleza de suas flores. Na recuperação de área degradada é indicada para várias regiões do estado de São Paulo (Barbosa, 2017 ; Carvalho, 2003).

A *Lafoensia pacari* (dedaleiro) apresenta compostos químicos como alcaloides, taninos, quinonas e prolifenóis e seus substratos estão sendo amplamente estudadas para biofilme contra microrganismos patogênicos para os seres humanos. Também são descritos usos medicinais em comunitários (Pavão et al., 2020).

Na figura 2 estão descritos os potenciais de uso de acordo com a FAO (1992). O enquadramento foi realizado para as 46 espécies, dentro das oito classes disponíveis. Os usos mais frequentes ocorreram para as categorias: ecológico (46 espécies), paisagismo (25 espécies), medicinal (35 espécies), alimentício (15 espécies), apícola (33 espécies), produto bioquímico (25 espécies), artesanato/fibra (8 espécies).

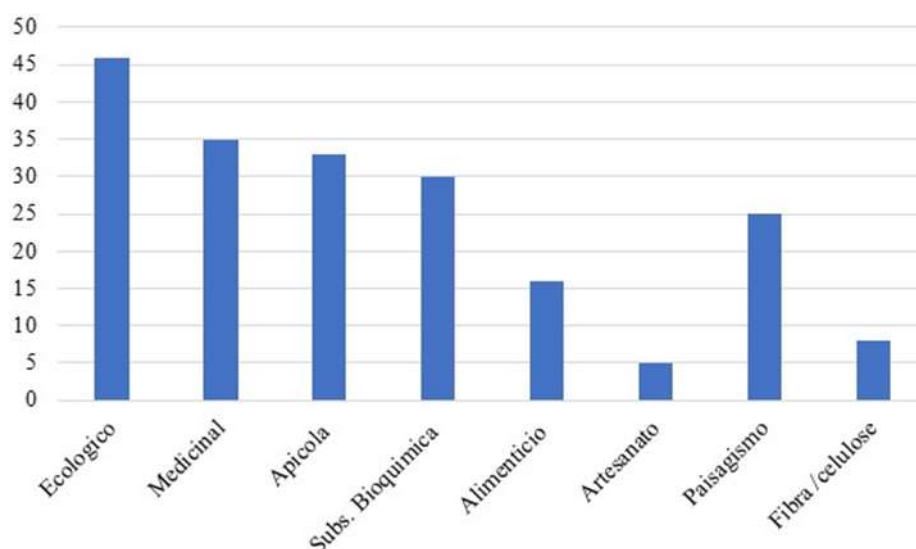


Figura 2. Número de espécies x usos potenciais em área de restauração no PERT.

Levando em consideração os potenciais de uso, a área de restauração como está e sem intervenções, é propícia para a exploração ecológica com coleta de sementes e mudas para restauração e paisagismo, bem como para apicultura, já que essas atividades são consideradas de baixo impacto e baixos custos de implantação. Em fases mais avançadas da restauração pode ser explorado o potencial alimentício

CONCLUSÕES

A área avaliada se apresentou com um alto potencial econômico de uso sustentável com expectativas ao longo dos anos de alcançar pontuação máxima de VPES.

É proposto o uso da área para apicultura e coleta de sementes e mudas por se tratar de uma atividade de baixo custo na sua implantação e manutenção e de pouco treinamento para a sua execução .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso SR. Políticas Públicas de Incentivo à Produção Florestal Não Madeireira no Brasil. Independently published, 2017. 81 p.
- Almeida DS. Recuperação ambiental da mata atlântica. Editus; 2016. [Acesso 07 jul.2022]. Disponível: <https://books.scielo.org/id/8xvf4>.
- Andrade JC. Composição nutricional de frutos não convencionais da família Myrtaceae. Dissertação (Pós-Graduação em Química). Universidade Federal Amazonas – Manaus; 2019. [acesso em 15 jun 2022] Disponível em <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/7573>.
- Chase MW. et al. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society. 06 April 2016; 181(1-20).
- Barbosa JBM. et al. Métodos de controle de braquiária (*Urochloa decumbens* Stapf.) em área de restauração ecológica de mata ripária, DF. Ciência Florestal. [SciELO]. 2018 [acesso em 21 jun 2022]; 28(4):1491-1501. Disponível: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/9WhkJt3Ksc8CgJfF3h5bS4C/#>
- Barbosa LM. et al. Lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do estado de São Paulo. São Paulo: Instituto de Botânica. 2017. P. 4- 344.
- Begnini RM. Chuva de sementes, dispersores e recrutamento de plântulas sob a copa de *Myrsine coriacea*, uma espécie arbórea pioneira no processo de sucessão secundária da Floresta Ombrófila Densa [dissertação]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2011. 109 f.
- Bim OJB. et al. De parque a mosaico: ecologia de paisagem no processo de recategorização do parque estadual Jacupiranga (SP). Confins. 2017 Set:32. doi: <https://doi.org/10.4000/confins.12216>
- Presidência da República (Brasil). Lei complementar no 12.651, de 25 de maio de 2012. Estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais. [Internet]. Casa Civil. [citado em 2022 Jul 7]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/
- Brasil F. Projeto Flora do Brasil 2020 [internet]. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico; 2020. [citado em 2021 set 4]. Disponível em:
- <chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfindmkaj/https://dspace.jbrj.gov.br/jspui/bitstream/doc/118/5/Flora%202020%20digital.pdf>
- Burguer MC. et al. Flavonoides e Atividade Inseticida Sobre *Spodoptera frugiperda* de *Myrsine coriacea* (Primulaceae). Revista Virtual de Química. 2021; 3(4): 953-958.
- Campos FEM, Sartorelli AR. Guia de identificação de espécies-chave para restauração florestal na região de Alto Teles Pires, Mato Grosso. São Paulo: The Nature Conservancy; 2015. P. 248.
- Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa; 2003.
- Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa; 2008.

Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa; 2010.

Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras . Brasília: Embrapa; 2014.

Cruz MSFV. et al. Maturidade de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) B. Ciência Florestal. [SciELO]. 2021 mar [citado 2022 jun 21]; 31(1):515-532. Disponível em:

Chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcgicfindmkaj/https://www.scielo.br/j/cflo/a/6xLmpkp4WVD5MVnrNxqY6Fg/?format=pdf&lang=pt

Elias G, Santos R. Produtos florestais não madeireiros e valor potencial de exploração sustentável da Floresta Atlântica no sul de Santa Catarina. Ciência Florestal. 2016; 26(1): 249-262.

Shepherd TS. et al. Flora fanerogâmica do estado de são Paulo [internet]. São Paulo: Editora Hucitec; 2016. [citado em 2022 jul 28]. Disponível em:

https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/wp-content/uploads/sites/235/2016/06/FFESP-Volume-I_06_24.pdf

Henze TS. Diversidade e potencial madeireiro para exploração sustentável em mata secundária na floresta ombrófila mista. [trabalho de conclusão de curso]. Porto Alegre: Universidade Federal Rio Grande do Sul. 2019.

Horlings I, Marsden T. Rumo ao desenvolvimento espacial sustentável? Explorando as implicações da nova bioeconomia no setor agroalimentar e na inovação regional. SciELO. 2011 Ago; 13(27):142-178. doi: <https://doi.org/10.1590/S1517-45222011000200007>

IBGE. Manual técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2012.

Judd WS, Campbell CS, Kellogg EA, Stevens PF, Donoghue MJ. Sistemática Vegetal: Um Enfoque Filogenético. Porto Alegre: Artmed; 2009.

Köppen W, Geiger R. Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.

Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum; 2002.

Lubke L, Corrêa BJS, Filippi M. Fenofases vegetativas e reprodutivas de *Trema micrantha* (L.) Blume no sudoeste do estado do Paraná. Ciência Florestal. [SciELO]. 2021 Jun; 31(2):863-879. Disponível em: chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgicfindmkaj/https://www.scielo.br/j/cflo/a/XRmKJKpFkK9q6tQPXTphBpd/?format=pdf

Martins GMC. et al. Potencial Alelopático de Extratos Aquosos de Folhas de *Anadenanthera colubrina* (vell.) B. Revista Ouricuri. [internet]. 2020 [citado 2022 jun 21]; 10(1):001-010. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/ouricuri/article/view/8383>

Meinhold K, Darr D. The processing of non-timber forest products through small and medium enterprises - a review of enabling and constraining factors. *Forests*. MDPI [internet] 2019 [citado em 2022 jun 20]; 10(11):1026. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1999-4907/10/11/1026>

Mueller DD, Ellenberg H. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: John Wiley & Sons, 1974.

Pavão D. et al. Capacidade de formação de biofilme por cepas bacterianas e ação antibiofilme do extrato de *Lafoensia pacari* (Lythraceae). Rio de Janeiro: *Revista Fitos*. 2021. P. 153- 165.

Food and Agriculture Organization [homepage na internet]. Esquemas e padrões de certificação para NWFP. [acesso em 21 jun 2022]. Disponível em: <https://www.fao.org/forestry/nwfp/93562/en/>

Rossi M. Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado. São Paulo: Instituto Florestal, 2017.

Saji A. et al. *Psidium guajava*. L Single Plant with Abundant Health Benefits -. A Review. *World Scientific Research*. 2022; 9(1): 1-19. doi: <https://doi.org/10.20448/wsr.v9i1.3842>

Santos SO. et al. Flora de interesse meliponícola em um fragmento de Mata Atlântica no litoral norte da Bahia, Brasil. Porto Seguro: *Paubrasilia*. 2021. P. 0078.

São Paulo. Lei nº 12.810, de fevereiro de 2008. Altera os limites do Parque Estadual de Jacupiranga, [...], institui o Mosaico de Unidades de Conservação do Jacupiranga e dá outras providências. [ALESP]. 2008 Fev. 21 [citado em 2021 ago 22]. Disponível em:

<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2008/lei-12810-21.02.2008.html>

Schulz M. et al. Juçara fruit (*Euterpe edulis* Mart.): Sustainable exploitation of a source of bioactive compounds. *Food Research International*. 2016 Ago; 89(1):14-26. doi: 10.1016/j.foodres.2016.07.027

Silva AT, Mazine FF. A família Myrtaceae na Floresta Nacional de Ipanema, Iperó, São Paulo, Brasil. *Rodriguésia*. 2016 Jun; 67(1): 203-224. Doi: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201667110>

Silva TB. Matas ciliares multifuncionais: restauração ecológica, serviços ecossistêmicos e renda no contexto da agricultura familiar. [dissertação]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2019. 103 f.

Silva TC. et al. Non-Timber Forest Products in Brazil: a bibliometric and a state of the art review. *Sustainability*. 2020 Jul; 12(17): 7151. doi: <https://doi.org/10.3390/su12177151>

Silva JS, Sales MF, Torres CDS. O gênero *Croton* (Euphorbiaceae) na microrregião do vale do Ipanema, Pernambuco, Brasil. *Rodriguésia*. 2009 Dez; 60(4): 879-901, 2009. doi: <https://doi.org/10.1590/2175-7860200960409>

Stolarski OC. et al. *Trema micrantha* (L.) Blume. em plantações para restauração ecológica: desenvolvimento inicial na Floresta Subtropical Brasileira. *Ciência Florestal*. 2018 Set; 28(3): 1217-1229. doi: <https://doi.org/10.5902/1980509833351>

Torres M. Compilación y análisis sobre los productos forestales no madereros (PFNM) en el Perú. San Tiago: FAO, 2011. [acesso em 22 jun 2022]; Disponível em: Non-wood forest products (fao.org).

Tozzi AMGA. Flora Fanerogâmica do Estado SP, V 8. São Paulo: Instituto de Botânica; 2016. [citado em 2022 jun 21]. Disponível em:

https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/ffesp_online/

Trentin BE. et al. Restauração florestal na Mata Atlântica: passiva, nucleação e plantio de alta diversidade. Ciência Florestal. 2018 Mar; 28(1):160-174. doi: <https://doi.org/10.5902/1980509831647>

Lameira OA. Espécies úteis da família Euphorbiaceae no Brasil. Embrapa Amazônia. [alice]. 2014 [citado 2022 Jun 15]; 19(4):1-19. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1026226>

Vicentin A. Monitoramento de mudas em plantio para restauração ecológica em área de floresta ombrófila densa. [dissertação] Sorocaba: Universidade Federal de São Carlos; 2015. 82 f.

Capítulo 5

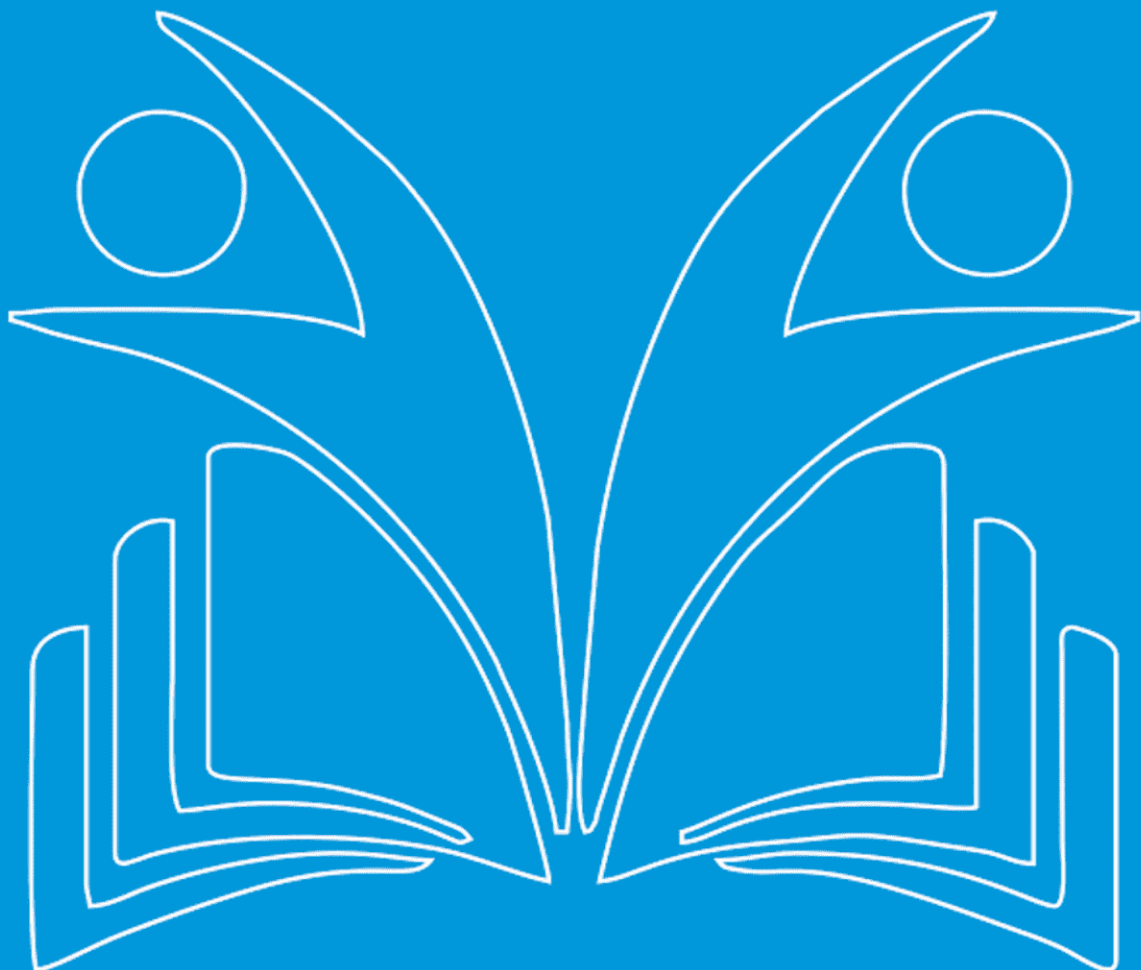


10.37423/231108466

PTERIDIUM ARACHNOIDEUM UTILIZADA PARA FITORREMEDIAÇÃO DE PB EM ÁREAS DE MINERAÇÃO DE CARVÃO

Manoel Fábio da Rocha

Universidade Estadual de Maringá



Resumo: As ações antrópicas têm elevado os teores de elementos-traço (ET's) pelo planeta, ocasionando contaminações em corpos d'água e solos, a exemplo do que ocorre na Bacia Carbonífera Catarinense (BCC) e os passivos ambientais ocasionados pela atividade de mineração do carvão. O presente estudo teve por objetivo realizar uma revisão bibliométrica sobre mineração de carvão e o uso de samambaias como fitorremediadoras e avaliar o potencial fitorremediador da samambaia *Pteridium arachnoideum* em área de depósito de carvão em SC. A metodologia foi dividida em duas etapas: na primeira foi realizada uma análise bibliométrica em banco de dados Scopus e Web of Science (WOS) com termos específicos, como “fern”, “phytoremediation” e “mining”, analisando os artigos publicados entre os anos de 2002 a 2022. Na segunda realizou-se avaliação do acúmulo de Pb no tecido da *P. arachnoideum* coletada em áreas de mineração de carvão da BCC. Criciúma, Forquilha, Lauro Müller, Siderópolis e Urussanga, foram os municípios para o desenvolvimento da pesquisa sobre caracterização dos teores de Pb presente nos rejeitos e estéreis dos depósitos da BCC, por apresentarem maiores problemas com passivos ambientais. Os teores de Pb encontram-se acima do valor de prevenção predito, para o solo, tanto para a resolução CONAMA nº 420/2009, em três depósitos avaliados (A7, A8 e A9) que é de 72 mg.kg⁻¹, quanto para a Portaria do IMA nº 45/2021, de 16,08 mg.kg⁻¹, onde apenas a área A12 não apresentou valor superior ao estabelecido. Os estéreis e rejeitos da mineração são quimicamente pobres em macro e micronutrientes, apresentando teores anômalos de ET's. Mesmo com altos teores de Pb no solo, a *P. arachnoideum*, consegue se desenvolver no ambiente inóspito, demonstrando que pode apresentar potencial para fitoestabilização de Pb.

Palavras-chave: Elementos-traço. Fitorremediação. Pirita.

1. INTRODUÇÃO

As atividades antropogênicas, a exemplo da mineração de carvão, podem ocasionar poluição por elementos-traço (ET's) nos solos e em mananciais de água, como rios e lagos (DANIEL, 2018). Conforme ZHU et al. (2022) a mineração de carvão é uma das atividades mais altamente poluente ao meio ambiente. No Brasil, a ocorrência de carvão mineral abrange os Estados do Sul e SP (SILVA; FERREIRA, 2015).

O dissulfeto de ferro (FeS_2) conhecido como pirita, encontrada nos rejeitos e estéreis da mineração de carvão, que pode, em contato com água ou oxigênio, vim a oxidar e formar a Drenagem Ácida de Mina (DAM), solução aquosa, é um dos principais passivos ambientais da atividade (CÉSAR et al., 2017).

O comportamento dos metais nos solos dependerá de diversos fatores como potencial hidrogeniônico (pH), densidade de partículas, oxihidróxidos de Fe e Al, Capacidade de Troca de Cátions (CTC), matéria orgânica (MO), entre outros (MARRUGO NEGRETE et al., 2017), sendo que reduções do pH podem ocasionar mudanças no oxigênio dissolvido, nas concentrações de Fe, Mn e Al e de ET's (CÉSAR et al., 2017). ET's liberados no solo tem potencial de serem absorvidos pelo sistema radicular, alterando o metabolismo das plantas, podendo ocasionar sérios riscos à saúde humana (GALVAN et al., 2022).

A fitorremediação utiliza plantas e seus microrganismos associados para remediar problemas ocasionados no solo e água, podendo ser usada nos tratamentos de extensas áreas contaminadas com poluentes orgânicos e inorgânicos, como ET's, além de ser uma

técnica com custo relativamente baixo quando comparada a outras técnicas de remediação (ANDRADE et al., 2007).

Em áreas degradadas pela mineração de carvão é possível o uso de plantas com potencial fitorremediador objetivando a recuperação de tais áreas (ZHU et al., 2022). O presente estudo teve por objetivo realizar uma revisão bibliométrica sobre mineração de carvão e a utilização de samambaias como fitorremediadoras e avaliar o potencial fitoremediador da samambaia *Pteridium arachnoiudeum* encontrada em áreas de mineração em SC.

2. METODOLOGIA

1ª PARTE: REVISÃO BIBLIOMÉTRICA

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliométrica sobre a questão norteadora da mesma: Quais as potencialidades da utilização de samambaias na recuperação de áreas degradadas pela atividade de mineração de carvão?

A delimitação da pesquisa foi do ano de 2002 até 2022, tendo um banco de dados de 20 anos. Sendo que foram excluídos artigos de conferência, livros, capítulos de livros e outros tipos de publicações.

As pesquisas foram realizadas nas bases de dados Scopus e Web of Science (WOS), a partir de janeiro de 2023. As buscas de artigos se deram por meio de palavras-chave presentes no título do artigo, no resumo e nas palavras-chave para a base Scopus (SCOPUS, 2017) e selecionou-se a opção “tópicos”, correspondente à presença das palavras que aparecem no título, no resumo e nas palavras-chave plus e palavras-chave do autor, para a base WOS.

O portfólio bibliográfico fora composto através da seleção de palavras chaves combinadas a operadores booleanos, sendo que para a Scopus usamos: (“fern” AND “phytoremediation” AND “mining”) OR (“coal mining” AND “fern” AND “lead”), retornando 55 publicações, onde três eram capítulos de livros e uma conferência, logo obtivemos 51 artigos.

O uso dos termos OR e AND, conforme VISENTIN et al. (2019), são indispensáveis para a busca. O termo OR indica que pelo menos um dos termos pré-definidos deve aparecer nos resultados da pesquisa e o termo AND indica que todos os termos utilizados devem aparecer nos resultados da pesquisa, sendo que para ambas as pesquisas (Scopus e WOS) foram usados os mesmos procedimentos.

Na análise bibliométrica foram avaliados países, áreas temáticas, financiadores das pesquisas e os periódicos. A análise sistemática abordou detalhes em cada um destes tópicos como quais países tem publicações sobre o tema; quais as áreas temáticas se destacam em relação ao assunto; quem são os financiadores das pesquisas e quais periódicos destacam-se com mais publicações.

2ª PARTE: AVALIAÇÃO DO ACÚMULO DE PB NO TECIDO DA SAMAMBAIA *P. ARACHNOIDEUM*

O presente estudo deu-se em cinco municípios da Bacia Carbonífera Catarinense (BCC): Criciúma, Forquilha, Lauro Müller, Siderópolis e Urussanga, todos integrantes da Associação dos Municípios da Região Carbonífera (AMREC).

BCC é a denominação da unidade geomorfológica, que ocupa uma área de aproximadamente 1.659 Km², localizada no extremo sul de SC, em uma faixa alongada na direção Norte – Sul, sendo os Argissolos e os Cambissolos, os solos mais representativos da região, com aproximadamente 43,1% e 24,22%, respectivamente (EPAGRI, 2022).

A geologia da região encontra-se enquadrada no Grupo Guatá que se compõe de camadas de carvão e sedimentos não-glaciais, apresentando duas formações: a formação superior (Palermo) constituída por sítios arenosos, siltitos e folhelhos silticos, e a formação inferior (Rio Bonito) de origem flúvio-deltaicos, com seção arenosa (base), argilosa (intermediária) e areno-argilosa (superior) abarcando camadas de carvão (MAAHS et al., 2019).

A *P. arachnoideum* foi encontrada em todas as áreas dos cinco municípios, sendo que tais áreas se caracterizaram por possuírem rejeitos brutos e não sofreram nenhum tipo de procedimento de recuperação. A coleta, identificação da samambaia, análise química dos estereis e rejeito piritoso, análise do tecido da planta, foram obtidos da tese de doutorado de ANDREOLA (2015).

Para a realização da amostragem foi realizado, através de caminhamento, coleta de *P. arachnoideum*. O material foi acondicionado em sacos plásticos identificados e mantidos abertos para impedir possíveis danos nas samambaias, além de manter o rejeito piritoso e o solo presente no sistema radicular e a estrutura das plantas conservadas durante o transporte dos cinco municípios a UDESC.

As samambaias foram transportadas ao Laboratório de Levantamento de Análise Ambiental (LLAA) do Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV UDESC. O rejeito piritoso e o solo foram secos em estufa por 24 h a 60 °C, sendo moídos e passados em peneira de 2 mm. Para caracterizar o rejeito e solo foram determinados pH em água, utilizando-se uma relação solo/solução de 1:1, teores de P, K e Na pelo método Mehlich; Ca, Mg e Al com solução KCl 1 mol L⁻¹ (TEDESCO et al., 1995) e MO (WALKLEY; BLACK, 1934). Os teores de argila foram determinados pelo método EMBRAPA (1997).

3. RESULTADOS

Para a revisão bibliométrica obtivemos: Para os termos "coal mining", "fern" e "lead" a base de dados WOS retornou apenas um resultado: o artigo "Ferns and lycophytes in coal mining waste and tailing landfills" (ANDREOLA et al., 2022). Para os termos "fern", "phytoremediation" e "mining" na WOS, retornaram três resultados: "Phytoremediation: role of terrestrial plants and aquatic macrophytes in the remediation of radionuclides and heavy metal contaminated soil and water", artigo publicado no periódico Environmental Science And Pollution Research (2021); "A review of in situ phytoextraction

of rare earth elements from contaminated soils” no periódico International Journal of Phytoremediation (2021) e “Smaall-scale and household methods to remove arsenic from water for drinking purposes in Latin America” no periódico Science Of The Total Environment (2012).

Para os termos “coal mining”, “fern” e “lead” apenas dois: Ferns and lycophytes in coal mining waste and tailing landfills, publicado no periódico Environmental Science And Pollution Research (2022) e Phytomining of rare earth elements - A review, publicado no Chemosphere (2022).

O número de países que publicaram sobre o tema é relativamente baixo quando comparado ao fato de que a mineração de carvão e seus efeitos maléficos são sentidos em diversos países que praticam tal atividade. Tal comportamento pode ser fruto da pouca adoção de planos para recuperação das áreas (solos e águas) atingidas pela mineração de carvão e os problemas acarretados pela mesma, como a DAM. Os idiomas utilizados nos 51 artigos foram: inglês (49), mandarim (1) e português (1). China, Índia e Austrália destacam-se com 29, 05 e 04 artigos publicados, respectivamente.

As revistas que publicam sobre o tema apresentam foco na área das Ciências Ambientais, tais como ecotoxicologia, desenvolvimento sustentável, ecossistemas, recuperações de áreas degradadas por ET's, dentre outras áreas, incluindo aqui as ciências biológicas (biota, utilização sustentável do meio ambiente, flora e fauna, etc) e agrárias (degradação e restauração dos solos, planos de recuperação de áreas degradadas, etc).

Os periódicos com maiores números de artigos publicados são “Ciência Ambiental e Pesquisa de Poluição”, “Poluição ambiental” e “Quimiosfera” com seis, cinco e quatro publicações, respectivamente, seguidos por “Ciência do Meio Ambiente Total”, “Jornal Internacional de Fitorremediação” e “Diário de Materiais Perigosos”, cada um com três publicações ao longo de 2002 a 2022. Os outros periódicos aparecem com duas ou apenas um artigo publicado.

Para a segunda parte da metodologia obtivemos: Os teores de Pb no rejeito piritoso (RPS), no sistema radicular e na parte aérea (quadro 01) apresentaram correlação linear positiva ($P < 0,05$), indicando que a presença de Pb no RBS condiciona a presença no tecido da planta.

Quadro 01: Correlação linear positiva entre teores de Pb no rejeito piritoso e solo (RPS), sistema radicular e parte aérea de *Pteridium arachnoideum*.

	Pb RPS	Pb sistema radicular	Pb parte aérea
Pb RPS	1		
Pb sistema radicular	0,83	1	
Pb parte aérea	0,64	0,76	1

Fonte: Os Autores (2023).

Para teores de Pb no RPS, na parte aérea e no sistema radicular observou-se os coeficientes de variação (CV) 4,81%, 12,76%, e 25,29%, respectivamente. Os Teores Pb nas áreas A7, A8 e A9 (quadro 02) encontram-se acima do valor de prevenção estabelecido pela resolução CONAMA No 420/2009 de 72 mg.kg⁻¹ de solo e a área A7 também ultrapassa o valor de investigação para solo agrícola e residencial.

Quadro 02: Teores médios de Pb no RPS, no sistema radicular e parte aérea da *P. arachnoideum* coletada em 9 áreas de mineração de carvão e uma área testemunha (AT2). *Letras minúsculas correspondem a comparação entre áreas para teste Tukey e 5% de significância.

Áreas	Teor RPS mg.Kg ⁻¹	Teor Sist. Radicular mg.Kg ⁻¹	Teor parte aérea mg.Kg ⁻¹
A1	52,81 c	0,41 c	1,00 bcd
A3	55,98 c	0,56 bc	1,96 b
A5	58,28 c	0,50 c	1,41 bc
A7	839,74 a	4,19 a	4,23 a
A8	141,51 b	2,61 a	5,21 a
A9	146,29 b	1,93 ab	1,01 bcd
A11	60,81 c	0,57 bc	0,49 d
A12	6,11 d	0,34 c	0,57 cd
A22	46,15 c	0,59 bc	2,06 b
AT2	55,03 c	0,22 c	0,49 d

Fonte: Os Autores (2023).

As áreas A9 e A8 apresentam teores de Pb sete vezes inferior a área A7 (quadro 03), mas, os teores no tecido da planta são semelhantes.

Quadro 03: Correlação linear entre teores de Pb no rejeito piritoso e no solo (RPS) versus fator de translocação e RPS versus fator de bioacumulação para *P. arachnoideum*.

	Pb RPS
Pb RPS	1
Fator de translocação	- 0,41
Fator de bioacumulação	- 0,37

Fonte: Os Autores (2023).

4. DISCUSSÃO

Em relação a revisão bibliométrica percebe-se a carência de mais artigos, trabalhos e pesquisas relacionadas a temática de fitorremediação utilizada em áreas de mineração de carvão para remoção ou mitigação dos problemas ambientais relacionados a presença de elementos-traço.

Em relação a samambaia e a avaliação realizada na espécie *P. arachnoideum*, temos que os Teores Pb nas áreas A7, A8 e A9 encontram-se acima do valor de prevenção estabelecido pela resolução CONAMA No 420/2009 de 72 mg.kg-1 de solo e a área A7 também ultrapassa o valor de investigação para solo agrícola e residencial.

O teor de Pb encontrado no solo da área testemunha (55,03 mg.kg-1) foi superior ao valor de referência de qualidade Pb, conforme Portaria nº 45/2021 do Instituto do Meio Ambiente (IMA), para SC é igual a 16,08 mg.kg-1 (IMA, 2021). Para o solo o teor é quase quatro vezes maior do que aquele recomendado pela Portaria.

Os altos teores de Pb que ocorrem nas áreas A7, A8 e A9 podem estar associados à geoquímica do mesmo, que é pouco móvel, podendo ser complexado por matéria orgânica, quimissorvido em óxidos de silicato e minerais e precipitado como carbonato, hidróxido ou fosfato, sendo um dos metais tóxicos mais abundantes no carvão (ANDREOLA, 2022).

Quanto maior for o FB, maior será a capacidade da samambaia em transferir determinado elemento-traço presente na solução do solo, conseqüentemente, maior será a capacidade da planta em remover o elemento do meio ambiente. Nas áreas da pesquisa o FB mais alto, para a *P. arachnoideum*, para Pb,

fora na A12, de 14%, percentual baixo quanto comparado a *Athyrium wardii*, outra espécie de samambaia que, conforme ZHAN et al. (2018) pode apresentar FB de até 78% para Pb. Em relação ao FT seu valor indica a eficiência da *P. arachnoideum* em translocar o Pb presente no sistema radicular para a parte aérea, sendo as áreas A22, A3 e A5, as quais se destacaram em relação ao fator. A *P. arachnoideum* pode ser considerada como fitoestabilizadora.

5. CONCLUSÕES

A revisão bibliográfica permitiu analisarmos diversas pesquisas sobre o uso de samambaias com potencial fitorremediador para áreas degradadas com ET's, encontrando samambaias como a *Pteris vittata* L., *Pteris multifida* e *Athyrium wardii*, que apresentam potencial fitorremediador maior que a *P. arachnoideum*, por conseguirem acumular mais Pb em seu tecido, porém isso não impede seu uso em áreas degradadas pela mineração de carvão.

Os teores de Pb presente no tecido da samambaia *P. arachnoideum* indicam que a planta pode ser considerada fitoestabilizadora pois, as áreas A7, A9 e A8, que apresentaram maiores teores do ET, não foram as mesmas quando analisado, por exemplo, o FT, onde A22, A3 e A5, são as áreas que apresentam maiores valores para o referido fator.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J.C. DA M.; TAVARES, S.R. DE L.; MAHLER, C.F. Fitorremediação: O uso de plantas na melhoria da qualidade ambiental. Oficina de Textos, 176 páginas, volume único, 2007.
- ANDREOLA, A. Relação entre a presença de samambaias e licófitas e o teor de elementos-traço em áreas degradadas pela mineração de carvão em Santa Catarina, sul do Brasil. Tese (doutorado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Lages. 158 páginas, 2015.
- ANDREOLA, A.; ROSINI, D.N.; CAMPOS, M.L.; BIASI, J.P.; ZANETTE, V.C.; BORTOLUZZI, R.L.C.; MIQUELUTTI, D.J.; NICOLEITE, E.R. Ferns and lycophytes in coal mining waste and tailing landfills. Environmental Science and Pollution Research. Volume 29, 12 páginas, 2022.
- CÉSAR, R.; ROCHA, B. C. R. C.; CASTILHOS, Z. C.; CAMPOS T. M. P.; SCHNEIDER, C. Bioensaios com oligoquetas edáficos para avaliação da eficácia do tratamento de resíduos de mineração de carvão em cenário de disposição terrestre. Revista Geociências, 36, págs. 793 – 800. 2017.
- DANIEL, E. S. Aplicação de cobre, crescimento, morfogênese e nutrição mineral em gramíneas tropicais. Tese (Doutorado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Lages, 109 páginas, 2018.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Serviço nacional de levantamento e conservação do solo. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 212 páginas, 1997.
- EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Zoneamento agroecológico e socioeconômico do Estado de Santa Catarina. 1.010 páginas, 2022.
- GALVAN, N. S.; CAMPOS, M. L.; MIQUELLUTI, D. J.; ESTEVES, M. E. S.; DORS, P. Plantas medicinais e metais pesados: uma revisão bibliométrica. Research, Society and Development, v. 11, n. 9, 2022.
- IMA – Instituto do Meio Ambiente. PORTARIA Nº 045/2021. 16 páginas, disponível em: <https://consultas.ima.sc.gov.br/portarias/pdf/2802> Acesso em 06/02/2023.
- MAAHS, R.; KUCHLE, J.; SCHERER, C.S.; ALVARENGA, R.S. Sequence stratigraphy of fluvial to shallow-marine deposits: The case of the early Permian Rio Bonito Formation, Paraná Basin, southernmost Brazil. Brazilian Journal of Geology. Volume 49, 20 páginas, 2019.
- MARRUGO NEGRETE, J.; PINEDO-HERNANDEZ, J.; DIEZ, S. Avaliação da poluição por metais pesados, distribuição espacial e origem em solos agrícolas ao longo da bacia do rio Sinú, Colômbia. Ambiente. Res., 154, pp. 380 – 388, 2017.
- SCOPUS. Scopus® Quick reference guide. ELSEVIER, 9 páginas, 2017.
- SILVA, L. M. DA.; FERREIRA, R. L. Environmental Impact Caused by Coal Mining in The South of Santa Catarina State. Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade, v.6 n.4 – 2015.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2.edição, Porto Alegre, Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. (Boletim Técnico de Solos, 5), 174 páginas, 1995.

VISENTIN, C.; TRENTIN, A. W. S.; BRAUN, A. B.; THOMÉ, A. Application of life cycle assessment as a tool for evaluating the sustainability of contaminated sites remediation: A systematic and bibliographic analysis. Science of The Total Environment, v. 672, p. 893-905, 2019.

WALKLEY, A.J.; BLACK, I.A. Estimation of soil organic carbon by the chromic acid titration method. Soil Sci. Volume 37, 10 páginas, 1934.

ZHAN, J.; LI, T.; YU, H.; ZHANG, X. Cd and Pb accumulation characteristics of phytostabilizer *Athyrium wardii* (Hook.) grown in soils contaminated with Cd and Pb. Environmental Science and Pollution Research. Volume 25, 11 páginas, 2018.

ZHU, X.; LI, J.; CHENG, H.; ZHENG, L.; HUANG, W.; YAN, Y.; LIU, H.; YANG, X. Assessing the impacts of ecological governance on carbon storage in na urban coal mining subsidence area. Journal Ecological Informatics. Volume 72. 2022.

Capítulo 6



10.37423/231108469

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DA DUPLICAÇÃO DA BR 101 RJ-NORTE, TRECHO COMPREENDIDO ENTRE O KM 144,2 E 190,3

Raphael do Couto Pereira

Troy University (EUA)

Carolina Dias Lelacher

Dasi Consultoria E Engenharia

Josimar Ribeiro de Almeida

*Universidade do Estado do Rio de Janeiro –
UERJ*

Patrícia dos Santos Matta

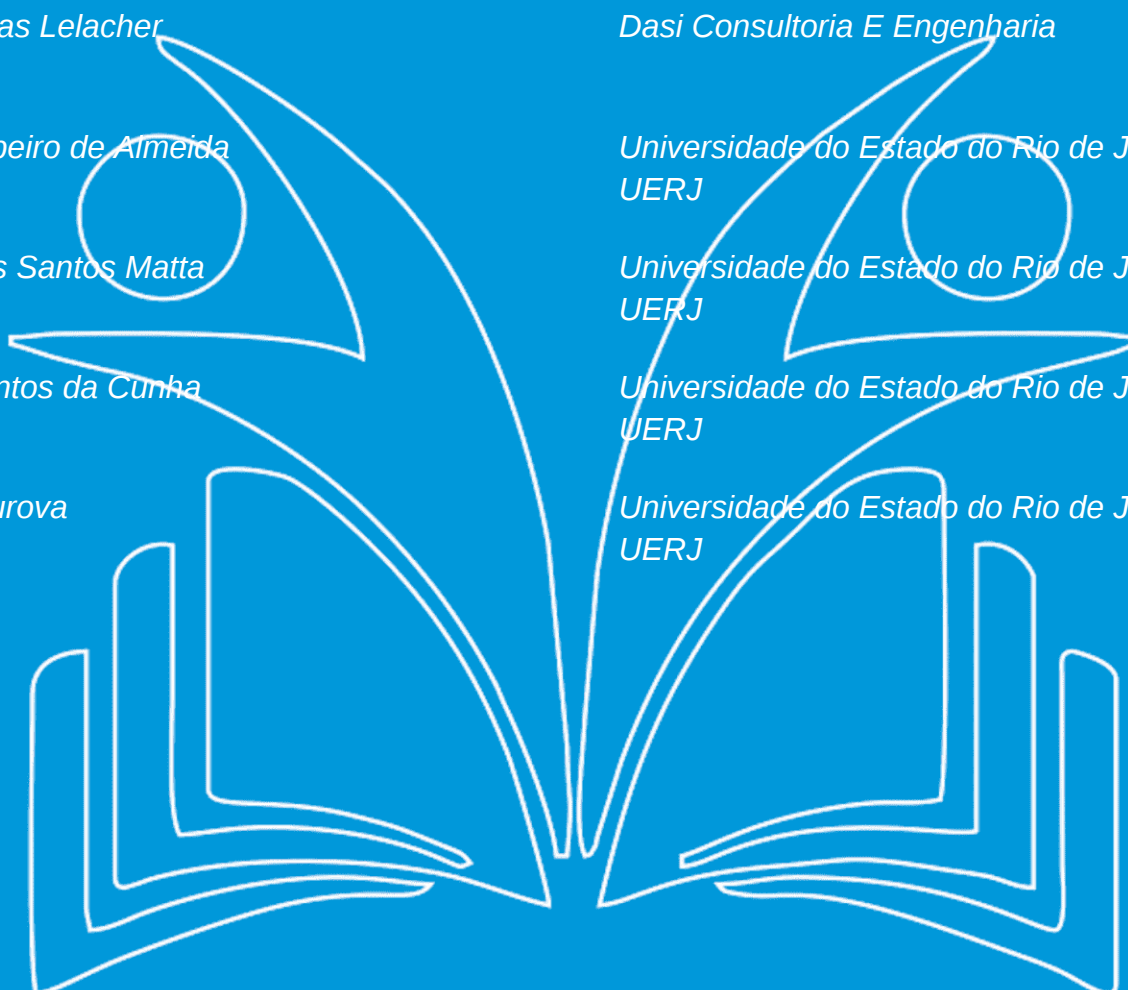
*Universidade do Estado do Rio de Janeiro –
UERJ*

Tatiana Santos da Cunha

*Universidade do Estado do Rio de Janeiro –
UERJ*

Tetyana Gurova

*Universidade do Estado do Rio de Janeiro –
UERJ*



Resumo: A BR 101 é uma rodovia de grande importância para o país e vêm sofrendo obras de duplicação para diminuir o número de congestionamentos e acidentes ao longo de sua extensão. O trecho compreendido entre o km 190,3 e o km 144,2 transpassa uma Unidade de Conservação (UC) e uma Área de Proteção Ambiental (APA), áreas onde a biodiversidade deve ser preservada, tendo seu amparo legal através de Lei 6938/81, Política Nacional do Meio Ambiente. Foram identificados onze impactos ambientais do meio biótico causados por este empreendimento e avaliados através de uma matriz de interação. Os impactos foram negativos e revelam uma situação preocupante devido aos danos permanentes causados ao ecossistema adjacente, que podem afetar as populações da fauna e da flora.

Palavras-chave: duplicação de rodovia; impactos ambientais; fragmentação de habitat; matriz de interação.

I INTRODUÇÃO

As atividades humanas ocasionam impactos ambientais quando afetam positivamente ou negativamente o meio ambiente ou alguns de seus elementos. Deste modo, a construção ou ampliação de uma infraestrutura rodoviária implicará na geração de significativos impactos. No Brasil, somente a partir da década de 80, efetivamente, começou uma maior preocupação com as questões ambientais, devido às pressões exercidas pelos organismos multilaterais de financiamento para grandes projetos, pois nesta época o meio ambiente era visto como um entrave ao crescimento (SILVA; DA SILVA, 2013).

Os países latino-americanos signatários do Tratado de Assunção de 1991 e fundadores do MERCOSUL (Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai) contam com recomendações do GMC (Grupo de Mercados Comuns), onde dentre algumas recomendações de cunho ambiental há o Acordo-Quadro sobre Meio Ambiente do MERCOSUL, a recomendação MERCOSUL/CMC/DEC. Nº 02/01, onde em seu capítulo II, Artigo 4º descreve que o presente Acordo tem como objetivo o desenvolvimento sustentável e a proteção do meio ambiente mediante a articulação entre as dimensões econômicas, sociais e ambientais, contribuindo para uma melhor qualidade do meio ambiente e de vida das populações.

A política ambiental dos Estados Unidos é definida pelo National Environmental Policy Act – NEPA, tendo sido promulgada em 1º de janeiro de 1970, e expõe princípios que devem ser seguidos pela Administração quando da implementação de projetos com relativo impacto ambiental, segundo Magrini (1989 apud ROCHA et al. 2005), a NEPA é considerada o principal marco da conscientização ambiental, sendo uma resposta às pressões crescentes da sociedade organizada para que os aspectos ambientais passassem a ser considerados na tomada de decisão sobre a implantação de projetos capazes de causar significativa degradação ambiental.

Diante da diversificação de impactos associados desde a fase de construção a implantação das rodovias, o meio ambiente é parte vulnerável nesse contexto, segundo Fogliatti et al (2004), os estudos ambientais desenvolvidos para estes empreendimentos devem caracterizar para cada fase as principais atividades impactantes e o meio impactado, com a finalidade de elaborar medidas de preservação, mitigadoras e até mesmo compensatórias, a fim de garantir que a intervenção humana na natureza seja a menor possível.

As rodovias são importantes para a melhoria da qualidade de vida e tráfego entre cidades vizinhas, promovendo desenvolvimento socioeconômico (MAGALHÃES et al., 2011). Por ser um modal de

transporte com menores custos fixos e flexibilidade em relação às origens e destino de cargas, apresentam vantagens significativas se comparadas aos demais modais.

A construção e manutenção de uma rodovia geram diversos impactos ambientais, que podem atingir o meio antrópico, físico e biótico (TROMBULAK & FRISSEL, 1999; MAGALHÃES et al., 2011). A Resolução Conama nº 001, de 23 de janeiro de 1986, em seu artigo 1º, considera impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais.

Todo empreendimento no modal rodoviário geram intervenções ambientais na área de influência direta e alteração ambiental nas áreas de influência indireta. Dentre os impactos ambientais provocados por projetos de transporte, estão: poluição do ar, ruído, intrusão visual, efeitos sobre o solo, efeitos sobre águas superficiais e subterrâneas, impacto sobre biota e segregação de comunidades. Para a mensuração dos impactos é necessário considerar alguns aspectos, sendo alguns deles: aspectos geológicos, hidrológicos, geomorfológicos, climáticos, ecossistemas, volume de desmatamento, interferência na infraestrutura existente, unidades de conservação ambiental, sítios arqueológicos, espécies de fauna e flora ameaçadas e outros aspectos relevantes.

Embora seja possível prever impactos que ocorrem na construção e manutenção de rodovias, é importante que cada caso seja estudado particularmente.

A BR 101 é uma rodovia federal, que cruza doze estados nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste e é oficialmente denominada Rodovia Governador Mário Covas. Foi construída entre os anos 60 e 70, com duas pistas de sentidos contrários, e vêm passando por um processo de duplicação ao longo de diversos trechos da sua extensão, na tentativa de diminuir o número de acidentes e engarrafamentos (AUTOPISTA FLUMINENSE, 2014). O trecho compreendido entre o km 190,3 e o km 144,2, localizado no Estado do Rio de Janeiro, transpõem duas unidades de conservação, a Reserva Biológica União (REBIO UNIÃO) e Área de Proteção Ambiental (APA) da Bacia do Rio São João, exigindo uma avaliação cuidadosa dos impactos ambientais causados pela duplicação.

Avaliação de Impactos Ambientais da duplicação da BR 101 RJ/Norte, trecho compreendido entre o KM 144,2 e 190,3.

A partir do Estudo de Impactos Ambientais (EIA) realizado pela empresa de concessão rodoviária Autopista Fluminense (2014), em cumprimento de condicionante exigida para obtenção da Licença Prévia do empreendimento, o presente estudo pretende avaliar os impactos ambientais do meio biótico, fauna e flora, causados pela duplicação e se os mesmos são capazes de afetar drasticamente a dinâmica das Unidades de Conservação, a REBIO UNIÃO e APA da Bacia do Rio São João, inseridas dentro do trecho rodoviárias objeto desse estudo. Assim, visando identificar os impactos relacionados com a fauna e a flora causados pela duplicação da rodovia BR 101 no trecho analisado, promover a avaliação da importância de cada impacto através da atribuição de valores categóricos aos mesmos e discutir cada impacto em particular e avaliação dos efeitos e consequências no empreendimento específico estudado.

II MATERIAL E MÉTODOS

O empreendimento, objeto deste estudo, é a rodovia BR 101 RJ/NORTE no trecho em duplicação compreendido entre o km 144,2 (N: 7.512.444 e E: 183.966) ao km 190,3 (N: 7.541.008 e E: 216.037), que percorre quatro municípios, sendo eles: Rio das Ostras, Macaé, Conceição de Macabu e Casimiro de Abreu. A área de estudo em questão transpassa a Reserva Ecológica União e a Área de Preservação Ambiental da Bacia do Rio São João e Áreas de Preservação Permanente.

Para avaliar os impactos ambientais, foi utilizado o Estudo de Impactos Ambientais (EIA) realizado pela Autopista Fluminense, disponibilizado publicamente pelo IBAMA (2013) em sua página eletrônica (site). Também foi consultada a base de dados do Google Scholar, utilizando as palavras-chaves “impactos ambientais”, “rodovia”, “environmental impacts” e “road”.

Com os dados obtidos foi concretizada uma metodologia de Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), a matriz de interação, levando em consideração apenas os aspectos do meio biótico, para melhor detalhamento do mesmo e realizada segundo Cremonez et al. (2014). Foram identificados onze impactos diferentes e utilizados sete critérios para classificar cada impacto: Natureza, Influência, Dimensão, Prazo, Ciclicidade e Reversibilidade e Importância.

A partir do conhecimento dos impactos ambientais causados durante as obras de duplicação da rodovia é possível mensurar seus efeitos na REBIO UNIÃO e APA da Bacia do Rio São João, a potencialidade desses impactos em alterar a dinâmica existente nas reservas ambientais e se serão negativos para a fauna e flora.

III RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os impactos identificados foram: pisoteamento de flora e invertebrados, afugentamento da fauna e interferência de ruídos e vibrações, aumento do efeito de borda, aumento do nível de fragmentação do habitat, alteração da dinâmica das águas superficiais e profundas, redução da cobertura vegetal, intervenção em áreas de preservação e unidades de conservação, risco de supressão de espécies ameaçadas de extinção, alteração no nível de risco de ocorrência de incêndios florestais, alteração na ecologia da fauna aquática e atropelamento de fauna. Todos os impactos relacionados são negativos para o meio biótico, variando em natureza, influência, dimensão, prazo, ciclicidade e reversibilidade.

Tabela 1 – Matriz de interações das ações realizadas durante o empreendimento x Impactos associados (X: presença)

Ações	Impactos	Visitas para coleta	Limpeza do Terreno e Remoção da Vegetação	Perda de Espaço Físico	Movimentações de Máquinas e Equipamentos	Instalações de Trabalho	Terraplanagem, corte e aterro	Aumento de ruído e vibrações	Execução de cortes de solo	Desvio de canalizações de efluente	Presença de líquidos inflamáveis	Pavimentação	Operação de via
Pisoteamento de flora e invertebrados		X	X										
Afugentamento da fauna e interferência de ruído e vibrações								X					
Aumento do efeito de borda			X	X									
Aumento do nível de fragmentação do habitat			X	X									
Alteração da Dinâmica das Águas Superficiais e Profundas			X		X	X	X					X	
Redução da cobertura vegetal			X			X			X				
Intervenção em Áreas de Preservação e Unidades de Conservação			X	X			X			X			

Risco de supressão de espécies ameaçadas e extinção		X										
Alteração no nível de risco de ocorrência de incêndios florestais										X		
Alteração na ecologia da fauna aquática						X			X			
Atropelamento de fauna												X

Fonte: Dados secundários utilizados foram obtidos através do Estudo de Impactos Ambientais (EIA) realizado pela Concessionária Autopista Fluminense.

Ao observar a Tabela 1 foi possível perceber que algumas ações causaram diversos impactos enquanto outras causaram apenas um. A ação que mais se destacou na matriz foi a limpeza de terreno e remoção da vegetação que causou cinco impactos diferentes, enquanto outros causaram apenas um impacto. O impacto causado por mais ações foi a Alteração da dinâmica das Águas Superficiais e Profundas, seguido da Intervenção em Áreas de Preservação e Unidades de Conservação, porém não existe relação entre o número de impactos causados por uma ação e a importância dos impactos.

Tabela 2: Matriz de Interações de Avaliação dos Impactos Ambientais identificados no meio

MATRIZ DE INTERAÇÕES	FASES			CRITÉRIOS						
IMPACTOS	Planeja	Implan	Opera	Nat	Inf	Dim	Pra	Cic	Rev	Imp
Pisoteamento de flora e invertebrados	X	-	-	N	D	L	C	T	I	B
Afugentamento da fauna e interferência de ruídos e vibrações	-	X	X	N	D	L	M	T	R	A
Aumento do efeito de borda	-	X	X	N	I	R	L	P	I	M
Aumento do nível de fragmentação do habitat	-	X	X	N	D	L	L	P	I	A
Redução da cobertura vegetal	-	X		N	D	L	M	T	I	M
Intervenção em Áreas de Preservação e Unidades de Conservação	-	X	X	N	D	L	M	T	I	A
Risco de supressão de espécies ameaçadas e extinção	-	X	X	N	D	L	C	T	R	A

Fonte: Dados secundários utilizados foram obtidos através do Estudo de Impactos Ambientais (EIA) realizado pela Concessionária Autopista Fluminense.

Legenda: Planeja – Planejamento, Implan – Implantação, Opera – Operação (X: presença/-:ausência); Nat- Natureza (N: Negativa/P: Positiva); Inf – Influência (D:Direta/I:Indireta); Dim – Dimensão (L: local/R: Regional); Pra – Prazo (C: Curto/M: Médio/L: Longo); Cic – Ciclicidade (T: Temporário/P: Permanente); Rev – Reversibilidade (R: Reversível/I: Irreversível); Imp – Importância (B: Baixa/M: Média/A: Alta).

Seguindo a Resolução CONAMA 01/86, a segunda matriz foi elaborada levando em conta aspectos descritivos para que fosse possível determinar o grau de importância de cada impacto. É importante ressaltar que os impactos identificados também ocorreram quando da construção deste trecho da BR101, porém possuem importâncias diferentes nos dois empreendimentos. O aumento do efeito deborda, por exemplo, foi mais impactante quando da construção da estrada, já que dividiu áreas de Mata Atlântica em dois fragmentos.

3.1 PISOTEAMENTO DE FLORA E FAUNA

Os profissionais da área da biologia têm consciência que a presença dos mesmos nas áreas de pesquisa já é um impacto por si só. Durante o processo de amostragem, vegetais e pequenos invertebrados, principalmente artrópodes, são pisoteados e, muitas vezes, mortos. Este impacto possui pouca importância se comparado com todos os outros causados pela construção e/ou duplicação de uma rodovia, porém não deveria ser ignorado.

3.2 AFUGENTAMENTO DE FAUNA E INTERFERÊNCIA DO RUÍDO E VIBRAÇÕES

A resposta ao barulho do tráfego de veículos é um dos motivos pelo qual os animais e a vida na estrada (SHIER *et al.*, 2012). Diversos répteis, muitas aves e mamíferos utilizam som para comunicação, rituais de reprodução, para encontrar presa (forragear) e são afetados pelo aumento de ruído (HALFWERK, 2011). Diversos efeitos negativos podem ser causados pelo aumento de ruído: problemas na comunicação, aumento dos hormônios de estresse, espanto da presa (SHIER *et al.*, 2012). Os morcegos são particularmente afetados por este impacto, já que utilizam a ecolocalização para se locomover e forragear e alguns utilizam também o som emitido pelas presas para encontrá-las e tendem a evitar os locais com alto nível de ruído (HALFWERK, 2011).

A duplicação da rodovia causará o aumento dos ruídos e vibrações durante as obras, devido à operação de máquinas e possibilitará o aumento dos mesmos durante a fase de operação, já que será possível passar mais veículos no mesmo espaço de tempo.

3.3 AUMENTO DO EFEITO DE BORDA

Espaços limpos lineares, abertos para a construção de rodovias, causam efeitos importantes em diversas espécies, aumentam o risco de bio invasão, aumentam a circulação de humanos e facilitam a caça (LAURENCE *et al.*, 2011). Existe uma quebra no micro clima do fragmento na borda de uma estrada, onde a temperatura, umidade, nível de evaporação, influência do vento são diferentes do que aqueles dentro do ecossistema (PRIMAK, 2012). Desta forma, apenas indivíduos capazes de sobreviver nesse ambiente considerado estressante para aqueles organismos que não estão acostumados vão habitar a borda (BARBARO *et al.*, 2012).

O efeito de borda foi um impacto muito mais expressivo quando da abertura deste trecho da BR101, já que houve a divisão do fragmento. Com a duplicação, o efeito de borda já existente se desloca na direção do fragmento, já que uma área da borda do fragmento foi perdida. Esse fenômeno pode ser perigoso para fragmentos pequenos, pois o efeito de borda tende a ser maior em fragmentos menores (DIDHAM *et al.*, 2012).

3.4 AUMENTO DO NÍVEL DE FRAGMENTAÇÃO DO HABITAT

As rodovias funcionam como uma barreira ou filtro para o movimento de diversas espécies (SHIER *et al.*, 2012). A construção de estradas faz com que alguns grupos de animais evitem a proximidade com as mesmas, o que diminui a acessibilidade a outros recursos e aumenta o nível de fragmentação do habitat (BENÍTEZ-LÓPEZ *et al.*, 2010). O efeito de barreira das rodovias tende a criar metapopulações, o que por sua vez coloca em risco a existência de populações em pequenos fragmentos já que a própria rodovia diminui ou impede a recolonização dos mesmos (SHIER *et al.*, 2012). O aumento do nível de fragmentação diminui o fluxo gênico entre os indivíduos, causando diversos problemas genéticos e tornando a população mais susceptível a eventos de deriva genética (PRIMAK, 2012, JOHANSSON *et al.*, 2013). Embora esse impacto já existia com a construção da rodovia, a duplicação da mesma causará a diminuição de área dos fragmentos, aumentando o nível de fragmentação.

3.5 REDUÇÃO DA COBERTURA VEGETAL

Para limpar o terreno, construir instalações de trabalho e trocar o solo, é necessário que a cobertura vegetal seja removida. A redução da cobertura vegetal tem diversos impactos, desde locais a regionais, como o aumento do escoamento superficial (FERNANDES *et al.*, 2013), a diminuição da evapo-

transpiração, a capacidade de reter água, além de afetar os organismos que utilizam a vegetação como esconderijo ou local paranidação (SHIER2012).

3.6 ALTERAÇÃO NA DINÂMICA DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

O aumento da área pavimentada causa um importante impacto: o aumento do escoamento superficial. Esse aumento está associado com maior taxa de erosão, alteração da morfologia dos canais e pode causar alagamento do solo, o que impede a devida oxigenação das raízes e causa mortalidade de vegetais (SHIER *et al.*, 2012). É relevante destacar que não apenas a impermeabilização do solo (pavimentação) causa o aumento do escoamento superficial, mas também a remoção da vegetação, já que a mesma perde sua capacidade de reter água.

3.7 INTERVENÇÃO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

O trecho compreendido entre o km 190 ao 144 da BR 101 cruza a ReBio União e a APA da Bacia do Rio São João. Desta forma, haverá supressão de vegetação para abertura de espaço para a pista. Este impacto possui uma alta importância (Tabela 2) e está diretamente relacionado com outros impactos, como a redução da cobertura vegetal. Porém nos trechos que a BR transpassa a Unidade de Conservação e a APA, todos os impactos relacionados na matriz possuem uma importância maior, já que é uma área onde segundo a Lei 6938/81, Política Nacional do Meio Ambiente, o objetivo é a proteção da biodiversidade.

3.8 RISCO DE SUPRESSÃO DE ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO

Durante as atividades relacionadas à limpeza do terreno, haverá necessidade de exemplar e sarbóreos da espécie *Dalbergianigra* (Vell.) Alemão ex Benth., que consta na lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção, devido a sua intenção exploração para fins comerciais (MATOS *et al.*, 2015).

3.9 ALTERAÇÃO NO NÍVEL DE RISCO DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS FLORESTAIS

A presença de produtos inflamáveis para alimentar os equipamentos durante as obras de duplicação aumenta a exposição e, conseqüentemente, o risco de incêndios. Nos ecossistemas que não dependem das queimadas naturais periódicas, o fogo pode ser uma ameaça à biodiversidade, já que gera um nível de distúrbio alto e os organismos que não possuem adaptações para resistir as queimadas acabam morrendo (WOOSTER *et al.*, 2012).

3.10 ALTERAÇÃO A ECOLOGIA DA FAUNA AQUÁTICA

O aumento do escoamento superficial e a produção de sedimentos são os principais processos físicos causados por rodovias que impactam ecossistemas aquáticos (SHIER *et al.*, 2012). Com a construção e operação da estrada, a taxa de sedimentos suspensos no ar aumenta e podem ser depositados em corpos d'água, mudando a morfologia dos mesmos através da sedimentação, matando organismos aquáticos e diminuindo a produtividade devido ao aumento de turbidez (GRIFT *et al.*, 2013).

3.11 ATROPELAMENTO DE FAUNA

Após o término das obras, a rodovia possuirá o dobro de sua espessura, o que aumentará espaço a ser atravessado por animais e, conseqüentemente, o risco da fauna ser atropelada por veículos circulantes. A mortalidade de animais por colisão com veículos atinge a maioria das espécies terrestres e tem efeitos perceptíveis na demografia das populações, podendo atuar como um fator de aumento de fragmentação de habitat, já que algumas espécies de movimento lento e/ou alta migração no trecho rodoviário acabam por isolar suas populações (GRIFT *et al.*, 2013). Espécies que são atraídas pelas estradas, não evitam as estradas ou possuem movimento lento são as mais vulneráveis (RYTWINSKI & FAHRIG, 2011). Anfíbios e Répteis têm o maior registro de atropelamentos (BENÍTEZ-LÓPEZ *et al.*, 2010).

Por cruzar duas Unidades de Conservação, este é o Impacto de maior relevância causada pelo empreendimento, já que pode gerar o isolamento genético de algumas populações. Embora não possa ser evitado, o atropelamento de fauna pode ser mitigado, através de medidas como posicionamento de espelhos para que os animais retornem, avisos na rodovia para os motoristas sobre as áreas de risco e implementação de travessias de fauna (AUSTIN, 2007).

3.12 INFLUÊNCIA DOS IMPACTOS EM DIFERENTES GRUPOS

Animais maiores são mais vulneráveis a estradas por possuírem maior mobilidade, taxas reprodutivas menores e ocorrerem em densidades menores do que pequenos animais. As estradas, portanto, podem causar o aumento das populações de pequenos animais, se estes forem presas de animais maiores, através do efeito top-down (BENÍTEZ-LÓPEZ *et al.*, 2010). Segundo a metodologia utilizada, os répteis e os mamíferos são os grupos mais afetados pelo empreendimento estudado, já que sofrem influência de diversos impactos. Porém, não foi realizado levantamento da fauna de invertebrados e

a existência de poucas pesquisas avaliando o efeito de estradas nesse grupo dificultou a avaliação dos impactos neste grupo.

IV CONCLUSÃO

Os impactos referentes ao meio biótico do empreendimento e mes tudo foram negativos, devido às consequências na ecologia e dinâmica dos ecossistemas aquáticos e terrestres causadas pela duplicação da via, revelando um quadro preocupante, principalmente levando em consideração a Unidade de Conservação e a Área de Proteção Ambiental. Os fatores estudados influenciam não apenas na área adjacente à rodovia, mas ao ecossistema circundante como um todo, pois interferem nas relações ecológicas entre os diversos grupos de organismos. Os impactos analisados mostraram que a duplicação das rodovias intensifica os impactos já causados pela construção da mesma, principalmente devido à fragmentação do habitat que possui consequências irreversíveis, como a diminuição do número de indivíduos abaixo do valor mínimo viável de uma população (SHIER *et al.*, 2012).

Porém, não foram analisados os impactos relacionados ao meio antrópico, que incluem impactos positivos, como a redução do número de acidentes na via e a geração de empregos. A empresa responsável pelo empreendimento propôs diversas atividades mitigatórias para os impactos relacionados nos Estudos de Impactos Ambientais (EIA) que poderão ser eficientes. Para melhor compreender os impactos e a eficiência das atividades mitigatórias, outros estudos devem ser realizados, principalmente no âmbito de acompanhar as mudanças que ocorrerão durante após a implantação do projeto, para que haja uma maior compreensão dos impactos causados.

REFERÊNCIAS

AUTOPISTA FLUMINENSE S/A. Estudo de Impacto Ambiental Duplicação da Rodovia Mario Covas BR-101/RJ Trecho: km144+200 ao km 190+300. Novembro de 2013. Disponível em: <http://licenciamento.ibama.gov.br/Rodovias/>. Acesso em: 20 out 2023.

AUSTIN, M. Species distribution model and ecological theory: A critical assessment and some possible new approaches. *Ecological modeling*, Holanda, v.200, p.1-19, 2007.

BARBARO, L.; BROCKERHOFF, B. G.; VANHALDER, I. Edge and area effects on avian assemblages and insectivory in fragmented native forests. *Landscape Ecology*, União Européia, v.27, p.1451-1463, 2012.

BENÍTEZ-LÓPEZ, A.; ALKEMADE, R.; VERWEIJ, P.A. The Impact of Roads and Other Infrastructure on Mammal and Bird Population: A Meta-analysis. *Biological Conservation*, Holanda, v.143, p.1307-1316, 2010.

BRASIL. 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. Brasília, 31 de agosto de 1981.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente IBAMA. Resolução CONAMA 001, de 23 de janeiro de 1986. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília, 23 de janeiro de 1986.

CREMONEZ, F.E.; ET al. Avaliação de Impacto Ambiental: Metodologias aplicadas no Brasil. *Revista Monografias Ambientais*, Santa Maria, v.13, n.5, p.3821-3830, 2014.

DIDHAM, R. K.; KAPOV, V.; EWERS, R. M. Rethinking the conceptual foundations of habitat fragmentation research. *Oikos*, Rio de Janeiro, v.121, n.2, p.161-170, 2012.

FERNANDES, R. P.; ET al. Geração de escoamento superficial em uma microbacia com cobertura de cana-de-açúcar e floresta ripária. *Rev. Ambient. Água*, Taubaté, v.8, n.3, p.178-190, 2013.

FOGLIATTI, M. C.; FILIPPO, S.; GOUDARD, B. Avaliação de impactos ambientais: aplicação ao sistema de transportes. 1 Ed, Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2004.

GOUDIE, A. S. The Human Impact of the Natural Environment: Past, Present and Future. 7ed., Wiley-Blackwell, 2013.

GRIFT, E. A.; et al. Evaluating the effectiveness of road mitigation measures. *Biodiversity and Conservation*, Holanda, v.22, p.425-448, 2013.

HALFWERK, W.; et al. Negative Impact of traffic noise on avian reproductive success. *Journal of Applied Ecology*, Reino Unido, v.48, p.210-219, 2011.

HAMMIT, W. E.; COLE, D. N.; MONZ, C. A. *Wildl and Recreation: Ecology and Management*, 3. Ed, Wiley-Blackwell, EUA, 2015.

JOHANSSON, T.; et al. Environmental considerations from legislation and certification in managed forest stands: A review of their importance for biodiversity. *Forest Ecology and Management*, Holanda, v.303, n.1 p.98-112.

LAURANCE, W. F.; et. al. The fate of Amazonian Forest Fragments: a32-year investigation. *Biological Conservation*, Holanda, v.144, p.56-67, 2011.

MAGALHÃES, I. A. L.; MARTINS, R. F.; SANTOS, R. A. Identificação dos Impactos Ambientais Relacionados à Pavimentação da Rodovia MG 307 no município de Grão Mogol–MG. *Revista Verde, Moçoró*, v.6, n.5 p.10-16, 2011.

MATOS, A. C. B; BORGES, E. E. L.; SILVA, L. J. Fisiologia da germinação de sementes de *Dalbergianigra* (Vell.) Allemão ex Benth. Sob diferentes temperaturas e tempos de exposição. *Revista Árvore, Viçosa*, v.39, n.1, 2015.

PRIMACK, R. B. A primer of conservation biology. 5ed. Massachusetts, Sinauer Associates, 2012.

RYTWINSKI, T.; FAHRIG, L. Reproductive rate and body size predict road impacts on mammal abundance. *Ecological Applications*, Canadá, v.21, n.2, p.589-600, 2011.

ROCHA, E. C.; CANTO, J. L.; PEREIRA, P. C. Avaliação de impactos ambientais nos países do MERCOSUL. *Ambiente & Sociedade – Vol. VIII nº. 2 jul. / dez.2005*.

SHIER, D. M.; LEA, A. J.; OWEN, M. A. Beyond masking: Endangered Stephen’s kangaroo rats respond to traffic noise with foot drumming. *Biological Conservation*, EUA, v.150, p.53-58, 2012.

SILVA, M. P.; DA SILVA, D. S. Avaliação de impactos ambientais em projeto rodoviário urbano: estudo de caso Americana/SP. *Revista Ciência e Tecnologia*, Piracicaba, v.16, n.28/29, ISSN 2236-6733, jan.2014.

TROMBULAK, S. C.; FRISSEL, C. A. Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities. *Conservation Biology*, EUA, v.14, n.1, p.18-30, 1999.

WOOSTER, M. J.; PERRY, G. L. W.; ZOUMAS, A. Fire, drought and El Niño relationships on Borneo (Southeast Asia) in the pre-MODIS era (1980–2000). *Biogeosciences*, União Europeia, v.9, p.317-340, 2012.

Capítulo 7



10.37423/231208505

PROPOSTA DE UMA NOVA METODOLOGIA PARA ANÁLISE DO IMPACTO AMBIENTAL DO ATROPELAMENTO DE FAUNA

Patrícia dos Santos Matta

*Universidade do Estado do Rio de Janeiro –
UERJ*

Carolina Dias Lelacher

Dasi Consultoria E Engenharia

Josimar Ribeiro de Almeida

*Universidade do Estado do Rio de Janeiro –
UERJ*

Oscar Rocha Barbosa

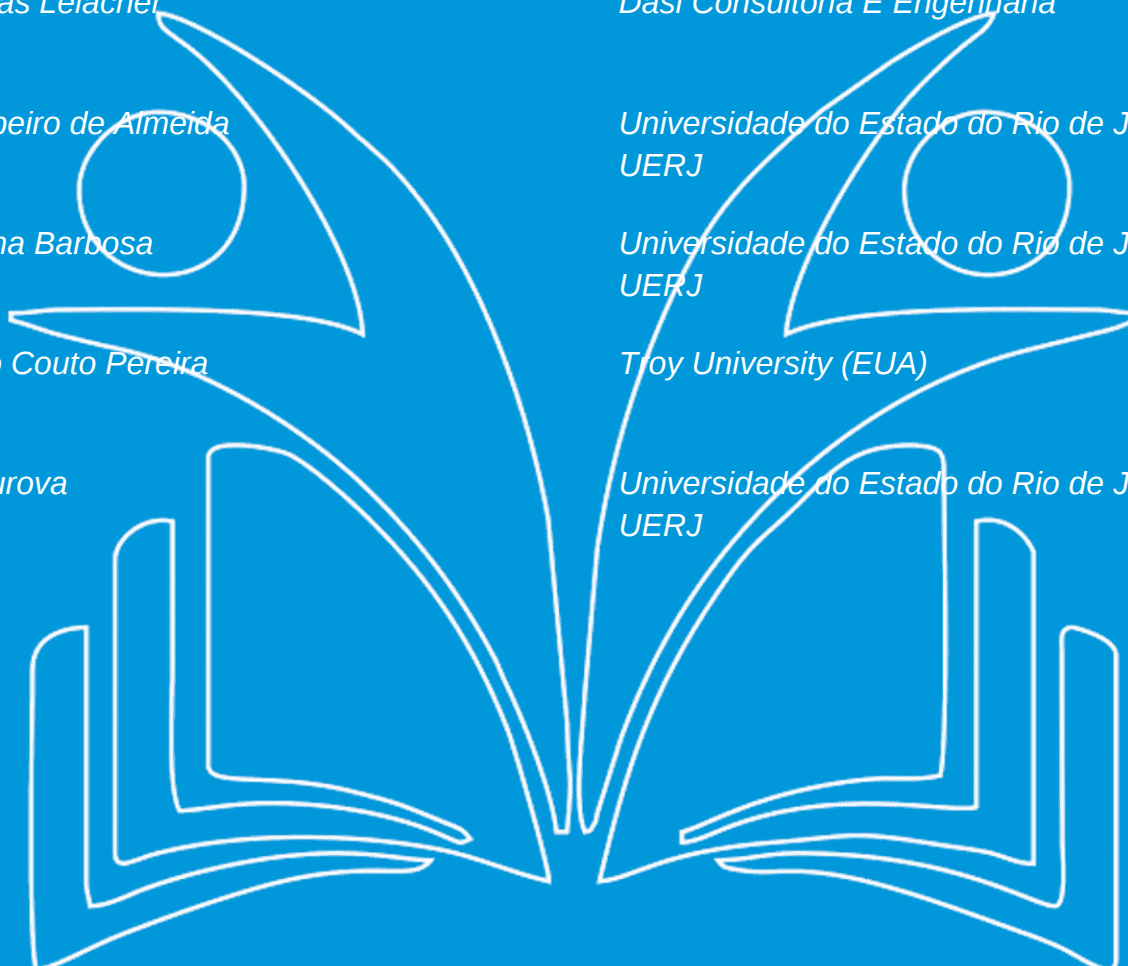
*Universidade do Estado do Rio de Janeiro–
UERJ*

Raphael do Couto Pereira

Troy University (EUA)

Tetyana Gurova

*Universidade do Estado do Rio de Janeiro –
UERJ*



Resumo: As rodovias representam avanços sociais de grande importância. No entanto também estão associadas a importantes impactos ambientais negativos, sobretudo desmatamento e redução da fauna. Dentre tais efeitos negativos, a mortalidade da fauna por atropelamento tem destaque. O entendimento do impacto ambiental causado pelo atropelamento da fauna é fundamental para o gerenciamento ambiental de rodovias. Até o momento, a avaliação deste tipo de impactos é feita de forma quantitativa e muito superficial. O propósito deste trabalho é propor uma metodologia de avaliação da significância do impacto causado pelo atropelamento da fauna silvestre, através da definição de atributos intrínsecos aos animais silvestres atropelados em função de suas características ecológicas, para em seguida, combiná-los segundo uma função matemática predeterminada, aportando peso ao atropelamento de diferentes espécies.

Palavras-chave: impactos ambientais, mamíferos marinhos, represa de Fundão

I INTRODUCTION

As estradas, no imaginário popular, estariam associadas à ideia de progresso e modernidade, num “raciocínio de que, quanto mais estradas, melhor, não importando onde ou como” e que até algumas décadas atrás não fazia qualquer menção a nenhum aspecto ambiental dessas construções e sua operação (PRADA, 2004). No entanto, as Rodovias também estão associadas a importantes impactos ambientais negativos, sobretudo desmatamento e redução da fauna.

Dentre tais efeitos negativos, a mortalidade da fauna por atropelamento tem destaque (LAURANCE et al., 2014; FAHRIG et al., 2009), isso porque, seu impacto é potencializado por eliminar indivíduos saudáveis das populações (BUJOCZEK et al., 2011), por isso, superando as pressões de predação (BUJOCZEK et al., 2011) e caça (FORMAN et al., 1998), aumentando ainda mais o risco de extinção local dessas espécies (HUCK et al., 2010; JACKSON et al., 2011). Segundo Bager et al. (2012), ocorrem aproximadamente 14,7 milhões de atropelamentos/ano em todo o território brasileiro em suas pouco mais de 1,7 milhões de quilômetros de estradas.

O entendimento do impacto ambiental causado pelo atropelamento da fauna é fundamental, para o gerenciamento ambiental de rodovias, pois permite apoiar a tomada de decisão no que concerne à realização de medidas mitigadoras de maneira mais específica para a situação encontrada, otimizando recursos, a serem feitos em medidas comprovadamente eficazes. Tais características ganham maior relevância, sobretudo no Brasil onde a manutenção da maioria das rodovias está a cargo de órgãos públicos, com orçamento rotineiramente escasso (BAGATINI, 2006).

Até o momento, a maneira usual e a legalmente exigida pelos órgãos ambientais de se avaliar o impacto causado pela rodovia no atropelamento de fauna é simplesmente emitir um relatório que enumera os animais atropelados ou, na melhor das hipóteses, estabelecer uma relação entre a quantidade de animais atropelados por km de rodovia, não levando em conta a espécie, a característica e a função ecossistêmica destes animais atropelados.

O risco de extinção não é análogo a todas as espécies, alguns grupos apresentam maior taxa de extinção do que outros (JOHNSON et al., 2002; JONES et al., 2003). O que sugere que estes grupos compartilham características intrínsecas às espécies que favorecem a situação de extinção (FISHER et al., 2003; CARDILLO et al., 2004).

O objetivo geral deste trabalho é propor uma metodologia de avaliação da significância do impacto causado pelo atropelamento da fauna silvestre em empreendimentos lineares, aportando maior

robustez às análises atualmente realizadas. Como objetivo específico é possível destacar a criação de uma metodologia versátil capaz de avaliar o referido impacto em diferentes aspectos da rodovia, como por exemplo, a sua aplicação em momentos distintos da obra de restauração de uma rodovia, para uma análise temporal do impacto, ou em diferentes trechos, objetivando a identificação de trechos mais críticos, ou até mesmo na rodovia como um todo, para posterior comparação com outras rodovias.

II METODOLOGIA

A metodologia proposta tem como base a correlação entre a frequência de atropelamento e a severidade ecológica da espécie atropelada, através da definição de atributos intrínsecos aos animais silvestres atropelados em função de suas características ecológicas, para em seguida, combiná-los segundo uma função matemática predeterminada, aportando peso ao atropelamento de diferentes espécies.

1.1 CÁLCULO DA FREQUÊNCIA

Na metodologia proposta, utilizaremos como medida de frequência a taxa de atropelamentos conforme proposto por BAGER et al. (2012) no livro Ecologia de Estradas. Este modelo atualmente é muito utilizado para representar quantitativamente os atropelamentos dos vertebrados. A possibilidade de poder ser utilizado, em rodovias de qualquer extensão, seja qual for o esforço de amostragem, certamente representa um grande avanço trazendo vantagens ao uso deste método. O referido modelo é calculado, conforme a equação que versa de Cálculo de indivíduos atropelados por quilometro percorrido e pelos dias de monitoramento, que é $Tx = (N/Km)/D$, na qual Tx = a taxa de atropelamento de indivíduos (N/Km/dia); N = número total de indivíduos atropelados; Km = distância da rodovia ou do trecho analisado em km; e D = número de dias dos monitoramentos.

II RESULTADOS

Nota-se que, a taxa de atropelamento de indivíduos (Tx) deverá ser calculada para cada campanha de observação dos animais atropelados, haja vista, que cada campanha poderá apresentar valores diferentes relativos ao número total de indivíduos atropelados (N), ou a distância da rodovia ou do trecho (Km) ou o número de dias de monitoramento (D).

Após o cálculo da Tx de cada campanha, será feito uma média aritmética de todas as campanhas presentes no período, trecho ou na rodovia analisada. Posteriormente, a Tx média, deverá ser

confrontada com a tabela 1, de forma a fornecer uma indicação qualitativa da frequência de atropelamento de animais silvestres relativas ao período, trecho ou rodovia analisada.

Tabela 1: Categorias de Frequência de atropelamento de animais vertebrados.

TaxadeatropelamentosMÉDIO(indivíduos/Km/dia)	Categoria
0≥0,005	A
0,005 ≥ 0,015	B
0,015 ≥ 0,025	C
0,025 ≥ 0,035	D
0,035 ≥ 0,050	E
0,050 ≥ 0,1	F
0,1 ≥ 0,3	G
0,3emdiante	H

Fonte: Os próprios autores

2.1 CÁLCULO DA SEVERIDADE

Após a obtenção da frequência de atropelamento, será necessário o cálculo da severidade. O objetivo desta etapa é conferir diferentes pesos para o atropelamento de espécies distintas, como por exemplo: o atropelamento de um animal em vias de extinção contribui para redução da biodiversidade local de forma diferente do que o atropelamento de um animal que ainda se encontra em abundância no meio ambiente.

Considerando a importância do atributo escolhido, bem como a facilidade da sua identificação na população impactada, foram propostos os seguintes atributos para a composição da severidade: Densidade populacional local; Status de conservação da fauna atropelada; Endemismo; e Atropelamento em área de preservação.

2.2 DENSIDADE POPULACIONAL LOCAL

A densidade populacional é um atributo estreitamente relacionado à chance de extinção (EWERS et al., 2006; MACE et al., 2008). Logo, o impacto do atropelamento de um animal que se encontra em uma

situação de baixa densidade populacional no local, certamente terá um impacto muito maior do que o atropelamento de um animal pertencente a uma grande população local.

A densidade local será obtida através da análise do monitoramento de fauna presente na região. Espera-se que o estudo de impactos ambientais (EIA) atenda a estas condições. O referido monitoramento deve ser realizado, preferencialmente antes da implementação e operação do empreendimento, haja vista que, após esta etapa, há o risco da alteração das populações locais já estar em andamento; além disso é preciso que a metodologia aplicada esteja em perfeita consonância com a legislação pertinente ao assunto, e que, portanto, esteja homologada pelo órgão ambiental licenciador e, somado a isso, que o monitoramento seja considerado representativo da fauna conhecida para a região, com base em trabalhos científicos ou coleções zoológicas bem como através da aplicação da curvado coletor.

De posse do conhecimento da fauna local, o próximo passo será a classificação das espécies encontradas, para isso, sugerimos a classificação segundo o conceito de constância apresentado por Dajoz (1972), um método já consolidado dentre os estudos ecológicos. Segundo esta metodologia, a constância de captura de uma espécie indica a porcentagem de amostras em que uma determinada espécie esteve presente em um determinado tempo. Esta é determinada da equação do cálculo da constância de ocorrência de cada espécie, que é $FA=PA/P \times 100$, onde FA: Constância; PA: Número de vezes em que a espécie foi registrada nas coletadas; e P: Número total de coletas realizadas. A classificação das espécies quanto à constância é realizada da seguinte forma: Espécie constante - $\geq 50\%$; Espécie acessória - $25\% \leq C < 50\%$; e Espécie acidental ou rara - $C < 25\%$.

As espécies atropeladas receberão a mesma classificação (constante, acessória e acidental) que seus análogos receberam em função da sua presença no monitoramento da região. E posteriormente serão pontuados, conforme atabela 2. Seguindo a lógica do princípio da precaução, adotaremos o mesmo valor de peso da categoria ‘acessória’ para os animais não identificados ou não encontrados.

Tabela2: Pesodosatributos relacionadosadensidadepopulacionallocal.

Classificação	Peso
Constante	4
Acessória	6
Acidental	8

Nãoencontrado	6
Nãoidentificado	6

Fonte: Os próprios autores

Por exemplo, se durante o monitoramento fauna local a espécie Didelphisaurita foi classificada como constante, todos os animais da mesma espécie que forem encontrados atropelados receberão o peso 4, correspondente à classificação constante. Desta forma, os animais atropelados que ainda se encontram em relativa abundância no local terão um peso menor do que aqueles considerados raros antes mesmo da implantação do empreendimento.

2.3 STATUSDECONSERVAÇÃODA FAUNAATROPELADA

Tambémutilizamoscomocritériodepesoostatusdeconservaçãodasespéciesbrasileirasameaçadas de extinção, através da Lista Oficial das espécies brasileiras ameaçadas de extinção, ou lista nacional, publicada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), a lista da IUCN (União para a Conservação da Natureza), chamada delista global. E caso tenha disponível, recomendamos também ousodas listas regionais publicadas pelo órgão estadual e/ou municipal do meio ambiente quando estes existirem.

O sistema desenvolvido pela UICN é a metodologia mais aceita e testada mundialmente. Ela éreconhecidamente objetiva, aplicável para uma ampla variedade de grupos e ambientes, razoavelmente rigorosa e defensável cientificamente e, em geral, produz resultados replicáveis independente do avaliador (VIÉ et al., 2009). A partir da lista de espécies atropeladas, será atribuído uma pontuação conforme preconizado na tabela 3, tendo como base as categorias de extinção presentes nas listas global, nacional eregionais.

Tabela3: Pontuação de severidade em relação a categorias de extinção.

Severidade	Sigla	Categoria
7	CR	Criticamenteameaçado(oucriticamenteemperigo)
6	EN	Ameaçado(ouemperigo)
5	VU	Vulnerável
4	NT	Quaseameaçado
3	DD	Dadosdeficientes

3	NE	Nãoavaliado
3	NA	NãoAplicável
2	LC	Nãoameaçada ou demenorpreocupação

Fonte: Os próprios autores

Tendo em vista que a presença, e, conseqüentemente, o atropelamento de espécies incluídas nas categorias Extinta (EX), extinto na natureza (EW) e regionalmente extinta (RE), são virtualmente impossíveis, estas categorias foram retiradas da tabela de pontuação de severidade. O emprego de um mesmo sistema com base em diferentes listas para a categorização das espécies fará com que pequenas adaptações sejam necessárias.

Conforme já descrito, não serão raras, as situações nas quais se encontre diferenças nas categorias das espécies em extinção em relação às listas brasileira, global ou regional. Dessa maneira, alguns táxons avaliados nacionalmente, que não correm risco de extinção, podem estar ameaçados de extinção localmente devido a problemas regionais, ou algumas espécies extintas regionalmente, podem ainda ser encontradas em outros estados.

Em situações em que a lista regional (estadual ou municipal) for utilizada, pode ser necessária uma análise caso a caso, para se estabelecer equivalência entre as categorias de extinção das listas Nacionais (MMA) e internacionais (IUCN) com a regional. Diante desta questão e tendo em vista o princípio da precaução, na metodologia proposta, adotaremos sempre o valor indicado para a classificação mais restritiva.

2.4 ENDEMISMO

As espécies endêmicas são aquelas vulgarmente entendidas como ‘não se encontrando em nenhum outro lado, ou seja, são organismos comum a distribuição limitada a habitats especializados, nativos de uma área geográfica restrita, as espécies que ocorrem numa área muito restrita. Devido ao reduzido tamanho de distribuição, as espécies endêmicas estão sempre no limiar da extinção (COLLEN et al., 2006; CARDILLO et al. ,2008; FRITZ et al., 2009). Pequenas áreas de distribuição não permitem grandes densidades populacionais, o que pode agir reduzindo a probabilidade de persistência de populações por estocasticidade demográfica, catástrofes locais e endocruzamento, limitando seu potencial de sobrevivência em uma crise de extinção (PURVIS et al.,2000).

As espécies atropeladas serão classificadas como endêmicas ou não endêmicas, tendo como base o Estado do empreendimento. Sua pontuação, terá como base o peso descrito na tabela 4. Novamente em consonância com o princípio da precaução, adotaremos o mesmo valor de peso da categoria endêmico para os animais não identificados.

Tabela4: Peso dos atributos relacionados a classificação como endêmico.

Classificação	Peso
Endêmico	4
Animalnãoidentificado	4
Nãoendêmico	2

Fonte: Os próprios autores

2.5 ATROPELAMENTOS E MAR E A DE PRESERVAÇÃO

Populações de animais silvestres são mais vulneráveis aos impactos das estradas dentro de UCs do que fora de seus limites (PARKS et al., 2002; AMENT et al., 2008).

Isso porque, animais silvestres inseridos em um ambiente preservado desempenham plenamente suas funções ecológicas, fundamentais para a manutenção do habitat.

Tal entendimento é, inclusive, acolhido na nossa legislação ambiental, mais especificamente na Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 (Lei de Crimes Ambientais), onde no seu Capítulo V, Seção I, art. 29 e § 4º, diz que ‘A pena é aumentada de metade, se o crime é praticado em unidade de conservação’.

Claramente as unidades de conservação estão divididas segundo uma lógica relacionada prioritariamente com critérios de proteção, na qual as unidades de proteção integral apresentam restrições ao seu uso, ocupação e exploração, mais severas do que as unidades de uso sustentável. Neste sentido, é esperado que a biodiversidade contida nas unidades de proteção integral esteja desempenhando suas funções ecológicas de forma mais acentuada do que as presentes nas unidades de uso sustentável, portanto, propomos o acréscimo de peso para os sempre endêmicos que afetem diretamente as unidades de proteção integral, conforme o descrito na tabela 5.

Tabela5: Peso dos atributos relacionados a presença do animal atropelado em uma área de preservação.

Classificação	Peso
Unidadesdeproteçãointegral	
Estação Ecológica	2
ReservaBiológica	2
ParqueNacional	2
MonumentoNatural	2
RefúgiodeVidaSilvestre	2
Unidadesdeusosustentáv el	
ÁreadeProteçãoAmbiental	1
ÁreadeRelevanteInteresse Ecológico	1
FlorestaNacional	1
ReservaExtrativista	1
Reservade Fauna	1
ReservadeDesenvolvimentoSustentável	1
ReservaParticulardoPatrimônioNatural	1

Fonte: Os próprios autores

Caso o empreendimento analisado não afete diretamente nenhuma unidade de conservação, o peso atribuído será 0. O somatório do peso correspondente a cada um dos itens que compõe a severidade (densidade populacional, status de conservação, endemismo e presença e márea de conservação) determinará a severidade relativa a cada uma das espécies atropeladas.

Hipoteticamente, uma espécie atropelada poderá apresentar uma determinada configuração de severidade, estando essa proposta na tabela 6. Para que se tenha a severidade do período, trecho ou da rodovia, será necessário realizar uma média aritmética do somatório dos pesos de todos os animais

atropelados de forma a resultar em um único valor de severidade. Após a definição da frequência e da severidade do atropelamento, devemos correlacionar os valores, utilizando a tabela7 para que seja possível obter o enquadramento do grau de significância de impacto ambiental.

Tabela6:Configuraçãode severidade.

Espécie	Densidadepopulacion al		Statusdeconserva ção		Endemism o	Áreade preservação	Total (Σdos pesos)
	Índiceconstâ ncia	peso	Categoria	Peso			
<i>Didelphis urita</i>	Acidental	8	LC	2	2	2	14

Fonte: Os próprios autores

Tabela7: Grau de significância do impacto ambiental causado pelo atropelamento.

FREQUENCIADEATROPELAMENTO									
A	B	C	D	E	F	G	H		
								19≥21	
								15≥18	
								12≥15	
								9≥12	
								6≥9	
								3≥6	

Fonte: Os próprios autores

Para que seja definido o enquadramento do grau de significância de impacto ambiental (baixo, médio, alto, muito alto e extremamente alto) causado pela rodovia no período estudado deverá ser utilizada a tabela 8. A tabela 8 foi denominada Enquadramento do grau de significância de impacto ambiental em rodovias a partir do atropelamento de vertebrados’.

Tabela 8: Enquadramento do grau de significância de impacto ambiental em rodovias a partir do atropelamento de vertebrados.

Parâmetros	Graude significânciado impactoambientalcausadopeloatropelamento
	Baixo
	Médio
	Alto
	Muitoalto
	Extremamentealto

Fonte: Os próprios autores

Novamente tendo em vista o princípio da precaução, sugerimos que caso alguma espécie atropelada esteja na categoria criticamente ameaçado (ou criticamente em perigo)(CR) ou 2 – caso mais de 50% das espécies atropeladas estejam na categoria Ameaçado (ou em perigo) (EM), a classe de impacto ambiental seja considerada crítica,conforme tabela 8.

III CONCLUSÃO

Através da aplicação da metodologia proposta neste trabalho, será possível analisar de uma forma inédita, os impactos ambientais causados pelo atropelamento de vertebrados em uma rodovia, certamente aportando resultados mais preciso se consistentes do que os encontrados nas análises atuais. Esperamos que a aplicação desta metodologia possibilite aos gestores de empreendimentos lineares, bem como aos órgãos fiscalizadores, uma ideia mais próxima do real impacto ambiental gerado pelo atropelamento de vertebrados.

REFERÊNCIAS

AMENT, R.; CLEVENGER, A. P.; YU, O.; HARDY, A.. An assessment of road impacts on wildlife populations in U. S. National Parks. *Environmental Management*, v.42, n.3, p.480-496, 2008.

BAGATINI, T.. Evolução dos índices de atropelamento de vertebrados silvestres nas rodovias do entorno da Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF Brasil, e eficácia de medidas mitigadoras. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

BAGER, A.; FONTOURA, V.. Ecologia de Estradas no Brasil: Contexto Histórico e Perspectivas Futuras. In: BAGER, A.. Ecologia de estradas: tendências e pesquisas. Lavras: EDUFLA, 2012.

BUJOCZEK, M.; CIACH, M.; YOSEF, R.. Road-kills affect avian population quality. *Biological Conservation*, v.144, n.3, p.1036-1039, 2011.

CARDILLO, M.; MACE, G. M.; GITTLEMAN, J. L.; JONES, K. E.; BIELBY, J.; PURVIS, A.. The predictability of extinction: biological and external correlates of decline in mammals. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v.275, p.1441-1448, 2008.

CARDILLO, M.; PURVIS, A.; SECHREST, C. D. L.; GITTLEMAN, J. L.; BIELBY, J.; MACE, G. M.. Human population density and extinction risk in the world's carnivores. *PLoS Biology*, v.2, p.909-914, 2004.

COLLEN, B.; BYKOVA, E.; STEPHEN, L.; MILNERGULLAND, E. J.; PURVIS, A.. Extinction risk: comparative analysis of Central Asian vertebrates. *Biodiversity and Conservation*, v.15, p.1859-1871, 2006. DOI: <http://doi.org/10.1007/s10531-005-4303-6> DAJOZ, R.. Ecologia geral. São Paulo: Vozes, 1972.

EWERS, R. M.; DIDHAM, E. R. K.. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. *Biological Reviews*, v.81, p.117-142, 2006.

FAHRIG, L.; RYTWINSKI, T.. Effects of Roads on Animal Abundance: an Empirical Review and Synthesis. *Ecology and Society*, v.14, n.1, p.21, 2009.

FISHER, D. O.; BLOMBERG, S. P.; OWENS, P. F. I.. Extrinsic versus intrinsic factors in the decline and extinction of Australian marsupials. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v.270, p.1801-1808, 2003.

FORMAN, R. T. T.; ALEXANDER, L. E.. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v.29, p.207-231, 1998.

FRITZ, S. A.; BININDA-EMONDS, O. R. P.; PURVIS, A. Geographical variation in predictors of mammalian extinction risk: big is bad, but only in the tropics. *Ecology Letters*, v.12, p.538-549, 2009.

HUCK, M.; JĘDRZEJEWSKI, W.; BOROWIK, T.; MIŁOSZ-CIELMA, M.; SCHMIDT, K. J. E.; DRZEJEWSKA, B.; NOWAK, S.; MYS, Ł.; AJEK, R. W.. Habitat suitability, corridors and dispersal barriers for large carnivores in Poland. *Acta Theriologica*, v.55, n.2, p.177-192, 2010. DOI: <http://doi.org/10.4098/j.at.0001-7051.114.2009>

JACKSON, N. D.; FAHRIG, L.. Relative effects of road mortality and decreased connectivity on population genetic diversity. *Biological Conservation*, v.144, p.3143-3148, 2011.

JOHNSON, C. N.. Determinants of loss of mammal species during the Late Quaternary 'megafauna' extinctions: life history and ecology, but not body size. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v.269, p.2221-2227, 2002.

JONES, K. E.; PURVIS, A.; GITTLEMAN, J. L.. Biological correlates of extinction risk in bats. *The American Naturalist*, v.161, p.601-614, 2003.

LAURANCE, W. F.; CLEMENTS, G. R.; SLOAN, S.; O'CONNELL, C. S.; MUELLER, N. D.; GOOSMEN, M.; VENTER, O.; EDWARDS, D. P.; PHALAN, B.; BALMFORD, A.; REE, R.; ARREA, I. B.. A global strategy for road building. *Nature*, v.513, p.229-232, 2014.

MACE, G. M.; COLLAR, N. J.; GASTON, K. J.; HILTON-TAYLOR, C.; AKCAKAYA, H. R.; LEADER-WILLIAMS, N.; MILNER-GULLAND, E. J.; STUART, S. N.. Quantification of extinction risk: IUCN's system for classifying threatened species. *Conservation Biology*, v.22, p.1424-1442, 2008.

PARKS, S. A.; HARCOURT, A. H.. Reserve Size, Local Human Density, and Mammalian Extinctions in U.S. Protected Areas. *Conservation Biology*, v.16, n.3, p.800-808, 2002.

PRADA, C. S.. Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do Estado de São Paulo: quantificação do impacto e análise de fatores envolvidos. *Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Paulo*, 2004.

PURVIS, A.; GITTLEMAN, J. L.; COWLISHAW, G.; MACE, G.. Predicting extinction risk in declining species. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v.267, p.1947-1952, 2000.

REIS, P. L.. Estudos de Impactos Ambientais nas rodovias do Estado de São Paulo: uma revisão crítica. *Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho', Botucatu*, 2015.

ROCHA, C. D. F.; BERGALLO, H. G.; ALVES, M. A. S.; SLUYS, M.; MAZZONI, R.; SANTOS, S. B.. Fauna de ambientes interiores. In: BASTOS, M.; CALLADO, C. H.. *O ambiente da Ilha Grande*. Rio de Janeiro: UERJ, 2009.

VIÉ, J. C.; HILTON-TAYLOR, C.; STUART, S. N.. *Wildlife in a changing world: an analysis of the 2008*. Gland: IUCN, 2009.

Capítulo 8



10.37423/231208515

OS CONDICIONANTES SOCIOAMBIENTAIS DAS INUNDAÇÕES NA UNIDADE HIDROGRÁFICA DO CANAL DO CORREIO VELHO – PARANAGUÁ - BRASIL

Francisco Xavier da Silva de Souza

Instituto de Pesquisa Clima Urbano

Luiz Everson da Silva

Universidade Federal do Paraná

Geovana Rodrigues de Souza

Universidade do Norte do Paraná

Hélio Edison da Cruz Junior

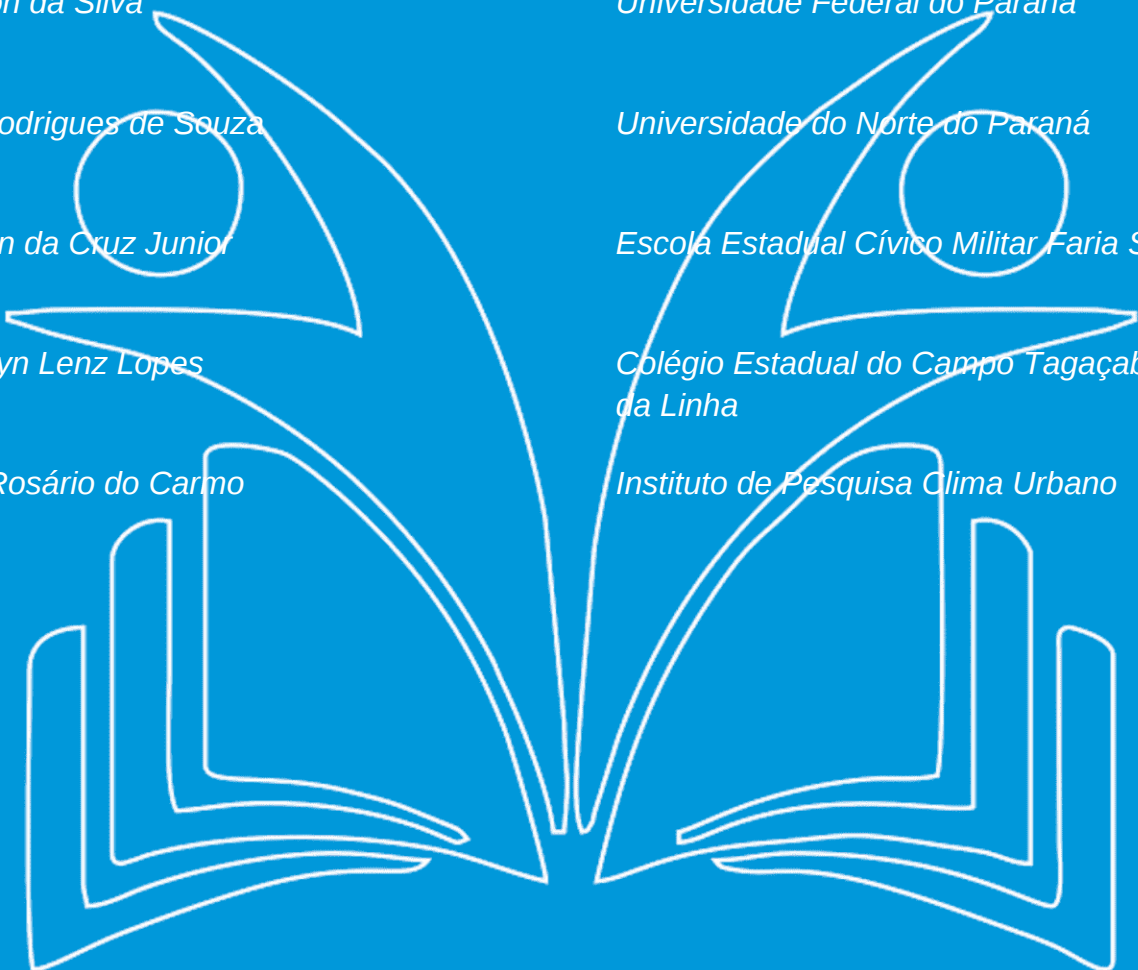
Escola Estadual Cívico Militar Faria Sobrinho

Evany Evelyn Lenz Lopes

Colégio Estadual do Campo Tagaçaba Porto da Linha

Marcio do Rosário do Carmo

Instituto de Pesquisa Clima Urbano



Resumo: O objetivo dessa pesquisa foi caracterizar o sistema de drenagem do Canal do Correio Velho, localizado na área de influência direta do Porto D. Pedro II no município de Paranaguá, Litoral do Paraná. O método utilizado para identificar os limites de espaço foi a carta georreferenciada MI - 2858/2-NE FOLHA SG.22-X-D-V/2-NE do Ministério do Exército–Departamento de Engenharia e Construção, Diretoria de Serviços Geográfico Região Sul do Brasil na Escala 1-25.000. Para os eventos de precipitações diárias (mm^3) concentradas ou com distribuição moderada do município de Paranaguá foram levantados junto a Estação de Meteorologia de Paranaguá, vinculada ao 8º Distrito de Meteorologia de Porto Alegre. Para a média mensal de precipitação do município foi escolhido o período de 2015 a 2020. Para a identificação das áreas inundáveis ou alagáveis foi utilizada a compilação de informações provenientes de duas fontes, a empresa Cab Águas de Paranaguá e a Prefeitura Municipal de Paranaguá e adicionalmente observações pessoais dos autores sistematizadas durante os trabalhos de campo desse projeto e anedóticas em outras atividades profissionais na cidade de Paranaguá. O estudo permitiu perceber que o nível da maré e as precipitações, são fatores naturais, que influenciam no escoamento das águas do Canal na Baía de Paranaguá, entretanto, percebeu-se que os alagamentos, são de origem antrópica tendo em vista, as alterações que ocorreram na área de estudo, tais, com, a impermeabilização do solo, mudança na geometria do Canal, lixos e entulhos nas margens do Canal, deficiência nas bocas de lobo e alteração no ciclo hidrológico local. Conclui-se que as inundações que ocorrem na região podem ser evitadas com medidas preventivas de manutenção, limpeza na rede de drenagem, limpeza nas vias de acesso, desenvolver com a comunidade projetos de educação ambiental, para que ocorram mudanças no comportamento e atitudes dos moradores da localidade em estudo.

Palavras-chave: Inundações. Unidade Hidrográfica. Meio Ambiente.

1. INTRODUÇÃO

A chuva em áreas urbanas cai principalmente sobre superfícies impermeabilizadas por asfalto e concreto escoando para bueiros e finalmente atingindo os rios. A infiltração é praticamente inexistente e uma das consequências é a alta frequência de inundações e alagamentos após as fortes chuvas (TUCCI, 1995).

No caso de cidades litorâneas, as consequências das precipitações e impermeabilização podem ser agravadas pelos efeitos das marés, que elevam o nível das águas na região próxima à costa dificultando o escoamento natural.

Em Paranaguá está localizado o Porto D. Pedro II um dos maiores exportadores de grãos da América Latina, nele é escoado a produção agrícola da região Sul, sendo assim, os grãos sólidos é sua carga mais movimentada. Nas vias de acesso ao porto existe a perda de grãos e outros materiais, proveniente dos meios de transportes, que em período de chuva são carregados para a drenagem provocando a obstrução nos componentes do sistema como, boca de lobos, canaletas, caixa de inspeção entre outros.

Diante disso, nas últimas décadas no município de Paranaguá têm se intensificado problemas de alagamentos e inundações, e consequentemente os agravos de casos notificados das endemias hidro veiculadas dentre elas podemos citar a dengue, leptospirose, virose, hepatites virais e hantavírus. Além disso, há o comprometimento da segurança de pessoas, prejuízos de ordem financeira na infraestrutura pública e particular. Como exemplo extremo, no dia 11 de março de 2011, ocorreram chuvas intensas com índice pluviométrico acima da média, causando alagamentos e deslizamentos de terra. Como consequências desse desastre, resultaram danos humanos, materiais e ambientais e prejuízos econômicos e sociais. Diante disso a Câmara Municipal de Paranaguá aprova o Decreto nº 1853 de 16 de março de 2011 declarando Situação de Emergência, que foi prorrogado pelo Decreto 2036 de 16 de junho de 2011. De acordo com a Resolução nº 3 do Conselho Nacional de Defesa Civil - CONDEC, a intensidade deste desastre foi dimensionada como de Nível (III) Grande (PARANGUÁ, 2011).

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo geral caracterizar o sistema de drenagem do Canal do Correio Velho, localizado na área de influência Direta do Porto D. Pedro II no município de Paranaguá, Litoral do Paraná. Visando atender este objetivo, definiram-se os seguintes objetivos específicos: a) Caracterizar todos os elementos do sistema de macro drenagem do canal do Correio

Velho; b) verificar a influência das precipitações nas inundações/alagamentos; c) verificar a influência das marés na rede de drenagem urbana; d) identificar os pontos de inundações/alagamentos na Unidade Hidrográfica do Canal do Correio Velho. Esta Pesquisa recebe apoio financeiro da CENTROSUL, SIPAL e AGTL.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A água é um elemento essencial à vida humana, e sempre esteve ligada aos sucessivos progressos e ao desenvolvimento da civilização urbana. Também, as populações humanas se concentraram, historicamente, junto das margens dos rios, zonas ricas e férteis, na tentativa de obter água e alimento com maior abundância, bem como, facilidade de transporte (ARAUJO, 2014).

De acordo com Fátima (2013) foi o fim da vida nômade, e o estabelecimento da espécie humana em localidade fixa que exigiu o desenvolvimento de técnicas de manejo de águas para utilizar em processos de irrigação, produção de alimentos, abastecimento doméstico e transporte dos dejetos humanos. Segundo Mattos (2003) as primeiras obras de drenagem urbana remontam 5000 anos.

O sistema de drenagem deve ser entendido como o conjunto da infraestrutura existente em uma cidade para realizar a coleta, o transporte e o lançamento final das águas superficiais. Inclui ainda a hidrografia, córregos e os talwegues. Assim, o sistema está relacionado com a água no meio urbano, que se origina devido à precipitação nas superfícies urbanas, o seu tratamento e seu regresso aos rios (BRASIL, 2006).

Os sistemas de drenagem são definidos como na fonte, micro drenagem e macro drenagem. A drenagem na fonte é definida pelo escoamento que ocorre no lote, condomínio ou empreendimento individualizado, estacionamentos, parques e passeios. A micro drenagem é definida pelo sistema de condutos pluviais ou canais a nível de loteamento ou de rede primária urbana. Este tipo de sistema de drenagem é projetado para atender à drenagem de precipitações com risco moderado. A macro drenagem envolve os sistemas coletores de diferentes sistemas de micro drenagem. A macro drenagem envolve áreas de pelo menos 2 km² ou 200 ha. Estes valores não devem ser tomados como absolutos porque a malha urbana pode possuir as mais diferentes configurações. Este tipo de sistema deve ser projetado para acomodar precipitações superiores às da micro drenagem com riscos de acordo com os prejuízos humanos e materiais potenciais (BRASIL, 2006).

De acordo com FEAM (2006) a macro drenagem é constituída pelos principais talwegues, fundos de vales, cursos d'água, independente da execução de obras específicas e tampouco da localização de

extensas áreas urbanizadas, por ser o escoadouro natural das águas pluviais. A micro drenagem é formada por estruturas que conduzem as águas do escoamento superficial para as galerias ou canais urbanos. É constituída pelas redes coletoras de águas pluviais, poços de visita, sarjetas, bocas-de-lobo e meios-fios.

A drenagem urbana na maioria das cidades brasileiras está no nível de micro drenagem, e envolve um conjunto de dutos pluviais ou canais em nível de loteamento ou de rede primária urbana. (TUCCI, 2000).

De acordo com Tucci (2005), as grandes mudanças na drenagem urbana devem-se à concentração de população nas cidades, crescimento das atividades industriais e expansão portuária em áreas litorâneas. Diante disso, a canalização de arroios, córregos, canais, rios urbanos ou uso de galerias para transportar rapidamente as águas pluviais e os resíduos líquidos (esgoto) tornam-se mais intensos, contribuindo para as inundações e alagamentos.

No município de Paranaguá a canalização dos canais e córregos teve início na década de 1950 motivado pelos projetos do governo federal - Departamento Nacional de Obras e Saneamento. Nessa década foram canalizados os rios do Chumbo e Canal Sabiá. (PARANAGUÁ, 2006). Segundo a mesma referência, na década de 1960 a expansão portuária motivou a canalização do canal das Marés e a partir da década de 1970 os canais do Anhaia e parte do Canal Correio Velho.

O sistema de drenagem da área urbana foi projetado e construído a partir das décadas de 1950 a 1990 no nível da baixa-mar maré de sizígia, tendo como parâmetro volumes de precipitações de 1.770 mm/ano (PARANAGUÁ, 2006). O sistema é misto, pois, está sendo utilizado para coletar de esgoto in natura das residências, comércio, prestação de serviços e para drenar toda área no entorno das micro bacias. O produto desse sistema misto é lançado direto nos rios Itiberê, Emboguaçu e na baía de Paranaguá. (PARANAGUÁ, 2006). Corroborando esse fato está à lei municipal no2000/97 que autoriza a CAGEPAR – Companhia de Água e Esgoto de Paranaguá, a utilizar o sistema de drenagem urbana para a coleta e transporte de esgoto, bem como a cobrar pela prestação do serviço à população (PARANAGUÁ, 2006).

Os fenômenos atmosféricos apresentam-se como uma das grandes preocupações dos cientistas que estudam os desastres naturais no mundo todo. As precipitações são fenômenos atmosféricos naturais que, nas últimas décadas têm provocado grandes impactos na área urbana, e teoricamente pode ser enquadrada na categoria de eventos naturais extremos pela possibilidade de estar relacionada com inundações e alagamentos. (ZANELA, 2006, p.36).

Em regiões tropicais e subtropicais, por exemplo, em que as precipitações são mais frequentes, as inundações e alagamentos decorrentes de chuvas intensas são fenômenos comuns, de grande impacto na área urbana, prejudicando as condições de vida da população. (LOHMANN, 2013, p.136). Segundo Tucci (1999) eventos extremos de precipitações têm provocado inundações e alagamentos em várias cidades brasileiras. Sendo na última década, no período de verão a notícia mais comum nos telejornais, revista, rádio, TV e redes sociais. Esse fenômeno produz impactos sociais e econômicos, principalmente pela falta total de planejamento e de adoções de soluções adequada pelo poder público.

Estudos realizados por Lohmann (2013) em Curitiba; Magalhães et al. (2009) em Fortaleza; Costa et al. (2014) em São Luiz, concluíram que o aumento das inundações ocorreram em função do processo de urbanização, da crescente impermeabilização do solo, da deficiência de infraestrutura de drenagem urbana, da ocupação nas planícies de inundações, da retificação dos canais, da mudança na geometria dos canais e da disposição inadequada dos rejeitos, de resíduos sólidos nas ruas e avenidas.

Ainda segundo os autores nas últimas décadas foram observados inúmeros eventos de chuvas diárias, com índices pluviométricos superiores a 60 mm. Esses eventos extremos de precipitações se concentram na estação chuvosa no primeiro semestre do ano, principalmente no período de dezembro a março, com chuvas intensas e irregulares, porém suficientes para acarretar vários problemas ambientais, que causam impactos principalmente nas áreas próximas a rios e lagoas, tendo em vista que suas margens foram ocupadas de forma irregular, por população de classe social menos favorecida.

No litoral do Paraná eventos extremos tais como ciclones, tempestades e precipitações intensas são comuns nas últimas décadas. Fato que se atribui ao predomínio da Massa Tropical Atlântica com rápidas inversões da Massa Polar Atlântica. Assim, o regime pluviométrico é marcado por precipitações diárias com volumes superiores a 50 mm que ocorrem em pancadas nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março (chuvas de convectivas) e que podem causar inundações e alagamentos, principalmente na planície litorânea (JORGE, 2009).

De acordo com a Folha do Litoral (2019) nas últimas décadas, na estação chuvosa (período de verão) o jornal destacou em primeira página eventos extremos de precipitação e inundações que ocorreram no município, com prejuízo econômico e impactos sociais de grande relevância. Dentre eles destaca-se o evento de 11 de março de 2011 como o de maior intensidade.

Segundo Caneparo (1999) a ocupação na planície litorânea do município de Paranaguá ocorreu de forma desordenada, porém planejada e financiada por interesses econômicos e políticos, onde cada invasor recebe um “Kit de invasão” contendo material necessário para demarcação, desmatamento e construção de moradia. Estas áreas compreendem as planícies de marés às margens dos rios Emboguaçu e Itibere e entorno das unidades hidrográficas: do Canal do Anhaia, Canal do Bertioga, Canal do Parque Agari, Canal do Chumbo, Bairro Ponta do Caju, Jardim Iguaçu, Beira Rio, Vila São Vicente entre outros. O aterro destas áreas ocorreu a partir dos anos de 1970, comprometendo o escoamento natural das águas dos canais de drenagem, e consequentemente contribuindo para as constantes inundações e alagamentos.

As planícies de maré são áreas planas, com alturas que vão desde o máximo de alcance das marés até o nível de maré baixa de sizígia; sendo, portanto, inundadas a cada ciclo de maré (Bigarella, 1978). Porém, Angulo (1992) informa que a planície de maré inclui diversos ecossistemas (formações pioneiras com influência fluvial), sendo o manguezal (formação pioneira com influência fluvio-marinha) apenas um deles. Em Paranaguá o desmatamento que ocorreu nos manguezais deu origem a núcleos habitacionais. (CANEPARO, 1999).

O Manual de Desastres da Secretaria Nacional da Defesa Civil do Ministério da Integração, “inundação representa o transbordamento das águas de um curso d’água, atingindo a planície de inundação ou outra área de várzea”, decorrente de modificações no uso do solo e pode provocar danos de grandes proporções. (BRASIL, 2003).

Com o intuito de definir o conceito de inundações na perspectiva deste trabalho, Tucci (2005) explica que inundação urbana ocorre quando as águas dos rios, riachos, galerias pluviais saem do leito de escoamento devido à falta de capacidade de transporte de um desses sistemas e ocupa áreas onde a população utiliza para moradia, transporte (ruas, rodovias e passeios), recreação, comércio, indústria, entre outros.

Para o autor na medida em que a população impermeabiliza o solo, e acelera o escoamento por meio de condutos e canais, a quantidade de água que chega ao mesmo tempo no sistema de drenagem aumenta, produzindo inundações mais frequentes do que as que existiam anteriormente, quando a superfície era permeável e o escoamento se dava pelo ravinamento natural. Essas inundações, ditas urbanas ou inundações intramuros ocorrem principalmente devido à forma como a drenagem é projetada nas cidades, aliada a impermeabilização das superfícies que produzem aumento de escoamento superficial em detrimento do escoamento subterrâneo.

3. ÁREA DE ESTUDO

Paranaguá está localizada no litoral do Estado do Paraná, a área total do município é de 826,65 km², sua área urbana é de 95,15 km². Paranaguá tem como latitude e longitude de seu marco zero 25° 18'00" S e 48° 21'00" W, respectivamente. Limita-se ao norte com a Baía de Paranaguá e o município de Guaraqueçaba (PR), ao sul com os municípios de Guaratuba (PR) e Matinhos (PR), a leste com o município de Pontal do Paraná (PR) e a oeste com os municípios de Antonina (PR) e Morretes (PR). (TONETTI, et.al. 2013). De acordo com o recenseamento realizado pelo IBGE¹ 2010 a população é de 140.456 habitantes.

3.1 VEGETAÇÃO E SOLO

O Litoral do Estado do Paraná é constituído por uma estreita faixa montanhosa afundada por falhamentos, que originaram a Serra do Mar. É um litoral de imersão, onde antigos vales e enseadas foram preenchidos principalmente por sedimentos marinhos do período Quaternário. Na planície o relevo é muito suave, com pequenas ondulações e altitudes, que somam entorno de 5 metros acima do nível do mar. Os solos que ocorrem sob este relevo plano e alto grau de umidade são principalmente: os espodossolos, onde ocorrem as restingas e terras baixas, que predominam na paisagem; os solos aluviais, próximos às margens dos rios; e os solos hidromórficos gleyzados indiscriminados (gleissolos) no restante da planície. (TONETTI, et.al. 2013).

A cobertura vegetal original da área urbana de Paranaguá era constituída pela Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em associações com a Floresta Ombrófila Densa Aluvial, com as formações pioneiras com influência marinha (restingas), com influência fluvio-marinhas (manguezais e campos salinos) e com influência fluvial (taboais, caxetais, pirizais, maricazais) de acordo com o sistema de classificação da vegetação brasileira, proposto pelo IBGE (1992). Atualmente são encontrados remanescentes das formações florestais em diferentes estágios da sucessão vegetal de formações pioneiras com influência fluvio-marinha. (TONETTI, et.al. 2013).

3.2 HIDROGRAFIA

Conforme a portaria SUREHMA nº. 005/89 datada de 06/09/1989, que dispõe sobre o enquadramento de cursos d'água da Bacia Litorânea do Estado do Paraná, os rios Emboguaçu, Maciel, Penedo, dos Almeidas, dos Correias, Itiberê, Embocuí e Pequerê, pertencem à classe 2 (dois) até o trecho dos seus

cursos onde há o final da influência da salinidade. As águas salobras mais a jusante ficam enquadradas na classe 7 (sete).

A Cidade de Paranaguá está localizada entre dois rios, Emboguaçu, cuja nascente localiza-se em região de mangue e a sua foz situa-se na Baía de Paranaguá a oeste do Porto de Paranaguá e Itiberê a leste do porto. Ao final do Cais Oeste, dentro da área do porto, desembocam águas de pequeno porte, provenientes de pequenos talwegues que drenam a cidade. (PLANO DIRETOR, 2006).

Os rios Itiberê e Emboguaçu são canais estuarinos, com profundidades que variam de menos de 1 metro até cerca de 5 metros. Esses canais sofrem influência da maré, manifestada pela inversão do fluxo das águas e pela inundação das áreas marginais da ilha dos Valadares e áreas centrais e bairros da periferia (FLÓREZ, 2005).

As unidades hidrográficas que banham a cidade foram canalizados, recebem grande parte da rede de drenagem pluvial e deságuam na Baía de Paranaguá. Estas são as unidades hidrográficas: o Canal do Chumbo, Canal Sabiá, Canal das Marés, Canal do Anhaia, Canal do Correio Velho, Canal do Bertioga, Canal da Labra, Canal do Agari e Rio da Vila.

No município de Paranaguá, a rede de drenagem é composta por um sistema de macro drenagem que são os canais e córregos e vários sistemas de microdrenagem em nível de loteamento (manilha em concreto, em aço galvanizado e blocos de concretos com diâmetros que variam de 2,20 m a 0,30 m). O início da canalização destes rios se dá nas porções mais centrais da área de estudo, que apresentam as cotas atitudinais mais elevadas, a aproximadamente 5m (s.n.m).

3.2.1 UNIDADE HIDROGRÁFICA DE ESTUDO

O Porto de Paranaguá já garantia seu espaço na cartografia da América do Sul desde 1700. Por todo século XVII e início do século XVIII o porto não teve cais e quebra-mar. Nesse período era considerado arriscado, por não ter barra suficiente para os navios de alto bordo.

Diante das dificuldades de transformar o antigo ancoradouro da cidade de Paranaguá em um porto com condições de atendimento aos fluxos de mercadorias originadas da ligação ferroviária com Curitiba, o governo do estado do Paraná, conforme disposto no Decreto nº 12.477, de 23 de maio de 1917, inicia a abertura de dois canais de acesso de cais acostável e de cais de saneamento, no local denominado “enseada do gato”, área de baixios e zona de mangroves.

Assim, tendo em vista o crescimento das atividades portuárias a partir da década de 50 com o ciclo do café, fizeram-se melhorias nas vias de acesso ao porto D. Pedro II.

Os canais e córregos na área de influência portuária foram canalizados buscando: a) melhorias nas vias de acesso ao Porto D. Pedro II; b) obras de infraestrutura de saneamento básico, visando melhoria na saúde da população; c) aterro nas áreas de baixios e mangroves; d) ocupação e uso do solo urbano nas margens dos rios Itibere Emboguaçu; e) obras de infraestrutura do porto D. Pedro II.

Quanto à ocupação do solo em 1967, o plano diretor diagnosticava em Paranaguá três áreas: a primeira era o Centro Histórico, a segunda era o centro comercial, e a última era a área residencial. Esta estava dividida em três grandes grupos: residenciais de alto padrão, de médio padrão e demais áreas. Quanto à primeira, localizava-se principalmente nas imediações do Centro Histórico, sendo seguida pelas residências de médio padrão. A terceira caracterizava-se por possuir residências de baixo padrão, localizando-se preferencialmente nos bairros: Vila Guarani, Porto dos Padres, Costeira, Jardim Guaraituba e nas margens da baía. (PLANO DIRETOR, 2006).

Atualmente o Plano Diretor de 2007 classifica as mesmas áreas em: SH – Considera-se “Setor Histórico” ; ZPSH – “Zona de Proteção do Setor Histórico (ZPSH)”, ZCS – “Zona Comercial e de Serviços (ZCS)”, ZR – “Zona Residencial (ZR)”, ZR1- Zona Residencial 1(ZR1)” ,ZR2- “Zona Residencial 2 (ZR2)”, ZR3 - “Zona Residencial 3 (ZR3)”. OBS: ZR 2 e ZR 3 diferenciam-se pelas suas densidades.

Diante disso a unidade hidrográfica da área urbana de Paranaguá selecionado neste estudo foi Canal do Correio Velho localizado na área de influência direta do Porto D. Pedro II.

3. 3 CLIMA

Segundo a classificação de Koppen, o clima da região costeira do Paraná, em altitudes inferiores a 700m, é do tipo Cfa (Clima subtropical) sendo pluvial temperado, sempre úmido, com chuvas em todos os meses do ano. Porém no município de Paranaguá a classificação climática é do tipo Aft da classificação de Koppen, isto é, tropical, superúmido, com mês mais frio possuindo temperatura média superior a 18 °C, mês mais quente 24,9 °C e temperatura média anual de 22 °C sem estação seca e isento de geadas. (FUNPAR, 1997).

4. METODOLOGIA

De acordo com Flórez, (2005) a rede hidrográfica do município de Paranaguá tem orientação nordeste e é constituída pelos rios Itibere e Emboguaçu que circundam a área urbana. São canais estuarinos

que atingem mais de 10 km de distância da linha da costa, tornando as águas salobra e, conseqüentemente, impróprias para o consumo humano. Esses canais são afetados pela salinidade e neles deságuam, vinte e dois (22) pequenos talvegues que formam as micro bacias urbanas e são alimentadas pelas águas da chuva, lençol freático e resíduos líquidos.

Sendo assim, para identificar os limites das as utilizou-se a carta georreferenciada MI - 2858/2-NE FOLHA SG.22-X-D-V/2-NE do Ministério do Exército–Departamento de Engenharia e Construção, Diretoria de Serviços Geográfico Região Sul do Brasil na Escala 1-25.000.

Para os eventos de precipitações diárias (mm^3) concentradas ou com distribuição moderada do município de Paranaguá foram levantados junto a Estação de Meteorologia de Paranaguá, vinculada ao 8º Distrito de Meteorologia de Porto Alegre para os três horários de leituras 09h, 15h e 21h. Foi calculada a média mensal de precipitação do município no período de 2015 a 2020. Para os cálculos da média mensal e a elaboração de gráficos de precipitação foi utilizado o software Excel.

Para a identificação das áreas inundáveis ou alagáveis foi feita com base na compilação de informações provenientes de duas fontes, empresa Cab. Águas de Paranaguá e a Prefeitura Municipal de Paranaguá, adicionalmente observações pessoais do autor sistematizadas durante os trabalhos de campo desse projeto e anedóticas em outras atividades profissionais na cidade de Paranaguá.

As observações sistematizadas de campo foram realizadas no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2022. Para observar os números das inundações e alagamentos que ocorreram por mês nas unidades hidrográficas da área urbana. Fez-se a medição da lamina d'água, verificando a altura da água nas ruas e calçada bem como o tempo de escoamento tendo como base o nível da rua. Com uma trena e tendo como referência o poste de luz (Copel), fez-se uma régua com escala em cm e com tinta branca as medidas de 0 a 50 cm. As observações iniciaram com o início das precipitações e duraram até o escoamento.

Nas planícies de maré o sistema de drenagem é um sistema de micro drenagem em nível de loteamento, pois são áreas planas que foram aterradas, e a drenagem sofre estrangulamento dos canais a cada ciclo de maré.

Visando a elaboração de mapas dos pontos de localização das micro bacias, pontos de inundações na área de influência portuária, bem como na área de influência indireta foi feito o georreferenciamento de pontos com Aparelho de GPII PLUS GARMIN. Após a coleta dos dados em campo, e utilizado o programa ARCGIS versão 10.3 e o programa SPRING versão 5.3 para a elaboração dos mapas.

5. BACIA HIDROGRAFICA DO CORREIO VELHO

5.1 REDE DE DRENAGEM

A micro Bacia Hidrográfica do canal do Correio Velho está localizada no bairro Vila Paranaguá e deságua no rio Emboguaçu - Paranaguá, possui uma área de aproximadamente 0,42 Km² e foi canalizado ao longo do curso d'água na década de 70, tendo em vista o crescimento urbano motivado pelo ciclo do café. No entorno da micro bacia, foram originalmente construídos armazéns para depósito de café, os quais, com a mudança para o ciclo da diversificação, atualmente são ocupados para depósito de cargas gerais e pátio de contêineres.

De acordo com Tucci (2002), o sistema de drenagem na maioria das cidades Brasileiras é conhecido como um sistema de micro drenagem, e envolvem um conjunto de dutos pluviais ou canais em nível de loteamento ou de rede primaria urbana. Este tipo de sistema de drenagem é projetado para atender à drenagem de precipitações com risco moderado.

O sistema de macro drenagem do município de Paranaguá foi canalizado tendo como parâmetro a Tábua de Marés da região sul. E utilizou-se como base a maré de sizígia que estabelece na baixa mar a média de 0,23 m e na preamar, 177 m.

Sendo assim, corroborando com Tucci, (2002), a rede de drenagem do bairro em estudo é um sistema micro-drenagem e foi projetado para coletar as águas de chuvas, entretanto, está sendo utilizada para coleta de esgoto das residências, comércio prestação de serviços e drenar toda área no entorno da micro bacia.

De acordo com os levantamentos de campo realizados no primeiro semestre de 2019 foram identificados os componentes que compõem os sistemas da micro-drenagem tais como: galerias (manilhas em concreto), caixa de passagens, bocas de lobo, tubos de ligação, canaletas, ralos e poço de visitas. Ver figuras nº 1 e 2



Figura nº.1 Foz do Rio Correio Velho – fonte Francisco Xavier



Figura nº.2 Drenagem/ Rio Correio Velho – fonte Francisco Xavier

A figura nº 1 mostra que o sistema de drenagem do bairro foi construído em área de manguezais próximos ao rio Emboguaçu, e devido à pouca declividade o sistema construído no nível da baixa-mar maré de sizígia, o que dificulta o escoamento superficial das águas.

Para coleta de águas das chuvas o bairro possui 3 redes de drenagens distribuídas em escala de microdrenagem em nível de loteamento, e como não possui rede separadora para a coleta de esgoto, as águas da chuva misturam-se com os esgotos doméstico em todo seu percurso, e são lançados direto

no rio Emboguaçu. Outro agravante é que algumas residências lançam os esgotos direto na foz do rio nas proximidade dos manguezais.

Durante a pesquisa percebeu-se que algumas caixa de passagens encontram-se sem as tampas, e os moradores aproveitam para jogar lixo e entulhos dentro das caixas, que além de possibilitar a ocorrência de acidentes, contribui para os constantes alagamentos que ocorrem na região com frequência, tendo em vista a dificuldade de escoamento das águas superficiais em período de chuvas fracas e moderadas. A Figura nº 3 mostra o Canal do Correio Velho.



Figura nº. 3 Canal do Correio Velho – fonte Francisco Xavier

5.2 VOLUMES DE PRECIPITAÇÕES NO MUNICÍPIO DE PARANAGUÁ

Segundo Bigarella et al., (1978, p. 45), de acordo com a classificação de Koppen o clima de Paranaguá é do tipo Aft, ou seja, subtropical úmido mesotérmico, sem estação seca e isento de geadas. Para compreender melhor a distribuição das precipitações e temperatura, fez-se uma análise dos dados no período compreendido entre 2015-2020 Os dados foram fornecidos pelo 8º Distrito de Meteorologia – Porto Alegre-RS.

No período de estudo, observou-se que no município de Paranaguá/PR a ocorrência do período chuvoso é curta e regular e tem início no verão, com chuvas bem distribuídas, volumes de precipitações médias de 921 mm que representam aproximadamente 42% das precipitações anuais.

O mês mais rico em chuvas é fevereiro, com a média de 335 milímetros; o mês mais pobre em chuva é agosto, com a média de 64.0 milímetros.

O **Quadro 1** mostra temperaturas e volume de precipitação em Paranaguá entre 2015 e 2020. Observou-se que no ano de 2015 registrou-se a temperatura média de 22,2 °C, a mais baixa no período estudado e volumes de precipitações de 2.726,6 mm, sendo a maior média no período estudado. No ano de 2019 registrou-se a temperatura média de 24,21°C, a maior média do período estudado, como volume de precipitação de 1.375,5 mm, sendo a menor média no período. Contudo, nos anos de 2016, 2018 e 2020 as temperaturas médias estiveram muito próximas.

Quadro 1. Temperaturas e volume de precipitação Paranaguá 2015 – 2020

Ano	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Precipitação(mm)	2726,6	2289,4	2435,1	1831,1	1375,4	1680,4
T. Media (°C)	22,2	22,2	23.0	22,6	24,21	22,5

5.3 INUNDAÇÕES

Na área de estudo o sistema de drenagem foi construído na década de 70 tendo como parâmetros volume de precipitação de 1.770mm (Suderhsa), porém no período de 2000 a 2010 houve aumento nas médias anuais de volume de precipitação para 2.240mm (Souza, 2010). Por meio desses dados observa-se que o sistema de drenagem tornou-se ineficiente para atender as precipitações com risco moderado.

Outro agravante é que o que o nível da maré e as precipitações influenciam nas constantes inundações que ocorrem no município de Paranaguá. Haja vista que o sistema da baía de Paranaguá, para onde converge a drenagem Atlântica, exibe conforme Bigarella et. al. (1978), uma circulação particular determinada pelas marés, secundária de semiperíodo de 3 horas, verificada quando o ciclo lunar se afasta das sizíguas e se aproxima das quadraturas formando uma verdadeira maré que inverte a sua circulação. Sendo assim, a maré de quadratura possui um ciclo diurno de 3 horas entre a baixa-mar e preamar, onde o nível médio das marés é de 0,9 m para a baixa-mar e 1,3 m para a preamar, e com velocidades de 80 cm/s e 110 cm/s respectivamente, este fenômeno empurra as águas do rio Emboguaçu para a rede de drenagem, a qual deságua no nível da baixa-mar maré de sizígia

Quando as precipitações ocorrem no momento da passagem da baixa-mar para a preamar, observou-se que o escoamento é mais lento, tendo em vista que as águas superficiais permanecem sobre as ruas e calçadas, entretanto, na passagem da preamar para a baixa-mar o escoamento é rápido. Observou-

se ainda que as constantes inundações ocorrem com mais frequência e intensidade nas marés de quadratura.

Foram identificados todos os componentes da micro-drenagem, e comprovou-se que não são suficientes para auxiliar a drenagem, pois estão muito distantes e com diâmetros inferiores ao da rede.

A coleta de dados referente às inundações teve início no ano de 2015, e nesse período, ocorreram 36 inundações, sendo que 26 inundações ocorreram em período de maré de quadratura, e 8 inundações em maré de sizígia e 02 inundações no momento de estofo e o volume de precipitações médias anual de 2727 mm. O quadro nº 2 apresenta ocorrências das inundações e volume de precipitações.

Quadro nº 2 Precipitações e inundações Canal Correio Velho

Precipitações/Alagamentos	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Precipitações mm/m ³	2727	2289	2435	1831	1375	1680	XX	XX
Alagamentos	36	40	42	28	19	22	23	32

O resultado da pesquisa mostra que durante a elaboração deste trabalho ocorreram 242 inundações, sendo 183 inundações na maré de quadratura, 49 na maré de sizígia e 7 no momento de estofo ver o Quadro nº 03.

Quadro 3. Precipitações e inundações Canal Correio Velho

Dados	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total
Precipitações mm/m ³	2727	2289	2435	1831	1374	1680			
Inundações	36	40	42	28	19	22	23	32	242
Inund. Quadratura	26	32	33	19	14	15	19	28	183
Inund. Sizígia	8	7	9	7	5	6	3	4	49
Inund. Estofo	2	1	0	2	0	1	1	0	7

De acordo com Tucci, (2000) essas inundações são localizadas e podem ser provocadas, normalmente ocorrem em vários pontos diferentes da cidade. Sendo assim, os problemas das inundações na área de estudo resultam das alterações em ambientes fluviais e área de influência flúviomarinha, que aliado às chuvas mais intensas na quadra chuvosa e, o não acompanhamento pelo poder público com obras de infra-estruturas na rede de drenagem no mesmo ritmo do crescimento da cidade, gera problemas de extravasamento dos canais e corpo hídricos. As inundações atingem a população propiciando a manifestação de algumas doenças, entre elas as doenças hidroveiculadas tais como: cólera, febre amarela, hepatites virais, diarreias agudas, dengue e leptospirose. Afigura nº 4 mostra os pontos de inundações e alagamentos na área de influência do Canal do Correio Velho.

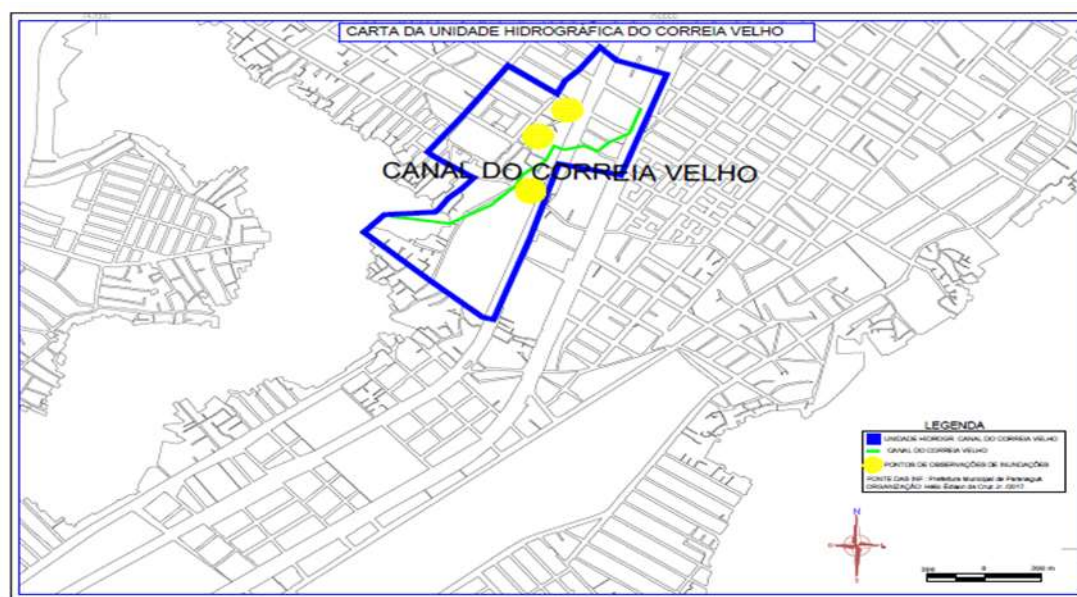


Figura nº. 4 Canal do Correio Velho pontos de inundações – fonte Francisco Xavier

É possível observar que o nível da maré e as precipitações influenciam nas constantes inundações que ocorrem no Canal Correia Velho. O nível das marés e as precipitações são fatores naturais, que influenciam no escoamento das águas dos canais na Baía de Paranaguá, as inundações que ocorrem na bacia do Correia Velho, são de origem antrópica tendo em vista, as alterações que ocorreram na área tais, como: o estrangulamento da seção dos canais, mudança na geometria do Canal, aterro e construção de núcleos habitacionais em área de influência flúviomarinha, impermeabilização do solo, melhorias nas vias de acesso tendo em vista o aumento do fluxo de veículos de carga, possíveis erro na execução dos projetos de drenagem das vias de acesso, lixos e entulhos nas ruas e avenidas, deficiência nas bocas de lobo e alteração no ciclo hidrológico local, porém, salienta-se que os ciclos das marés não foi alterado. Na área de estudo, em momentos de precipitações fracas ou moderadas as águas superficiais permanecem sobre as ruas e calçadas, entretanto, na passagem da preamar para a baixar mar o escoamento é rápido. Porém, observou-se que as constantes inundações ocorrem com mais frequência e intensidade nas marés de quadratura.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, não há nenhum tipo de programa sistemático que faça o controle de inundações e enchentes que envolva aspectos em diferentes escalas. É possível analisar algumas ações tomadas de forma isolada por parte de algumas cidades que já sofreram enormes prejuízos sociais, ambientais, naturais.

A maior parte dos problemas na cidade de Paranaguá oriunda dos alagamentos são causados pelos fatores antrópicos e naturais. Os canais da área de estudo encontra-se assoreado e impermeabilizado,

devido às pavimentações e poucas áreas permeáveis. Isso decorre da falta de planejamento e de implementação de políticas adequadas.

O município encontra-se em fase desenvolvimento econômico, aliado ao ciclo da diversificação, assim, o setor portuário foi se modernizando, ampliando sua área de influência no sentido Porto/Rodovia Ayrton Sena/BR 277 - Avenida Bento Rocha para atender o fluxo de empresas que se instalaram no local. Fato este, que também colaborou para invasão em áreas de preservação, no caso, os manguezais onde hoje se encontram moradores ribeirinhos, isso acaba afetando o canal, pois, lançam esgotos e geram poluição nessa área, e as empresas instaladas próximas, também são consideradas agentes poluidores.

Verificou-se que as inundações são ocasionadas pela grande quantidade de lixo encontrado nas vias públicas, o que provoca entupimento nas galerias, e poucas áreas permeáveis para facilitar a infiltração de água da chuva e por muitas vezes carreando o lixo para a baía de Paranaguá, contribuindo com os aportes de lixo no mar e oceanos.

Com o objetivo de reduzir o problema na área de estudo, é de suma importância criar programas de gestão ambiental que sensibilize a comunidade, aumentar os espaços de áreas verdes e permeáveis, mutirões para limpeza das ruas, retirando entulhos e lixos, e a participação da comunidade na fiscalização, a fim de impedir que sejam depositados lixos nas ruas de forma desordenada, colaborando para evitar o agravamento do problema de alagamentos no bairro.

As inundações que frequentemente ocorrem no meio urbano é outro critério que compromete a sua qualidade. Uma possibilidade para reduzir a intensidade e o número de pontos de alagamento seria a adoção de medidas que contivessem a água da chuva temporária ou permanentemente nas residências, nos estacionamentos ou nas praças entre tantos outros possíveis locais para utilização da água da chuva. Dentre tantas outras formas, isto poderia ser feito através do uso de medidas de contenção desta água em cisternas, lagoas temporárias ou permanentes e pelo aumento da área de solo não impermeabilizado no lote. Sendo esta medida particularmente interessante para a área urbana de Paranaguá, porque praticamente toda ela, está assentada sobre um solo arenoso proveniente de deposições de sedimentos marinhos.

7.REFERENCIAS

ÂNGULO, J. R.; Geologia da Planície Costeira do Estado do Paraná. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geologia sedimentar. Universidade de São Paulo – Instituto de Geociências. São Paulo, 1992.

ARAUJO, R. R.; Sistemas Prediais de Drenagem de Águas Pluviais. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós Graduação Especialização em Construções. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Portugal, 2014.

CAMARA MUNICIPAL DE PARANAGUÁ Disponível

em:<https://leismunicipais.com.br/a/pr/p/paranagua/decreto/2011/186/1853/decreto-n-1853-2011>. Acessado em 25/03.2016 às 18:20

Carta Tabua de Marés do Porto de Paranaguá – Cais Oeste (Estado do Paraná) – Latitude 25º 30' 1 S e Longitude: W 048º 31,5W fuso horário +03.0 do ano de 2007, instituição APPA, 54 componentes nível médio 0,98 carta nº 1822.

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

BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Desastres Naturais. Vol. 1. Brasília – 2003.

BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Gestão de águas pluviais urbanas / Tucci, Carlos E.M. – Brasília :Ministério das Cidades, 2006. 194p. (Saneamento para Todos; 4º volume).

CANEPARO, S. C. Manguezais de Paranaguá: uma análise da dinâmica espacial da ocupação antrópica - 1952-1996. Curitiba, 1999, Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná .289p.

COSTA, C. M.; SILVA, Q. D.; GARRITO, A. C.; BARROS, D. V.; SANTOS, R. Inundações Urbanas: Estudo de caso do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Paciência – Ilha do Maranhão.RevistaGeonorte, Edição Especial 4, V 10, N 1, p 333-337, 2014. (ISSN 2337-1419).

Estação Meteorológica de Paranaguá – Av. Cel. Elísio Pereira – Aeroparque.

FATIMA, M.Impactos da Drenagem Urbana na Saúde Pública em Municípios de Pequeno Porte no Estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Pernambuco. Recife. Novembro, 2013.

Fundação Estadual do Meio Ambiente. Orientações básicas para drenagem urbana / Fundação Estadual do Meio Ambiente— Belo Horizonte: FEAM, 2006. 32p.; il. 1. Drenagem II. Título

FUNPAR, Fundação da Universidade Federal do Paraná para o Desenvolvimento da Ciência da Tecnologia e da Cultura. Estudo de Impacto Ambiental (EIA) de Usina Termelétrica na Baía de Paranaguá e do porto de desembarque, subestação e linha de transmissão. Curitiba, v.2. 1997.

FLÓREZ, W. V. Caracterização Hidrogeológica da Ilha dos Valadares Paranaguá-PR. Dissertação de Mestrado em Geologia Ambiental – Curso de Pós-Graduação em Geologia - Setor de Ciências da Terra – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

JORGE, F. V. Fachada Atlântica Sul do Brasil: Dinâmica e Tendências Climáticas Regionais no Contexto das Dinâmicas Globais. Dissertação de Mestrado em Geografia – Curso de Pós-Graduação em Geologia - Setor de Ciências da Terra – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009.

LOHMANN, M.; Análises dos Alagamentos no Município de Curitiba entre os anos de 5005 a 2010. *Ciência Geográfica - Bauru - XVII - Vol. XVII - (1): Janeiro/Dezembro* – 2013.

MAGALHÃES, B. G.; ZANELLA, M. E.; SALES, M. C. L. A Ocorrência e a incidência de leptospirose em Fortaleza-CE. *HYGEA, Revista Brasileira de Geografia Médica e de Saúde*. ISSN – 1980-1726. pg. 77-87. 2009.

MATOS, J. S; Aspectos Históricos e Actuais da Evolução da Drenagem de Águas Residuais em Meio Urbano. Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura do Instituto Superior Técnico. Número 16, 2003 Engenharia Civil Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PARANAGUÁ– SECRETARIA DE INFRA ESTRUTURA. 2006.

SOUZA, Francisco Xavier da Silva de, “Alterações do macroclima urbano de Paranaguá devido a ação antrópica – Pr.”, Trabalho apresentado para obtenção do grau de Especialista em Geografia e Meio Ambiente, Instituto Superior do Litoral do Paraná- ISULPAR, 2010, Paranaguá – Paraná.

TONETTI, E. L.; NUCCI, J. C.; SOUZA, F.X.S. de. Inundações Frequentes na Área Urbana de Paranaguá-Pr. *Geografia (Londrina)*, v.22, n.2. p. 43-56, maio/ago. 2013

TUCCI, C.E.M. (1995).” Inundações Urbanas”. Inc: Tucci C.E.M.; Porto, R.L. & Barros, M.T. (orgs.). *Drenagem Urbana*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pp. 15-36.

TUCCI, C.E.M. 1999. Aspectos Institucionais no Controle de Inundações. I Seminário de Recursos Hídricos do Centro- Oeste. Brasília.

TUCCI, Carlos E.M. Plano Diretor de Drenagem Urbana. In: TUCCI, Carlos E. M.; DEPETTRIS, Joel A.: GOLDENFUND, Carlos A.; PILAR, Jorge V. (org.) *Hidrologia Urbana na Bacia do Prata*. ABRH, IPH/UFRGS, 2000. p. 11-30.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da drenagem urbana. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 7, n. 1, p. 5-27, 2002.

TUCCI, Carlos E.M. Gestão de Águas Pluviais Urbanas/ Carlos E. M.Tucci – Ministério das Cidades – Global WaterPartnership - World Bank – Unesco 2005. I. Inundação – Urbano - Recursos Hídricos.

TUCCI, C.E.M. MARQUES, D.M. (eds) 2000, Gerenciamento Ambiental da Drenagem Urbana. Editora da UFRGS e ABRH.

ZANELA, M. E.; Inundações Urbanas em Curitiba/PR: Impactos, Riscos e Vulnerabilidade Socioambiental no Bairro Cajuru. Tese. Programa de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

Capítulo 9



10.37423/231208516

EMPLEO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES Y ECOMIC® EN EL CULTIVO DE LA HABICHUELA (VIGNA UNGUICULATA L) VAR. CANTON-1

José Lescaille Acosta

Universidad de Guantánamo

Suset Hechavarria Riviaux

Universidad de Guantánamo

May Amelia Tames Goire

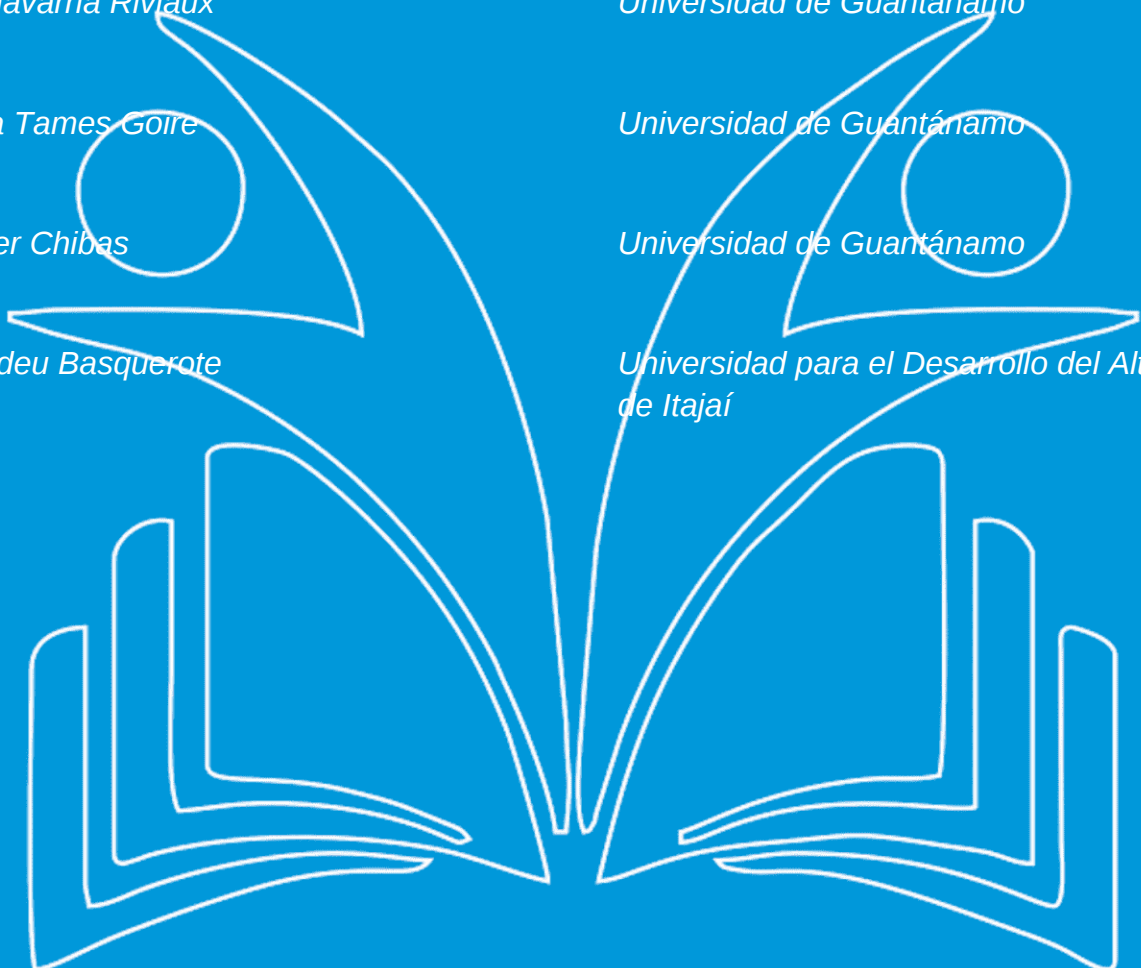
Universidad de Guantánamo

Norca Favier Chibas

Universidad de Guantánamo

Adillson Tadeu Basquerote

Universidad para el Desarrollo del Alto Valle de Itajaí



INTRODUCCIÓN

Los problemas de seguridad alimentaria constituyen materia prioritaria de discusión e intervención a las escalas internacional, nacional y local. Al nivel internacional, éstos forman parte del dominio de entes como el Fondo de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y otros organismos del sistema de cooperación internacional. Al lado de ello, los problemas de producción y consumo de alimentos y la situación alimentaria constituyen temas básicos en las agendas de política de los países y atañen tanto al sector público como al privado (MOLINA, 2002). En el caso de Cuba dentro de la estrategia agroalimentaria para el desarrollo local se implementan la producción de diferentes vegetales entre ellos la habichuela (*Vigna unguiculata* L.).

El cultivo de las hortalizas es una de las prioridades fundamentales para la agricultura urbana, entre las que se destaca la habichuela, que en nuestro país tiene una amplia demanda por la población. Esta leguminosa es cultivada en todo el mundo, en especial las especies mejoradas generadas en Europa. En Centroamérica y el Caribe, la habichuela representa la principal fuente de proteína en la dieta de gran parte de la población (HERNÁNDEZ, et al., 2010).

Este es un cultivo de gran importancia económica mundial, por sus propiedades alimenticias y usos industriales, pudiendo utilizarse tanto la vaina como el grano, así como también para consumo animal, por su alto valor proteico. La forma y el color de la vaina definen el uso que se le da al estado fresco, ya que aparecen ecotipos con vainas de tamaño mediano a grande, forma plana, carnosas, sin hilo y de un color verde claro, que normalmente se consumen enteras o como vaina verde (BASCUR; TAY, 2005).

Uno de los aspectos fundamentales en la producción vegetal lo constituye la nutrición, pero la baja disponibilidad de fertilizantes minerales provocado por los precios elevados en el mercado limitan su uso. Sánchez, Sosa Venegas (2006) plantean que los hongos formadores de micorriza arbusculares son un componente principal en las comunidades microbianas rizosféricas. Estos microorganismos establecen simbiosis con las plantas y son de gran importancia para su nutrición y desarrollo.

Otro grupo de microorganismo que contiene propiedades sobre la nutrición de las plantas lo constituyen los Microorganismos Eficientes o ME, estos agrupan una gran diversidad microbiana entre la cual encontramos bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas o fototropicas, levaduras, actinomicetos y hongos filamentosos con capacidad fermentativa (MOROCHO; LEYVA, 2019).

Las bacterias fototrópicas tienen la capacidad de sintetizar sustancias útiles que se encuentran en el suelo, a partir de las secreciones de las raíces y gases dañinos usando la luz solar y el calor del suelo como fuente de energía. Gracias a su función pueden sintetizar, aminoácidos, ácidos nucleicos sustancias bioactivas y azúcares, provocando así el crecimiento y desarrollo de las plantas (FEIJOO, 2016).

Por otro lado las bacterias ácido lácticas son capaces de producir ácido láctico y carbohidratos sintetizados a partir de azúcares por levaduras y bacterias fototrópicas. El ácido láctico incrementa la descomposición rápida de la materia orgánica y suprime microorganismos patógenos. Estas igualmente aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, tal como la celulosa y la lignina, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso (BIOSCA, 2001).

Las levaduras del género *Saccharomyces* sintetizan sustancias antimicrobianas, además de sustancias bioactivas como hormonas y enzimas de gran utilidad para los otros microorganismos presentes en el caldo, utilizando diversas fuentes de carbono como fuente de energía. Así mismo producen secreciones que son beneficiosas para las bacterias, ácido lácticas y actinomicetos (ACARA, 2006). Teniendo en cuenta estos antecedentes el objetivo del trabajo fue determinar la influencia de EcoMic® y microorganismos eficientes en el crecimiento y rendimiento del cultivo de la habichuela bajo condiciones de organopónico.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el Centro de Estudio de Tecnología Agropecuaria (CETA) adscrito a la Universidad de Guantánamo, ubicada en el km 5 1/2, de la carretera al municipio El Salvador, provincia Guantánamo en el periodo comprendido de enero hasta mayo de 2015 en un área que posee características de organopónico, en canteros del tipo chino al nivel del hormigón.

El experimento fue llevado a cabo con el objetivo de conocer el efecto de EcoMic® y Microorganismos Eficientes (ME), sobre el crecimiento y rendimiento de plantas de habichuelas en condiciones de organopónico la cepa de EcoMic® utilizada fue *Rhizhofagus* intraradices.

Para el montaje del experimento se utilizó el cultivar de habichuela Cantón 1, con una duración del ciclo económico de 70 a 80 días, un rendimiento promedio de 2 a 2,5 (kg/m²), la distancia de siembra entre hileras fue de 25 cm x 90 cm de camellón, el tipo de siembra realiza fue directa, el EcoMic® se

aplicó por recubrimiento y luego se dejó reposar las semillas recubiertas durante 30 minutos, en el caso de los microorganismo eficientes se sumergieron las semillas durante 15 minutos en una solución de 1 parte (250 ml) del producto en 5 partes de agua según normas de FUNDASES (2005) y se dejó secar a la sombra.

El experimento se montó sobre un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, el tamaño de muestra fue 8 plantas por repetición. Para determinar diferencias entre tratamientos se realizó un análisis de varianza de clasificación correspondiente al diseño experimental y la comparación de medias se realizó a través de la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($p \leq 0.05$). En el análisis se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHICS Plus versión 5.1 en ambiente Windows.

Tratamientos.

T1- Testigo de producción. (10 kg/m² de Materia Orgánica)

T2- Microorganismo Eficiente (ME)

T3- EcoMic®

T4- EcoMic® + ME

El cuadro 1 presenta las variables evaluadas e la forma como se fue realizado el proceso de evaluación.

Cuadro 1- variables avaluadas e las formas de evaluación

Variables evaluadas	La forma
Altura de las plantas (cm).	Se midió cada 15 días después de la siembra hasta completar tres mediciones, se utilizó un pie de rey.
Número de vainas (U).	Se realizó un conteo de las vainas en las plantas objeto de estudio.
Masa fresca del fruto (g).	Se tomó el peso de la cosecha de cada tratamiento desde el despunte hasta la última cosecha.
Rendimiento (kg/m ²).	Una vez realizadas todas las cosechas se sumó el total por tratamientos y se llevó a t/ha.

Fuente: datos de la pesquisa (2023).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra el análisis de la variable altura de plantas de habichuelas en tres momentos, en donde se aprecia en los primeros 15 días un resultado favorable para el tratamiento 4 variante en la que se aplicó la combinación de EcoMic® y ME respectivamente, sin embargo el resto de los

tratamientos inoculados mostraron mejor resultados que el testigo. Se destaca que Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias según d^ocima de Duncan (1955).

Tabla 1. Análisis de la variable altura (cm) de plantas de *Vigna unguiculata*.

Tratamientos		15 días	30 días	45 días
T1	MO	4,85c	5,75c	6,45d
T2	ME	6,0b	6,85b	7,52c
T3	HMA	6,18b	7,30 ^a	8,04b
T4	HMA + ME	6,70a	7,54 ^a	8,91a
E.E		0,11	0,12	0,15

Fuente: datos da la pesquisa (2022).

Este fenómeno pudo estar asociado a la influencia que tienen los biofertilizantes cuando son aplicados a los diferentes cultivos, acción que facilita una mejor absorción de nutrientes por parte de las plantas y contribuye a un incremento en los valores de esta variable. Esta razón también pudo provocar un incremento de la diversidad biológica del suelo, parámetro decisivo en la fijación, solubilización y absorción de los diferentes elementos minerales útiles a la planta.

Cabe señalar que, en el caso de la combinación, las micorrizas son compatibles con otros biofertilizantes, todo parece indicar que hubo una buena relación entre los integrantes de los diferentes grupos, aumentando la disponibilidad nutricional para el vegetal contribuyendo en la mejora de la variable objeto de estudio, obsérvese que esta tendencia se mantiene en todas las mediciones.

Espinosa et al. (2010) en investigaciones realizadas sobre el efecto de las micorrizas, en el crecimiento de MANGUIFERA indica, en la fase de vivero se observó un mayor crecimiento relativo en la altura de las plantas, en aquellas plantas inoculadas con EcoMic® que en la variante testigo, convirtiéndolos en los de mejor resultados a los tratamientos inoculados.

Por otro lado, Higa (2013), manifiesta que los microorganismos proporcionan una rápida descomposición de macromoléculas, haciendo que los macro y micro nutrientes solubles estén disponibles por la rápida descomposición, la cual es causa directa de la hidrolización que realizan los microorganismos como funcionamiento normal de su metabolismo para la obtención de nutrientes.

Estos resultados evidencian los efectos positivos entre el suelo y la planta, promovido por la acción de los microorganismos, que coadyuvan a realizar más rápido la mineralización de materia orgánica, dado

a que en estos se encuentran las bacterias ácido lácticas que aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica tales como la lignina y celulosa, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso (ISMAIL; SOLIMAN, 2010).

Esta tendencia es muy promisoría partiendo que también estimula variables como el diámetro del tallo (tabla 2) en donde se aprecia que en una primera medición los mejores resultados son para los tratamientos inoculados, en cambio para la segunda medición los resultados más favorables son para los tratamientos T3 y T4 los que mostraron valores significativos sobre el resto de los tratamientos. Se destaca que Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias según dócima de Duncan (1955).

Tabla 2- Análisis de la variable diámetro del tallo (cm) en plantas de habichuelas a los 15, 30 y 45 días después de la germinación.

Tratamientos		15 días	30 días	45 días
T1	MO	0,32b	0,47c	0,65d
T2	ME	0,34ab	0,52b	0,72c
T3	HMA	0,35ab	0,57 ^a	0,77b
T4	HMA + ME	0,36a	0,58 ^a	0,85a
E.E		0,001	0,01	0,01

Fuente: datos de la pesquisa (2022).

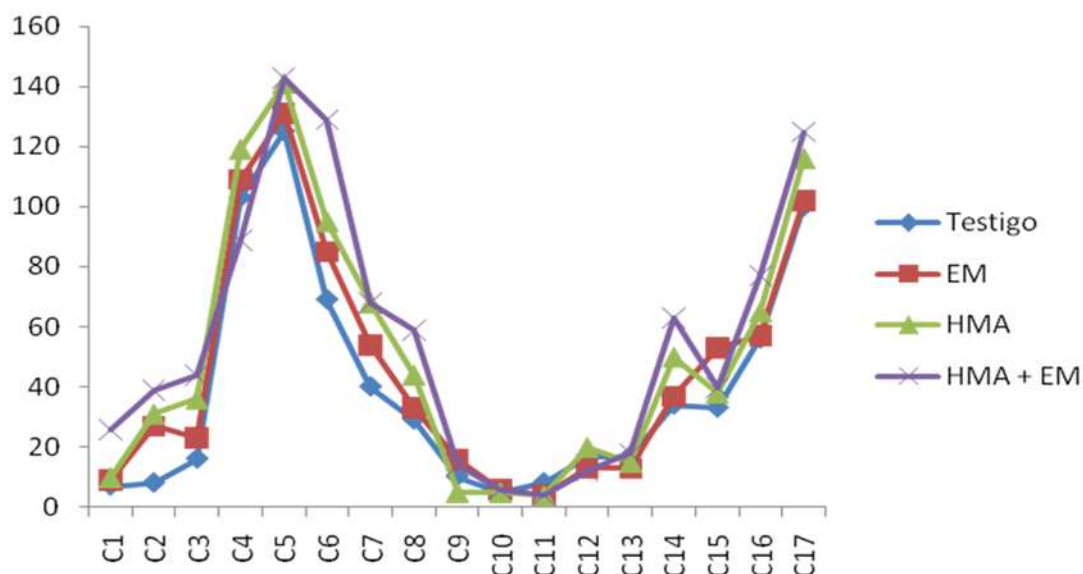
Sin embargo en la tercera medición solo T4 muestra diferencia significativa sobre el resto de los tratamientos, por lo que vale resaltar la factibilidad del uso de los biofertilizantes combinados entre sí, estos resultados coinciden con los obtenidos por Terry et al. (2002) quienes afirman que los hongos micorrízicos-arbusculares (HMA), inciden positivamente en el grosor del tallo de las plantas.

Lo que coincide con Hernández, García y Ramon (2001), quien asegura que existe un efecto beneficioso en el desarrollo de la planta cuando estas son inoculadas con los diferentes biofertilizantes, resaltan además el efecto positivo que estos tiene sobre la zona rizosférica.

La figura 1, por su lado muestra los resultados de la variable numero de vainas por cosecha en donde se aprecia inicialmente un valor favorable para el tratamiento combinado, el que predominó en casi todas las cosechas seguido de los HMA y ME respectivamente. En las primeras 5 recogidas hay una tendencia ascendente y luego esta cambia y comienza a descender hasta la hasta la recogida 11, fenómeno que pudo estar asociado al proceso recuperativo que experimentan las plantas cuando han

transitado por diferentes pases de cosecha. La Figura 1, presenta las análisis del total de vainas por cosechas.

Figura1- Análisis del total de vainas por cosechas.



Fuente: datos de la pesquisa (2022).

Luego a partir de la 12 comienza a observarse ligeros aumentos hasta alcanzar un pico en la número 17 momento en que se suspendió la recogida. Este fenómeno pudo estar asociado a el manejo del riego, ya que se recomienda después de cada cosecha un riego para restablecer las vainas sucesivas y aumentarlas en masa. Estos resultados son muy alentadores desde el punto de vista de la agricultura de bajos insumos ya que con productos nacionales y regionales se pueden obtener rendimientos promisorios para solucionar la situación alimentaria de población.

Resultados similares obtuvo Bonfante y Perotto (2000) quienes plantean que las micorrizas constituyen un sistema simbiótico eficiente donde se produce el intercambio de nutrientes proveniente del suelo y de los productos de la fotosíntesis entre los participantes entre el HMA y la planta.

Los resultados demostraron que la inoculación con el HMA cepa Rhizhofagus intraradices impactó favorablemente en la habichuela para el análisis de la variable en cuestión. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Díaz y Garza (2006) y Abdel y Mohamedin (2000), quienes informaron que la inoculación del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) y sorgo con *Glomus* intraradices incrementó el crecimiento, la síntesis de pigmentos fotosintéticos y de proteínas en comparación con plantas sin inocular.

Martínez-Viera e Dibut (2012) por su parte, plantean que los biofertilizantes representan un componente vital de los sistemas agrícolas sustentables, ya que constituyen un medio económicamente atractivo y ecológicamente aceptable de reducir los insumos externos y mejorar la cantidad y calidad de los recursos internos, mediante la utilización de microorganismos del suelo además que es una tecnología amigable con el medioambiente.

La tabla 3 referente a las variables peso promedio por cosecha y rendimiento, se aprecia para el peso promedio, como en análisis anteriores los mejores resultados se muestran en los tratamientos inoculados con los biofertilizantes simples y la combinación con respecto al testigo, variante que solo le fue aplicado 10 kg/m² de materia orgánica. Se destaca que Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias según dócima de Duncan (1955).

Tabla 3- Análisis de las variables peso promedio por cosecha y rendimiento de habichuela.

TRATAMIENTOS		Peso promedio por cosecha (g)	Rendimiento (kg/m ²)
T1	Testigo	172,84d	2,9
T2	ME	180,68c	3,0
T3	EcoMic®	192,64b	3,2
T4	EcoMic® + ME	209,23a	3,5
E.E		0,7	-----

Fuente: datos de la pesquisa (2022).

Para el caso del rendimiento se aprecia que en todos los tratamientos tratados se obtienen valores por encima de la media nacional (2,9-3,5 kg/m²) pero cabe mencionar que en este resultados se tomaron en 17 recogidas, por lo que se puede afirmar el efecto positivo de los biofertilizantes sobre este cultivos. Sin embargo, los mejores valores se observan en los tratamientos en que se combinaron los biofertilizantes.

Vale destacar que el tratamiento combinado tiene mejor resultado, por encima del resto de los tratamientos fenómeno que pudo estar asociado a la inoculación de las plantas con los biofertilizantes, lo que provoca de manera general un marcado incremento en los procesos de absorción y traslocación de nutrientes tales como: N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mo y B (MARSECHNER; DELL, 1994).

Estas asociaciones son un factor de relevante importancia para el incremento de las posibilidades de las plantas en países tropicales. Refiriéndose al tema, Koide (1991) por su lado platea que la inoculación de las plantas con hongos micorrizógenos provoca generalmente un marcado incremento de los procesos de absorción y traslocación de nutrientes.

Por su parte Gómez y Casanova (2000) al utilizar abonos orgánicos, biofertilizantes y bioestimulantes cultivo del tomate de la variedad Campbell 28. Aseguran que estas variantes son una de las alternativas ecológicas para lograr rendimientos superiores de 2 kg/m² y estimular el crecimiento y desarrollo de los cultivos, incrementar la floración y mejorar la fructificación en calidad y cantidad además que protege el medio ambiente y la salud de la población.

Hernández et al. (2010) plantean que las plantas colonizadas por hongos micorrízicos arbusculares muestran un mayor crecimiento que las no micorrizadas, cuestión que está relacionada con una absorción de nutrientes y fundamentalmente del fósforo, se debe mencionar la funcionalidad de este elemento en la formación de ATP, molécula de gran importancia en el suministro de energía para las diferentes funciones, entre ellas la formación de frutos y su masa.

Por otra parte Rivera y Fernández (2003), pudieron obtener incrementos significativos en tal sentido en el cultivo de tomate con la utilización de micorrizas y otros microorganismos biofertilizantes. Resultados similares obtuvo Tovar-Franco (2006) en el incremento de estas variables con el empleo de la coinoculación rizobio-micorriza en el cultivo de la alfalfa.

Fundases (2005), plantea que la influencia de los microorganismos eficientes en el crecimiento y desarrollo de los cultivos es que son capaces de sintetizar aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas, aspectos que determinan las variables analizadas.

Por su parte Pulido (2002) al estudiar el efecto combinado *Azotobacter* + *G. fasciculatum* en el cultivo del tomate comprobó que esta inoculación favoreció su crecimiento, fructificación e incremento en masa. También Núñez (2005) en sustrato con bajo contenido de materia orgánica, obtuvo incrementos significativos del rendimiento de la lechuga al aplicar *Azospirillum* y micorrizas de forma simple y combinada en relación con el testigo.

Por otro lado Terry et al. (2002) al realizar inoculación con *Glomus clarum*-*Azotobacter chroococcum* obtuvo un mayor crecimiento, mejor rendimiento en masa seca y producción en los cultivos de tomate, lechuga y habichuela, de lo que se puede asegurar que la combinación de biofertilizantes resulta una alternativa promisorio para la producción de cultivos hortícolas.

CONCLUSIONES

- El empleo de biofertilizantes demuestran ser una práctica efectiva para la mejora en la producción de habichuelas y constituye una alternativa ecológica.

- La biofertilización con micorrizas y microorganismos eficientes incrementó el rendimiento del cultivo de la habichuela por encima de los demás tratamientos.

REFERENCIAS

ABDEL F. G.; MOHAMEDIN, A. H. Interactions between a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus and *Strep-tomyces* and their effects on sorghum plants. *Biol. & Fert. Soils*, 32(5), 2000, p. 401-409.

ACARA. Las levaduras algo sobre ellas. Asociación de cerveceros Artesanales de la República Argentina. 2006.

BASCUR, G.; TAY, J. Collection, characterization and use of genetic variation in Chilean bean germplasm (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev. Agricultura Técnica*, vol. 65, nº. 2, 2005, p. 135-146.

BIOSCA, A. ¿Qué son microorganismos eficientes?. (en línea). 2001. Recuperado en 15 de junio de 2023, de: <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080731132826aa6mgbr>.

BONFANTE, P.; PEROTTO, S. Outside and inside the roots: cell-cell interactions among arbuscular mycorrhizal fungi, bacteria and host plants. En: *Current Advances in Mycorrhizae Research. Section V: Ultrastructural changes during mycorrhizal symbiosis.* (eds) Podilla, G.K. y Douds, D.D. Jr. APS Press USA, p. 141-156. 2000.

DÍAZ, F. A.; GARZA, C. I. Colonización micorrízica arbuscular y crecimiento de genotipos de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*). *Rev. Fitotec. Mex.* 29(3), 2006, p. 203-206.

ESPINOSA, L. L.; FUNDORA, L. R.; RIVERA, R.; MARTIN, J. V.; HERNADEZ, A. Efecto de las micorrizas en el crecimiento de una especie de frutal *Manguifera indica*, en la fase de vivero. Libro Resúmenes. XVII Congreso del INCA. La Habana. 2010.

FEIJOO, M. A. L. Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Científica Agroecosistemas*, 4 (2): 2016, p.31-40.

FUNDASES, Fundación de Asesorías para el Sector Rural. EM- Microorganismos, Eficientes. 2005. Recuperado en 15 de junio de 2023, de: <http://www.fundases.com/p/em05.html>.

HERNÁNDEZ, Y.; GARCIA, O. A.; RAMON, M. Utilización de algunos microorganismos del suelo en cultivos de interés para la ganadería. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, vol. 35, núm. 2, 2001, p. 85-97. Instituto de Ciencia Animal La Habana, Cuba

GÓMEZ, O.; CASANOVA, A. Mejoras Genéticas y Manejo del Cultivo del Tomate para la Producción en el Caribe. Instituto de Investigaciones Hortícolas. La Habana. 2000.

HERNÁNDEZ, L.; HERNÁNDEZ, N.; SOTO, F.; PINO MARÍA DE LOS, A. Estudio fenológico preliminar de seis cultivares de habichuela de la especie *Phaseolus vulgaris* L. *Rev Cultivos Tropicales*, vol. 31, no. 1, 2010. p. 54-61.

HERNÁNDEZ Z. A.; CORBERA G. J. Y DIBUT A. B. La producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) con el uso combinado de inoculaciones y coinoculaciones de HMA, RBPCV y dosis decrecientes de fertilizantes químicos. En: XVII Congreso Científico Internacional del Instituto de Ciencias Agrícolas. (17: 2010 nov 24-26; INCA, La Habana). Memorias CD-ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. 2010.

HIGA, T. Microorganismos Benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenibles. Maryland (USA): Centro internacional de Investigación de Agricultura Natural, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 2013.

ISMAIL, M. M.; SOLIMAN, W. S. on Pro-biotic Effects of Lactic Acid Bacteria Against *Vibrio vulnificus* in freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii*. American Journal of Science, 8(6), 2010, p. 781-787.

KOIDE, R. T. Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection. New Phytologist, 117, 1991, p. 365-386.

MARSECHNER, H.; DELL, B. Nutrient up take in mycorrhizal symbiosis. Plant and Soil. 159, 1994, p. 89-102.

MARTÍNEZ-VIERA R.; DIBUT, A. B. Biofertilizantes bacterianos. Editorial científico tecnica. La Habana, Cuba. 2012.

MOLINA, L. E. (2002). Reflexiones sobre la situación alimentaria internacional y la seguridad alimentaria. Agroalimentaria, 7(15), 2002, p. 75-85.

MOROCHO, T. M.; LEIVA, M. M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. Centro Agrícola, 46 (2), 2019, p. 93-103.

PULIDO, J. Hongos micorrízicos arbusculares y rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: alternativas para la producción de posturas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) y cebolla (*Allium cepa* L.). Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias Agrícolas, INCA, La Habana, 98f; 2002.

RIVERA, R.; FERNÁNDEZ, K. Base científico- técnicas para el manejo de los sistemas avícolas micorrízicos eficientemente. En: RIVERA, R.; FERNÁNDEZ, K. Eds. Manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio de caso el Caribe. INCA. La Habana. 2003.

SÁNCHEZ, J.; SOSA, T.; VENEGAS, Y. J. Producción de hongos formadores de micorrizas arbusculares y su aplicación como biofertilizantes. En Biofertilización Alternativa viable para la nutrición vegetal. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Capítulo Tolima. 2006. p. 137 – 150.

TERRY, E.; TERÁN, Z.; MARTÍNEZ-VIERA, R.; PINO DE LOS ÁNGELES, M. Biofertilizantes una alternativa promisoría para la producción hortícola en organopónico. Rev. Cultivos Tropicales. Vol. 23 nº3, 2002. p. 43-46.

TOVAR-FRANCO, J. Incrementos en invernadero de la cantidad y calidad de follaje de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad Florida 77 causado por la combinación de fertilización biológica y química en un suelo de la serie Bermeo de la Sabana de Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Universitas Scientiarum, nº. 11, 2006, p. 61-71.

Capítulo 10



10.37423/231208517

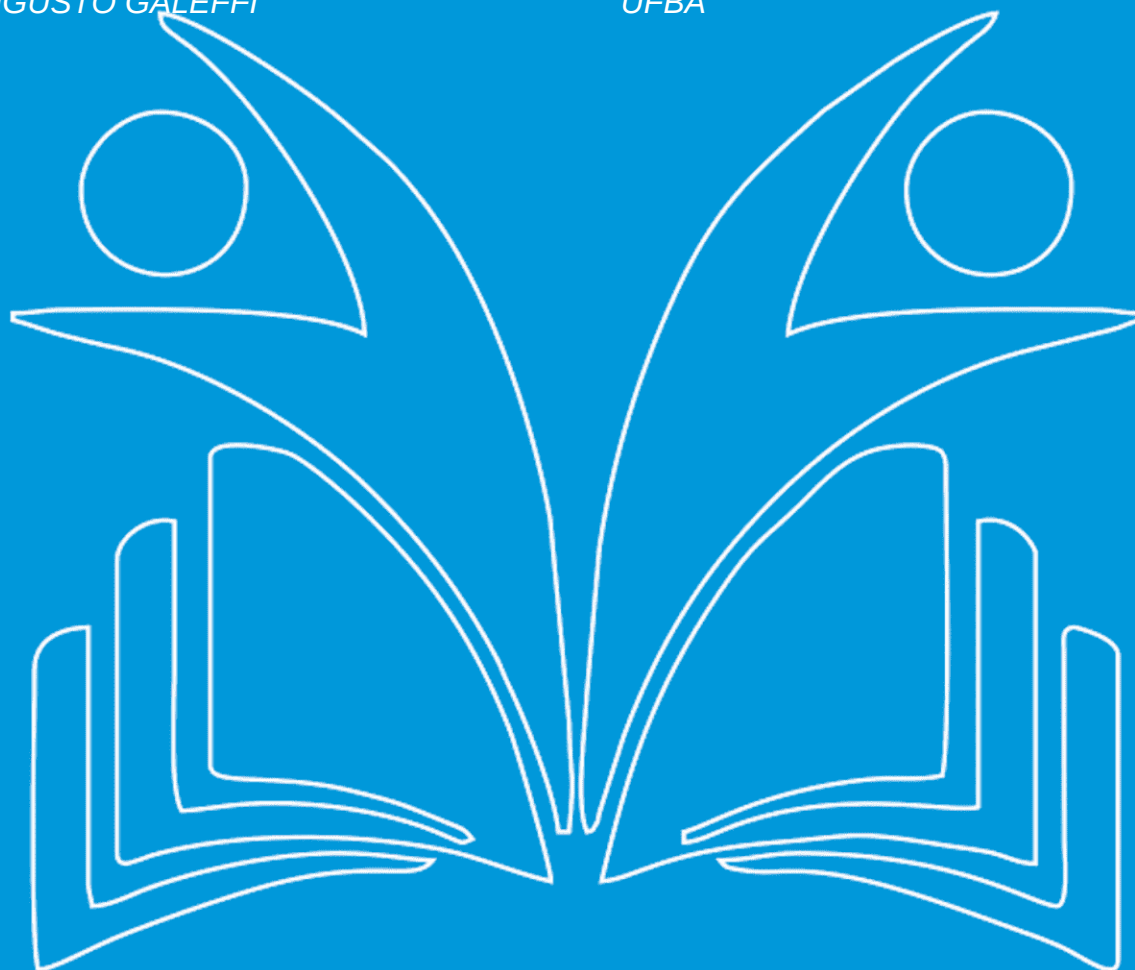
ANALISE COGNITIVA E SUA INTER-RELAÇÃO COM PSICOLOGIA SOCIAL PICHONIANA E A EPISTEMOLOGIA DO EDUCAR TRANSDISCIPLINAR POLILÓGICA.

ADILTON DIAS DE SANTANA

UFBA

DANTE AUGUSTO GALEFFI

UFBA



Resumo: O artigo apresenta uma articulação dos constructos teóricos, históricos e epistemológicos da análise cognitiva, de Maturana e Varela, Pichon Riviére, e Dante Galeffi para compreensão das modelagens conceituais do processo cognitivo e desenvolvimento das teorias em discussão. Essa articulação foi metodologicamente possível a partir de uma breve revisão de literatura sobre o referido processo em alguns textos originais e/ou traduzidos de cada um das teorias. Como resultado, foi possível refletir que embora haja conceitos específicos entre as teorias, o processo de cognição, desenvolvimento da aprendizagem e formação do sujeito para os três autores possuem um fator em comum: a relevância e importância das ações mentais, cognitivas exercidas por um indivíduo no processo de conhecer. Tais ações são essencialmente constituídas por interações subjetivas e objetivas decorrentes das trocas inter, mult. e transdisciplinares, através de um processo bio-psíquico-social e autopoietico.

Palavras chaves: epistemologia de Maturana, psicologia social, epistemologia transdisciplinar polilógica.

1. INTRODUÇÃO

A ciência cognitiva vem ao longo da história sendo construída com as contribuições das diversas áreas das ciências sociais, tecnológicas e epistemológicas, ao passo que advoga seu próprio estatuto de ciência epistemológica, assim vale-se de recursos epistêmicos e metodológicos das ciências da computação, da psicologia, linguística, neurociência e da semiótica.

Este artigo apresenta as possíveis abordagens epistemológicas da ciência cognitiva e sua conexão com a psicologia social latino-americana, postulada por Henrique Pichon Rivière e a teoria da educação transdisciplinar polilógica desenvolvida pelo filósofo e professor Dante Galleffi, objetivando apresentar um desenho teórico e metodológico do objeto de pesquisa pensada pelo autor.

Desta forma, esta reflexão nos leva às origens das Ciências Cognitivas, à sua proposta de campo interdisciplinar, tecendo relações entre a Neurociência, a Linguística, a Psicologia Cognitiva, a Antropologia e a Filosofia, fazendo um paralelo e às suas grandes linhas de trabalho epistemológicas – cognitivismo, connexionismo e o enaccionismo.

Assim, ampliamos a discussão com a Biologia do Conhecimento, a Sociologia do Conhecimento, a Antropologia Cognitiva, a Psicologia Social e a teoria do educar transdisciplinar polilógico, que se apresentam como áreas de estudos que atualmente compõe o campo das Ciências Cognitivas, onde se insere a Análise Cognitiva.

Partimos com Varela (1996, p. 9,) define a Ciência Cognitiva como “a análise científica moderna da mente e do conhecimento em todas as suas dimensões”. Abordando a questão das diferentes correntes epistemológicas que se expressam nas grandes linhas das Ciências Cognitivas – o cognitivismo e o connexionismo, além da abordagem enacionista proposta por ele próprio, conceitos que iremos discutir ao longo deste artigo.

A Psicologia Social é definida como ciência que estuda os vínculos e outras formas de interação para a realização de uma tarefa. É uma ciência voltada para a mudança social, se inscreve na crítica da vida cotidiana, está ancorada no materialismo histórico dialético de Karl Marx e tem como um dos seus principais teóricos o psicanalista Argentino Dr. Enrique Pichón Rivière.

A proposta de uma Epistemologia Polilógica Transdisciplinar desenvolvido pelo professor Dante Galeffi, (2010) atende ao chamado de uma educação que dê conta do desenvolvimento humano pleno, o que contraria o modo dominante de produção e consumo do mundo globalizado. E ainda o autor “O seu campo é o ser humano em seu desenvolvimento sócio histórico, corporal-mental, afetivo-

simbólico, tendo em vista o cuidado necessário para a criação de condições favoráveis ao seu florescimento saudável, feliz e implicado com a dinâmica da vida em seu contínuo transformar-se e recriar-se”

Desta forma, articular esses conceitos é uma tarefa interdisciplinar tanto na escrita como na pesquisa científica, esse é nosso desafio nesta escrita, cada teoria apresenta a análise do ser humano pelo viés cognitivo e postula uma modelagem cognitiva visando à ampliação da percepção e a desconstrução de matrizes de aprendizagens para promover a auto reconstrução interna e externa.

Este artigo está organizado da seguinte forma: seção 2 aborda a relação da Análise Cognitiva e a experiência humana, na seção 3 é discorre-se sobre as concepções e integrações da psicologia social de base psicanalítica Argentina como uma modelagem cognitiva aprendente já na seção 4 apresentamos a teoria da educação transdisciplinar polilógica e suas relações com a análise cognitiva; e por fim, na seção 5 são apresentadas as considerações finais do artigo.

2. CIÊNCIA COGNITIVA E A EXPERIÊNCIA HUMANA

A ciência cognitiva pode ser definida como o estudo dos processos mentais, como percepção, raciocínio, resoluções de problemas e atitudes mentais éticas como também do conhecimento em todas as suas manifestações. Conforme Varela e colaboradores, a expressão “ciência cognitiva” é um conceito que advoga para si mesmo, um estatuto de epistemologia científica respeitável.

Para Gardner (2003, p. 19) a Ciência Cognitiva é definida “como um esforço contemporâneo de fundamentação empírica para responder questões epistemológicas de longa data – principalmente aquelas relativas à natureza do conhecimento, seus componentes, seu desenvolvimento, seu emprego.”

Segundo ele, cinco aspectos são fundamentais para caracterizar a ciência cognitiva:

Representações: a ciência cognitiva está fundada sobre a crença de que é necessário postular um nível de análise separado, chamado "nível da representação". Neste nível, o cientista trabalha com entidades representacionais tais como símbolos, regras, imagens e investiga as formas nas quais estas entidades são combinadas, transformadas ou contrastadas umas com as outras.

Computador: além de servir como um modelo do pensamento humano, o computador funciona como uma ferramenta valiosa para o trabalho científico cognitivo - a maioria dos cientistas cognitivos o utiliza para analisar os seus dados, e um número crescente destes cientistas tenta simular processos

cognitivos nele. Assim, muitos consideram a Inteligência Artificial a disciplina central da ciência cognitiva.

Da emoção, do contexto, da cultura e da história: os cientistas cognitivos da linha dominante tentam excluir no máximo esses elementos, senão a ciência cognitiva poderia se tornar inviável, querendo explicar tudo, acaba não explicando nada.

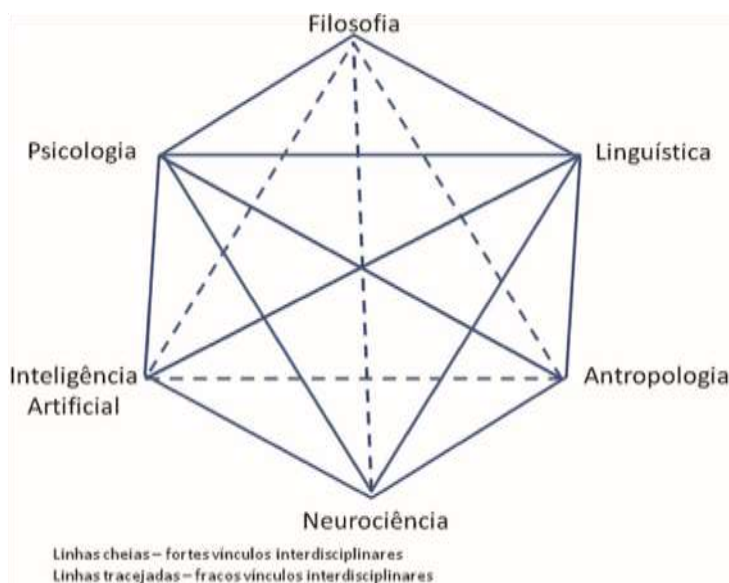
Estudo interdisciplinar: pesquisadores acreditam que as interações produtivas com profissionais de outras disciplinas possam levar a "insights" mais poderosos do que os que foram alcançados da perspectiva de uma disciplina isolada. Alguns pesquisadores acreditam que um dia os limites entre as disciplinas possam ser atenuados, ou, quem sabe, desaparecer completamente, produzindo uma única ciência cognitiva.

Raízes em problemas filosóficos clássicos: funcionam como um ponto de partida lógico para as investigações da ciência cognitiva, no entanto, nem todo cientistas cognitivos concordam que esse ponto seja relevante.

Desta forma, o criador da teoria das inteligências múltiplas Gardner, advoga que o cientista cognitivo analisa o sujeito do conhecimento e seu aparelho perceptivo, os mecanismos de aprendizagem a memória a racionalidade e além da representação as relações do mundo externo com o mundo interno.

No final dos anos 1970, a Fundação Alfred P. Sloan deu início a um programa de cinco a sete anos, envolvendo compromissos de vinte milhões de dólares. Este investimento foi oferecido, primeiramente, a muitas instituições de pesquisa, mas, no final, se concentrou nas principais universidades. Num relatório solicitado pela fundação em 1978, doze dos principais estudiosos do projeto elaboraram uma figura com as inter-relações entre os seis campos constituintes da ciência cognitiva - o hexágono cognitivo.

O relatório do Estado da Arte da Ciência Cognitiva elaborado pela Fundação Sloan (1978 apud GARDNER, 2003) apresentou a Ciência Cognitiva como interdisciplinar, com vínculos entre a Filosofia, a Psicologia, a Inteligência Artificial, a Neurociência, a Antropologia e a Linguística, representada pelo hexágono cognitivo abaixo (Figura 1).



Desta forma, ao observar o hexágono cognitivo a análise cognitiva, se configura como um campo cognitivo/epistemológico, enfoca a estudo do conhecimento a partir dos seus processos de construção, transdução e difusão, visando o entendimento de linguagens, estruturas e processos específicos de diferentes disciplinas, com o objetivo de tornar essas especificidades em bases para a construção de lastros de compreensão inter/transdisciplinar e multirreferencial... (FRÓES BURNHAM, 2010)

A complexidade do fenômeno cognitivo perpassa pela inter/transdisciplinar e multirreferencialidade da existência humana, pois a cognição para além do hexágono acima apresentado deve levar em conta aspectos culturais e ontológicos inerentes ao próprio conceito.

Portanto, a ciência cognitiva advoga para si a análise e compreensão do ser humano com sua complexidade empírica, social, epistemológica, antropológica e filosófica para análise e modelagem nos processos de construção e difusão do conhecimento.

3. ANÁLISE COGNITIVA E SUA RELAÇÃO COM A EPISTEMOLOGIA DE MATURANA/VARELA

Segundo (FRÓES, 2010) um artigo clássico apresentado por Jerome Lettvin e colaboradores, em uma das conferências Macy em 1959, demonstra com grande elegância que o sistema visual do sapo não representa o mundo, ele o constrói. (HAYLES, 1999).

Esta concepção traz implicações epistemológicas desenvolvidas pelo neurofisiologista chileno Humberto Maturana e consolidadas por seu discípulo Francisco Varela, que propõe a enação, a ação encarnada, como alternativa à representação, isto é a ação do corpo físico vivo que produz e reproduz o mundo.

A pedra angular da cognição é precisamente a sua capacidade de exprimir a significação e as regularidades; a informação deve surgir não como uma ordem intrínseca, mas como uma ordem emergente das próprias atividades cognitivas. (VARELA, 1996, p. 13,)

Varela (1996) argumenta que a tendência da Inteligência Artificial e das Ciências Cognitivas, em geral, é adotar a abstração para elaborar as percepções e capacidades motoras. Mas a abstração não é capaz de capturar a essência da inteligência cognitiva que, segundo ele, reside na sua integração corporal. A partir desta perspectiva autossituada, a percepção não fornece nenhuma representação do mundo, no sentido tradicional. O mundo se manifesta através da enação de regularidades sensório-motoras.

Para o autor a cognição é uma ação efetiva, que permite a continuidade da existência do ser vivo em um determinado ambiente, à medida que ele constrói o mundo e é por ele construído. Nessas bases, Varela (1996) argumenta que na nossa atividade cognitiva cotidiana, o aspecto da cognição mais importante enquanto ser vivo é, em grande medida, a capacidade de colocar questões pertinentes que surgem a cada momento da vida. São questões não pré-definidas, mas “enactadas”, que “fazemos emergir” de um segundo plano, e os critérios de pertinência são ditados por nosso senso comum, de forma sempre contextual.

O biólogo chileno Humberto Maturana, (década de 1960 e 1970) vem trazendo importantes contribuições para conhecermos mais sobre o desenvolvimento da biologia da cognição e da amorosidade como constructos de relevância ímpar para o aprender a aprender, a ser e a conviver.

Ele nos elucida que a palavra aprendizagem vem de apreender, o que, para ele, quer dizer, pegar, ou captar algo. No entanto, a aprendizagem não é a captação de nada: é o transformar-se em um meio particular de intercâmbios recursivos que possui intrínseca relação com a maneira de viver de cada. (MATURANA, 2001, p.103). Unicamente o humano pode explicar sua ação. Assim, somente o humano pode produzir conhecimento, uma vez que, somente nós temos consciência de nossa história, temos consciência que transformamo-nos, que aprendemos.

Toda experiência cognitiva envolve aquele que conhece de uma maneira pessoal, enraizada em sua estrutura biológica. E toda experiência de certeza é um fenômeno individual, cego ao ato cognitivo do outro, em uma solidão que, como veremos, é transcendida somente no mundo criado com esse outro. (MATURANA; VARELA, 1995, p. 61.

Segundo a neurocientista, Relvas (2009, p. 35), a aprendizagem constitui-se em uma alteração biológica na comunicação entre os neurônios. Nessa ocasião, forma-se uma rede interligada em que a informação aprendida pode ser evocada e retomada com relativa facilidade e rapidez. Todas as áreas

cerebrais estão envolvidas no processo de aprendizagem e as emoções são de fundamental importância no processamento das informações.

Para Maturana e Varela (1995, 1997), as nossas conexões neuronais fazem parte do processo bio-psico-emocional. Ou melhor, elas são parte do próprio acoplamento estrutural em que o sistema nervoso, através dos órgãos sensoriais e efetores em interação sistêmica com o organismo, promovem a sua transformação estrutural. Nas palavras desses autores:

Portanto, Maturana (1997, 1999), Maturana e Verden-Zoller (2004), nos dizem que educar é um fenômeno com implicações biológicas e ambientais que reverberam em todas as dimensões do humano (mente, corpo, espírito). E, esse educar e aprender, dá-se em um modo cultural de viver. Com isto queremos dizer que, nossa origem humana biológica e ontológica cultural (e para ser humano é necessário ser cultural) deu-se pela cooperação e amorosidade, não na competição, como muitos dizem ou que a escola infelizmente promove.

Dois organismos ao interagirem recorrentemente geram como consequência um acoplamento social no qual se envolvem reciprocamente na realização das suas respectivas autopoiésis. As condutas que se dão nesses domínios de acoplamentos sociais podem ser comunicativas e também inatas ou adquiridas. (MATURANA; VARELA, 1995, p. 138)

O fenômeno da educação e da aprendizagem faz-se também como um fenômeno de transformação na convivência. Ou seja, o aprender se dá na transformação estrutural que ocorre a partir da convivência social (MORAES, 2003, p. 47).

Ao longo da sua instituição, as Ciências Cognitivas foram sendo desenvolvidas segundo perspectivas epistemológicas diferenciadas: – o cognitivismo, o connexionismo e o enaccionismo. O desenvolvimento destas diferentes visões sobre a cognição ocorreu como uma evolução no tempo, sem que o surgimento de cada uma delas implicasse o desaparecimento das outras. De fato, é possível uma abordagem híbrida entre cognitivismo e connexionismo, enquanto que o enaccionismo desafia a visão prevalente de cognição como representação de mundo.

Varela (1996) explicita a fundamentação fenomenológica do seu pensamento quando explica o significado dos termos “enação” e “fazer emergir”. Segundo ele, a tradição filosófica ocidental sempre privilegiou a ideia de que o conhecimento é um espelho da natureza. A crítica explícita à representação surge em trabalhos de pensadores continentais (mais particularmente em Heidegger, Merleau-Ponty e Foucault), que se preocupam com o fenômeno da interpretação de forma integral, no sentido circular de ligação entre a ação e o saber, entre quem conhece e o que é conhecido. É a esta

circularidade total entre ação/interpretação que Varela (1996) se refere com o termo “fazer emergir”. Além disto, pelo fato desta perspectiva analítica se preocupar em fazer predominar o conceito de ação sobre o de representação, ele convencionou chamar esta nova abordagem de “enação”.

4. PSICOLOGIA SOCIAL UMA MODELAGEM COGNITIVA APRENDENTE

A Psicologia Social, postulado por E. Pichon Riviére aborda o sujeito imerso em suas relações cotidianas e tem como ferramenta teórica que se denomina Esquema Conceitual Referencial e Operativo (ECRO): conjunto de noções baseado em diferentes disciplinas, fundamentado no método dialético. O esquema básico é a psicanálise. Pichón critica a ideia de Freud de instinto, substituindo por necessidade, compreendendo que ela explica melhor a determinação da estrutura social, definindo como um desejo de aspiração, ou intenção dirigida para um objeto que determina a ação. Compreende o ser humano como “ser de necessidades que só se satisfazem socialmente em relações que o determinam”.

Segundo Pichón (1965apud, Saidon 1982, p. 182) “o ponto de ruptura entre a psicanálise e a psicologia social passa pela teoria instintivista, pela concepção do homem e pelas histórias implícitas na primeira”.

O ECRO (Esquema Conceitual Referencial Operativo) combina diferentes disciplinas numa visão totalizadora da vida psíquica do homem e se caracteriza por ser grupal, instrumental e operativo. A ferramenta teórica se sustenta numa prática que é o Grupo Operativo, para a qual foi desenvolvida a técnica, que se caracteriza por estar centrada de forma explícita numa tarefa, qualquer que seja ela: a aprendizagem, a cura, de diagnóstico das dificuldades que aparecem no âmbito das relações de trabalho e etc. Sobre esta tarefa explícita, subjaz outra implícita, que se dirige à ruptura, através do esclarecimento, das pautas ou condutas estereotipadas que dificultam a aprendizagem e a comunicação, representando um obstáculo frente às situações de mudança.

Trabalhar com grupos pressupõe interação dos indivíduos entre si com a tarefa. Pichón (1960, p.147) diz que:

“o grupo é uma complexa trama interacional, onde convivem diferentes matrizes de aprendizagem ou modelos internos mais ou menos flexíveis, onde se estabelecem vínculos que reeditam modalidades de condutas prévias, mais ou menos estereotipadas e que se interpõem a comunicação à aprendizagem, dificultando a ação e criação humana”

Frente a uma nova situação de aprendizagem, surgem condutas que se opõe à mudança, o que Pichón denominou “resistência à mudança”. Tais comportamentos surgem geralmente sem que resulte de uma determinação explícita e consciente dos indivíduos.

Nesta perspectiva, concebe o ser humano nas múltiplas formas de vida cotidiana e dos seus vínculos, ou seja, se interessa pelo sujeito nas suas condições concretas de existência. Compreendendo como um ser essencialmente cognoscente, para Pichon (1972, p.242), aprender “é fazer uma apropriação instrumental da realidade, transformando-a e transformando-se ao mesmo tempo”. É uma concepção da aprendizagem como práxis.

Segundo Pichón (1972, p. 242), grupo é “todo conjunto de pessoas ligadas entre si por constante de tempo e espaço, e articuladas, por sua mútua representação interna, que se propõe explícita ou implicitamente a uma tarefa que constitui sua finalidade, interagindo através de complexos mecanismos de assunção e atribuição de papéis”.

Para a teoria Pichoniana, o vínculo é definido como “uma estrutura complexa que inclui um sujeito, um objeto, e sua mútua inter-relação com processos de comunicação e aprendizagem” (Pichón, 1972, p. 31). Ao elaborar a teoria do vínculo, Pichón a diferencia da teoria das relações de objeto concebida pela Psicanálise (que descreve as possíveis relações de um sujeito com o objeto sem levar em conta a volta do objeto sobre o sujeito, isto é, uma relação linear). “É sempre uma situação em forma de espiral contínua” (Pichón, 1960, p67).

Para a teoria de Pichón, a transformação da realidade só é possível quando as pessoas, articuladas entre si, aprendem por meio do processo grupal e esse desenvolvimento não acontece de forma linear.

5. EDUCAÇÃO TRANSDISCIPLINAR POLILÓGICA.

Neste tópico, apresentamos a Epistemologia do Educar Transdisciplinar e Avaliação Polilógica, conceitos construídos pelo por Dante Galeffi que define sua teoria como, uma construção da ciência da consciência e da inconsciência, tomando o termo transdisciplinar e polilógica que diz respeito ao conhecimento que constrói o autoconhecimento, isto é o conhecimento de si mesmo, da espécie humana em relação ao seu futuro e à qualidade de sua vida.

Para Dante (2013) a teoria polilógica (do grego poli + logos) que se opõe ao pensamento monológico guiado pelos princípios da ordem, separabilidade e razão absoluta – universal, propõe uma virada epistemológica que abandona a segurança de um discurso unívoco e considera que o conhecimento só é possível a partir da percepção da diversidade e da complexidade. Podemos destacar como

acepções da teoria polilógica: teoria de numerosas lógicas, teoria de múltiplas linguagens, teoria de muitos nomes, teoria de numerosas razões, teoria da multiplicidade, teoria da multidão.

Desta forma, o autor explicita em seu constructo epistemológico a importância do autoconhecimento, a autopoiesis e a imanência transcendental do sujeito que ao se conhecer aprende a conhecer o mundo.

O autoconhecimento como meio básico da Epistemologia do Educar Transdisciplinar não pode ser um método para ser certificado de sua cientificidade através de provas de falsificação ou testes de consistência propositiva, pois é o meio metodológico para a prática investigativa de si mesmo, compreendendo essa prática como o mais urgente e necessário problema vital humano.... Apenas deixar de lado o vivido. O ser que somos tem o poder de regenerar-se a cada instante, em diferentes níveis de complexidade. Deixar de lado o vivido e deixa ser o vivente em sua efemeridade feliz. Tomar ciência da felicidade vivente.

Dante Galeffi P.80)

A teoria transdisciplinar polilógica, é um constructo que demonstra a teia complexa da vida humana, com suas representações, construções e reconstruções e que é possível autoconhecer-se conhecendo o mundo vivido, encarnado próprio e apropriado.

A Mente é tomada como um dos pilares ou categorias da Epistemologia do Educar transdisciplinar sendo compreendida em sua modulação humana e extra-humana, ou seja, para Dante, a Mente não é uma característica apenas da espécie humana, mas está presente em toda a Natureza.

Há a Mente, a Vida e a Matéria em uma só conjugação verbal. Mentar, Vidar e Materiar são, assim, os verbos dinamizadores da Epistemologia do Educar. O autor evita o substantivo porque não se fala mais de substância e sim de ação, que também se substantiva pela própria ação conjugativa. Mas a substância é um acontecimento do verbo e não uma entidade em si. Sem o verbo não há como pensar a substância, mas sem a substância pode-se pensar o verbo. Ainda segundo Dante (pág. 76).

Um fenômeno é considerado verdadeiro se possui a regularidade de um sistema autopioético. Isto também é metafísica. Toda operação mental é em si mesma metafísica. A mente tem vitalidade e materialidade, mas a mente não é nem vitalidade e nem materialidade. O estudo da mente nos introduz no movimento do autoconhecimento como ponto de corte da Epistemologia do Educar Transdisciplinar.

A teoria se articula com a epistemologia do biólogo Maturana que postula o conceito de autopoiesis isto é o humano que constrói o mundo e se reconstrói permanentemente, como um ser bio-psico-social em interação plural e polilógico com o mundo, portanto, um fenômeno autopioético, polilógico, transdisciplinar e espiritual.

Mentar, Vidar e Materiar são verbos que tem a função executiva e ação cognitiva, pois estas ações reque do ser humano o desenvolvimento de todas as capacidades cognitivas para perceber, avaliar, analisar, comparar, e tomar decisões individualmente ou em grupos e nas relações sociais.

Para Dante, (2010 p 215) Avaliação Polilógica Transdisciplinar é uma expressão que reúne em seu campo semântico e sintático o avaliar articulado por lógicas plurais e compreendido além das disciplinas...que é peculiar ao desenvolvimento das sociedades humanas e de seus indivíduos e se toma a medida da avaliação escolar instituída e regular como matéria prima na elaboração de uma dinâmica de avaliação que atenda à emergência de uma educação humana transdisciplinar.

Esta perspectiva requer a criação de novas formas de constituição dos processos avaliativos na educação, superando a fragmentação do conhecimento e a representação disciplinarizada, segmentada e fragmentada do ser humano.

A proposta de uma Avaliação Polilógica Transdisciplinar pensada por Dante, atende ao chamado de uma educação que dê conta do desenvolvimento humano pleno, o que contraria o modo dominante de produção e consumo do mundo globalizado.

O seu campo é o ser humano em seu desenvolvimento sócio histórico, corporal-mental, afetivo-simbólico, tendo em vista o cuidado necessário para a criação de condições favoráveis ao seu florescimento saudável, feliz e implicado com a dinâmica da vida em seu contínuo transformar-se e recriar-se permanentemente.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após toda essa explanação referente aos conceitos e teorias postuladas nas perspectivas de, (FRÓES BURNHAM, 2010) MATURANA, Humberto. VARELA (1995) Pichón, (1972) e GALEFFI (2010) interessa ressaltar o ponto de convergência entre esses autores, sejam nas modelagens conceituais como também nas intersecções epistemológicas para a formação do ser autopioético, o que não significa, entretanto, desconsiderar os demais aspectos de suas teorias, os quais são imprescindíveis para a convergência aqui em destaque.

É importante refletir sobre as contribuições das abordagens epistemológicas da ciência cognitiva, partindo de Gardner (2003) ao afirmar que Ciência Cognitiva é definido “como um esforço contemporâneo de fundamentação empírica para responder questões epistemológicas de longa data – principalmente àquelas relativas à natureza do conhecimento, seus componentes, seu

desenvolvimento, seu emprego “ e complementado por Fróes (2010) que articula a epistemologia de Maturana e suas contribuições para a análise cognitiva.

A conexão com a psicologia social latino-americana, postulada por Henrique Pichón Riviére e a técnica de grupo operativo, definindo grupo e a potência do aprender a aprender nas relações transacionais com o outro, postulando o sujeito efetivamente cognoscente e que numa teia interdisciplinar e grupal se desenvolve a aprende em comunhão.

Articulamos com teoria da educação transdisciplinar polilógica desenvolvida pelo filósofo e professor Dante Galeffi, que enriquece a trama conceitual em lógicos plurais, interdisciplinares e polilógicas objetivando apresentar um desenho teórico, epistemológico e metodológico para análise, modelagem cognitiva e difusão do conhecimento.

Desta forma, as teorias discutidas apresentam um arcabouço epistemológico e metodológico para a construção de modelagens formativas em grupos, ou seja, quaisquer grupos de pessoas que desejam aprender em comunhão e de forma transacional, pois é nas transações humanas que nos reconhecemos humanos.

Portanto, criamos a modelagem conceitual de “Teopoiética Grupal” uma modelagem que tem como fundamento a teoriação polilógica autopoietica, conceitos epistemológicos de Galeffi e Humberto Maturana, pois Téο = teoriação + autopoiesis em grupos de aprendizagens mediados por corpos polilógicos.

7. REFERÊNCIAS

- ALVES, Maria Dolores Fortes. Favorecendo a inclusão pelos caminhos do coração: complexidade, pensamento eco-sistêmico e transdisciplinaridade. Rio de Janeiro: WAK, 2009a. _____. De professor a educador: contribuições da Psicopedagogia - ressignificar os valores e despertar a autoria. 2. ed. Rio de Janeiro: WAK Editora, 2009b.
- DAMÁSIO, Antônio. O mistério da consciência: do corpo e das emoções ao conhecimento de si. São Paulo: Companhia das Letras, 2000. DELORS, Jacques. Educação, um tesouro a descobrir. São Paulo: Cortez, 2000.
- JORGE Eduardo M. F. perspectiva teórico epistemológica da modelagem conceitual relacionada com a análise cognitiva e semiótica no contexto da difusão do conhecimento em ambientes virtuais de aprendizagem, UL, Tubarão, v. 5, n.9, p. 111 - 131, Jan./Jun. 2012.
- FRÓES BURNHAM, Teresinha. Palestra: Análise cognitiva: reconhecendo o antes irreconhecido. In: SEMINÁRIO MENSAL DA REDPECT/ FAGED/UFBA. Salvador: UFBA, jun. 2011.
- _____. Análise Cognitiva, uma nova área do conhecimento; Analista Cognitivo uma nova profissionalidade. Salvador, 2010. Mimeo.
- GARDNER, Howard. A nova ciência da mente. São Paulo: EDUSP, 2003.
- MATURANA, Humberto. Cognição, ciência e vida cotidiana. Org. e tradução Cristina Magro e Victor Paredes. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2001. _____. Emoções e linguagem na educação e na política. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1999. _____. Ontologia da realidade. In.
- MATURANA, Humberto. VARELA, Francisco. De máquinas e seres vivos. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.
- MORIN, Edgar. Introdução ao pensamento complexo. Lisboa: Instituto Piaget, 1997.
- NICOLESCU, Bassared. O Manifesto da Transdisciplinaridade. São Paulo: Triom, 1999a. _____. Um novo tipo de conhecimento: transdisciplinaridade. In: LITTO, Fredric M. (Org.). Educação e transdisciplinaridade. Brasília: Ed. UNESCO, 1999b. p. 9-25. PIAGET, Jean. Os Estágios do desenvolvimento intelectual da criança e do adolescente. In. Piaget. Rio de Janeiro: Forense, 1972.
- PICHON-RIVIÈRE, E. Técnica dos grupos operativos (1960), In: O processo grupal, 8.ed. São Paulo: Livraria Martins Fontes, 2009
- QUIROGA, A.P.O Sujeito no Processo de Conhecimento. In: Módulo Curso Aprofundando Psicologia Social. Texto extraído do livro “Enfoques e Perspectivas em Psicologia Social”, Ed. Cinco, Buenos Aires, Argentina, 1986. Traduzido por Graciela Chantelain. Uso exclusivo do CIEG. Salvador, 2010, p 49 a 54.
- RELVAS, Marta Pires. Fundamentos biológicos da educação. 2. ed. Rio de Janeiro: Wak, 1997. Maria Dolores Fortes ALVES Reflexões sobre aprendizagem: de Piaget a Maturana. 861 _____. Neurociência
- SAIDON, O. I. (1982). O grupo operativo de Pichon-Rivière – guia terminológico para a construção de uma teoria crítica dos grupos operativos. In G. F. Barembliitt (Org.). Grupos: teoria e técnica (pp. 169-202). Rio de Janeiro: Graal.

VARELA, Francisco; THOMPSON, Evan; ROSCH, Eleanor. The embodied mind:

GARDNER, Howard. A nova ciência da mente. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1996.

POZO, Juan Ignacio. Teorias Cognitivas da aprendizagem. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

THAGARD, PAUL. Mente: introdução à ciência cognitiva. Porto Alegre: Artmed, 1998.

GALEFFI, Dante Augusto. Ética em manipulações genéticas: um problema de metacoscincia histórica planetária. In: Regimes epistemológicos nas pesquisas em educação: sentidos, contextos, validades e possibilidades. Relatório de Pesquisa Bolsa PRODOC 2000-2002. Salvador: Quarteto, 2002, p. 258-271.

GALEFFI, Dante Augusto. Filosofar & Educar. Inquietações pensantes. Salvador: Quarteto Editora, 2003.

GALEFFI, Dante Augusto. O Ser-sendo da Filosofia: uma compreensão poemático-pedagógica para o fazer-aprender

Capítulo 11



10.37423/231208518

LA ABEJA Y LA INFLUENCIA DE LOS COMPONENTES DEL ECOSISTEMA: UN ESTUDIO EN GUANTÁNAMO, CUBA

Jasiel Pavón Leyva

*Centro de Aplicaciones Tecnológicas para el
Desarrollo Sostenible*

Mayda Leyva Favier

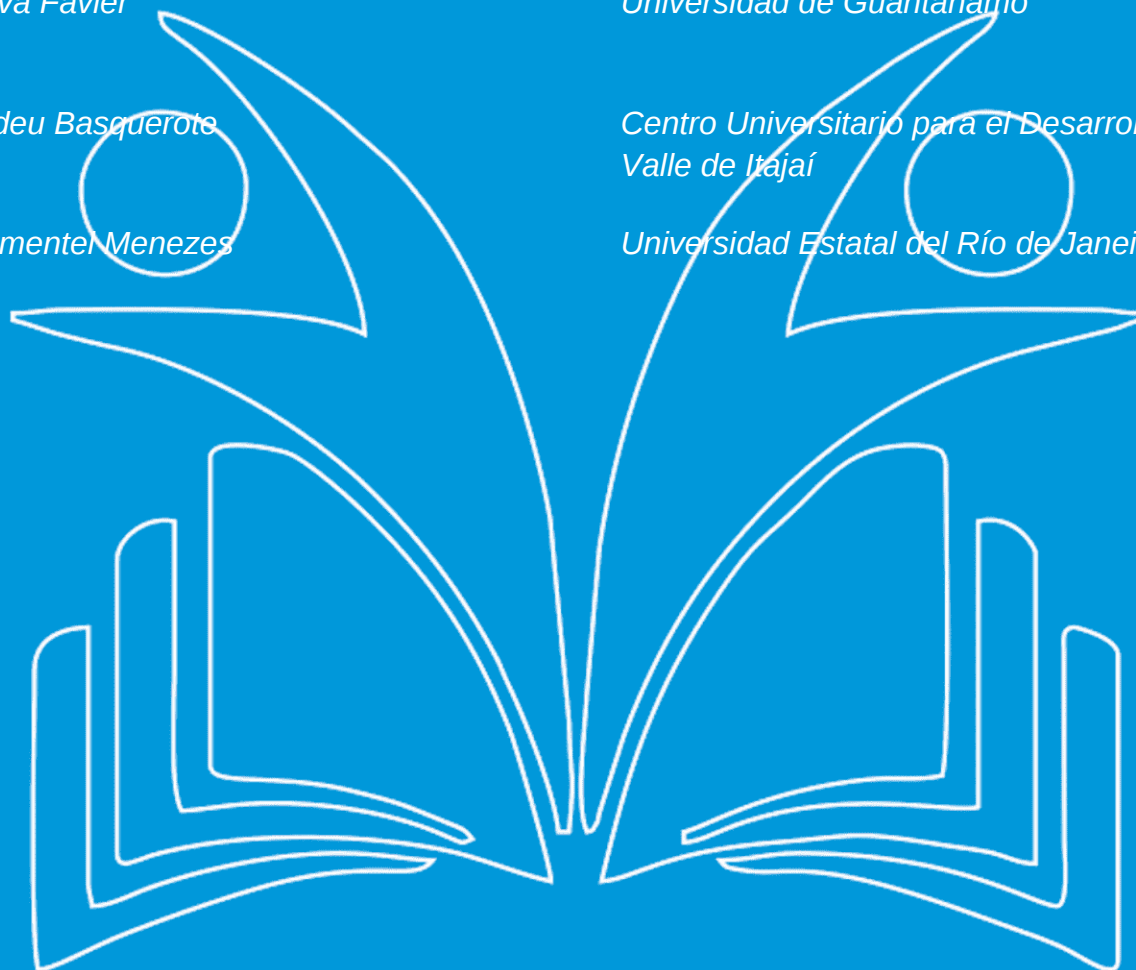
Universidad de Guantánamo

Adilson Tadeu Basquerote

*Centro Universitario para el Desarrollo de Alto
Valle de Itajaí*

Eduardo Pimentel Menezes

Universidade Estadual do Rio de Janeiro



NOTAS INICIALES

El ecosistema actual es consecuencia de miles de años de evolución. Cada individuo tiene su cometido y cualquier cambio repercute en todo el ecosistema. Los seres vivos están cambiando continuamente el medio ambiente y estos cambios, normalmente pequeños, no desequilibran el ecosistema. Pero, as veces, algunos cambios suponen consecuencias importantes para muchas especies, como es el caso de las abejas (BORTOLINI, 1984).

Por desgracia, muchos de esas alteraciones son originados por los humanos, cómo tala de bosques, construcción de grandes carreteras, presas, superpuestos, que afecta la vida de insectos tan valiosos como Las abejas. Así se queremos apreciar verdaderamente la importancia de las abejas, no podemos quedarnos en valorar los productos que extraemos de las colmenas y olvidarnos de lo que realmente es su valor fundamental, la polinización de diferentes plantas, pues ellas visitan las plantas para recoger néctar, otras para recoger polen y otras para recoger propóleos (BORTOLINI, 1984). Por tanto, cualquier elemento que afecte a las plantas, indiscutiblemente afecta a las abejas. Tal y como hemos mencionado anteriormente, viendo la importancia que tienen las abejas en la polinización, su influencia en el ecosistema es enorme.

También la vida de las abejas se deteriora con una climatología adversa y el uso de pesticidas prohibidos, estos, en casi todos los países de nuestro entorno, han ocasionado una fuerte mortandad de las abejas. Además de las pérdidas en la producción de miel y otros productos apícolas, la principal consecuencia de esta fuerte reducción del número de abejas es la escasa polinización tanto de cultivos como de especies silvestres, lo que tiene nefastas repercusiones económicas en muchos cultivos y en la biodiversidad de nuestros montes.

Teniendo en cuenta estos presupuestos, m se declara que el objetivo de la investigación es elaborar un folleto donde se manifieste como influyen negativamente todos los componentes del ecosistema terrestre en la salud y producción de las abejas durante las prácticas preprofesionales en la formación del técnico medio en Zootecnia-Veterinaria, del Instituto Politécnico Agropecuario (IPA), Manuel SimonTames Guerra de la provincia de Guantánamo, Cuba.

DESARROLLO

FUNDAMENTOS HISTÓRICO-LÓGICOS

La historia nos habla de la relación entre abejas y hombres desde que este fue capaz de representar escenas de su vida cotidiana, como por ejemplo en la Cueva de la Araña, en Bicorp (Valencia, España), las cuales fueron realizadas hacia el año 6.000 a.C. aproximadamente, o bien las de las cuevas y refugios de las Montañas Drakensberg (Natal, Sudáfrica), de gran parecido unas con otras a pesar de la gran distancia geográfica que las separa (BORTOLINI, 1984).

El hombre al transformarse de cazador nómada, en agricultor y pastor sedentario, se proveyó de troncos de árboles, que ya ahuecados de forma natural o bien tras un laborioso trabajo de vaciado, se convertirían en un perfecto sucedáneo de las viviendas originales de las abejas (BENEDETTI, 1990).

De poseer algunas colonias aisladas unas de otras a reunir las y formar con ellas un colmenar o apiario solo había un paso, puesto que así se simplificaba mucho las labores de vigilancia de las mismas para protegerlas de sus enemigos (animales salvajes, otros hombres, etc.), proveerlas de protección contra los elementos naturales (vientos, excesivo calor o frío, incendios, etc.) o simplemente para facilitar la captura de nuevos enjambres para aumentar el número de colonias o reemplazar las que habían muerto o desaparecido por otras causas (BREYER, 1985).

Así pues, dado el salto de recolector a cultivador, comienza una nueva etapa en la historia de la apicultura y los depredadores de las abejas, con el desarrollo, invención o descubrimiento de nuevas técnicas de manejo, de observaciones sobre la biología de la abeja, y con un aumento de la producción de miel y cera, dos de los productos más valiosos y apreciados de los elaborados por estos insectos.

Uno de los pueblos de la antigüedad que con mayor detalle nos legaron sus técnicas apícolas fueron los egipcios. En sus bajorrelieves describen con detalle tanto el tipo de colmena utilizada, como evitar su destrucción, como la forma de extracción de la miel y los métodos de almacenamiento y conservación de esta. (VECCHI; ADRIANA. 1984).

Otro de los pueblos que dedicaron más cuidados y estudios sobre la abeja fueron los griegos. Incluso entre sus vestigios arqueológicos se han encontrado restos de vasijas de cerámica que fueron usadas como habitáculos para las colonias de abejas, siendo prácticamente iguales a las utilizadas hoy en día por algunos apicultores griegos (LAYENS, 1993).

También los romanos tuvieron en gran estima al cuidado de las abejas y a los productos de la colmena, como reflejaron en sus obras Columelar, Plinio el Viejo, Varrón y otros escritores. En esos textos no solo se observa un profundo amor y admiración por las abejas y su mundo, sino que además indican ya un grado de conocimiento sobre, su cuidado, enfermedades, manejo e incluso leyes sobre apicultura que son el reflejo del nivel de ese momento. (LAYENS, 1993).

De la importancia concedida a estos insectos también encontramos muestras en los pueblos con un nivel cultural elevado, como por ejemplo los árabes, Indios, Mayas, etc. también, podemos remitirnos a la Biblia, donde podemos encontrar 68 referencias y cuidados de las abejas, a los panales y a la miel, donde es muy común la frase "una tierra que mana leche y miel" para significar la prosperidad y la abundancia de alimentos, refiriéndose a dos de los más valorados por los hombres de todos los tiempos (FRISCH, 1999).

En la actualidad, la práctica del cuidado y trabajo con las abejas se ha extendido en casi todos los lugares donde habita el ser humano, desde las fronteras del frío Ártico hasta los más secos desiertos. Posiblemente sea la actividad ganadera que cubra más extensión territorial, además de que algunas actividades agrícolas dependen de ella para obtener unos resultados satisfactorios (JEAN-PROST, 2010).

Una de las especies de abejas mas explotadas en cuba es la abejas melíferas (*Apis mellifera* L.), se cree que es originarias de Asia, no existían en el Nuevo Mundo, y hasta allí fueron llevadas por los colonizadores europeos. La primera introducción en América fue hacia el año 1622, y en la isla de Cuba en 1763, la miel se obtenía de colonias de abejas silvestres de las especies (MALAGOLI, 1976).

Algunos países de Asia, especialmente China, ha implantado con éxito la cría de *Apis mellifera* en sustitución de las abejas locales, y en muy pocos años se ha convertido en el principal productor y exportador de miel del mundo (JEAN-PROST, 2010). También en Centro y Suramérica, donde tampoco existía la *Apis mellifera*, los habitantes recogían la miel de las abejas sin aguijón pertenecientes a los géneros *Melipona* y *Trigona*.

La producción de miel de estas abejas es muy pequeña (aproximadamente un kilo por colonia), además de que no se adaptan a un sistema intensivo de explotación al no construir sus panales de forma paralela como lo hace *Apis mellifera*, por tanto decidieron introducir la *Apis mellifera* (MATTHIAS, 2014).

A pesar de que la apicultura se practica en todo el mundo, existen algunas diferencias entre las diferentes zonas geográficas. En Europa hay una mayor densidad de colmenas por hectárea, pero inciden menos los factores climáticos pero en América se obtienen mayores rendimientos por colmena, pero existen riesgo en sus producciones por incidencias negativas de los componentes del ecosistema (FRISCH, 1999).

También existen diferencias en cuanto a la forma de practicar la apicultura, ya que mientras la apicultura europea se caracteriza por ser pequeñas explotaciones con un máximo de 100 a 300 colmenas por apicultor, con diferentes modelos de colmenas, no solo entre los distintos países, sino incluso dentro de un mismo país. la apicultura que se practica en Norteamérica o Australia permite que un solo hombre pueda atender de 1.000 a 2.000 colmenas según el método de manejo, el grado de mecanización de su explotación y la incidencia de los factores climáticos (LLORENTE MARTÍNEZ, 2000).

Por tanto, en el cuadro 1, se hace importante destacar presenta la justificativa, la importancia utilidad y relevancia de la elaboración del folleto.

Cuadro 1. Justificativa, la importancia utilidad y relevancia de la elaboración del folleto

Ítems de destaque	Descripción
Por qué se realiza	Para que los estudiantes adquieran conocimientos sobre la influyen negativa que tienen todos los componentes del ecosistema en la salud y producción de las abejas.
Importancia	Se aporta un folleto con el que los estudiantes puedan estudiar la influyen negativamente de todos los componentes del ecosistema en la salud y producción de las abejas.
Utilidad y relevancia	Durante la carrera este contenido no se imparte directamente en ninguna asignatura, pero si lo necesitan para la realización de las prácticas Preprofesionales, pues rotan por diferentes especies de animales y las abejas está incluida entre ellas.

Fuente: Preparado por los autores (2023).

MÉTODO O METODOLOGÍA

Para elevar el aprendizaje de los estudiantes en los contenidos relacionados con el ecosistema y sus efectos negativos en la salud y producción de las abejas se realizo encuesta a profesores y entrevistas a los estudiantes acerca de este contenido.

La encuesta a profesores se realizó con el objetivo de evaluar las limitaciones de bibliografías donde se observe claramente el ecosistema y sus efectos negativos en la salud y producción de las abejas que se imparte en las conferencias durante las prácticas Preprofesionales

La entrevista a estudiantes se realizo con el objetivo de evaluar conocimientos acerca del ecosistema y sus efectos negativos en la salud y producción de las abejas durante la impartición de las conferencias en las prácticas Preprofesionales

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se confecciono un folleto a partir de una compilación y actualizaron de contenidos acerca de cómo afectan la salud y producción de las abejas los componentes del ecosistema, a la orden de primero lo biótupos y luego la biocenosis. Con la conformación de este material bibliográfico se puede lograr la enseñanza de la apicultura durante las prácticas Preprofesionales.

A continuación se exponen algunos aspectos que aparecen en el folleto Influencia del componente temperatura Las abejas, son incapaces de regular la temperatura de su cuerpo. Una abeja aislada del resto de su colonia acabará, por tanto, teniendo la temperatura propia del lugar en que se encuentre.

Las abejas comienzan a entrar en su estado de parálisis cuando la temperatura está por debajo de los 9°C. Mientras que el nido de cría sí que permanece a una temperatura prácticamente constante de 34°-35°C. Ellas elevan la temperatura del nido de cría hasta el entorno de los 35°C. Este logro es el resultado de la producción de calor que acompaña al movimiento de los músculos torácicos, los potentes músculos que mueven las alas de las abejas durante el vuelo. Para poder realizar ese ejercicio es necesario combustible, pues todo ejercicio no es más que una combustión.

En nuestro caso el combustible natural es la miel que en forma de reservas son almacenadas para el propio alimento de la colmena y para el calentamiento del nido de cría. Una abeja aislada es capaz, con el temblor de sus músculos, de elevar su temperatura corporal en forma insignificante pero suficiente para el conjunto de la colmena si consideramos el verdadero colchón térmico resultante de la agrupación densa de miles de abejas en el racimo de invernada.

La fluctuación de la temperatura también puede causar estrés y en el nido de la cría necesita ser de (93-95 grados F.) y mantenerse para su normal desarrollo. Cualquier interferencia en el control de la temperatura (colonias situadas en lugares fríos o en condiciones húmedas) requiere más

energía (más trabajo de la abeja, para abastecerse de polen y néctar) para ser concentrada en la producción del calor. La cría enfriada, es un excelente ejemplo de estrés en una colonia. (MELCHIORRE, 1988). Demasiadas crías para la población disponible para cubrirlos resultados en individuos fuera del nido de las crías, los dejan morir. Se requiere más energía para producir individuos de reemplazo y la energía también es requerida para quitar las larvas o pupas muertas.

Hay que tener en cuenta que en la zona bajas o donde la temperatura llega a los 12°C, haya algo de entrada de néctar pero el riesgo de esta pequeña entrada de néctar es que no alcance a perder la humedad suficiente para transformarse en miel y permanezca con un contenido de agua excesivo pudiendo fermentar si el interior de la colmena no está suficientemente ventilado y con exceso de humedad. El néctar se acidifica, toma un olor avinagrado y, si las abejas lo consumen, les resulta mortal (MINAGRI, 2000).

La miel con exceso de humedad fermenta cuando el rango de temperatura se encuentra entre 10 y 25°C. La temperatura ideal de fermentación es de 15,5°C. Recordemos que el racimo invernal internamente trata de mantenerse por encima de los 14°C, por lo tanto, la temperatura de fermentación coincide con la del racimo. Si éste se desplaza para ir consumiendo reservas, puede alcanzar los cuadros donde hay néctar acumulado con exceso de humedad. Por lo tanto, en una colmena el exceso de humedad que se encuentra condensada en las paredes y panales laterales cargados de miel y polen resulta particularmente peligroso cuando la temperatura se encuentra en el rango mencionado.

INFLUENCIA DEL COMPONENTE HUMEDAD

La humedad es muy importante ya que puede afectar a la colmena. Cuanto más fría sea la zona, más humedad habrá dentro de la colmena. Una de las prácticas que influye notablemente, es la alimentación mediante bolsas de plástico que introducen bruscamente en el interior de la colmena una gran cantidad de agua que debe ser eliminada. En noches frías sobre todo la colmena no puede ventilar y llega a enmohecerse. Esto dificulta la vida de las abejas (MINAGRI. 2000).

Las abejas detectan la humedad dentro de la colmena a través de las antenas que las abejas perciben el grado de humedad y esto lo hacen con una sensibilidad tal que son capaces de detectar variaciones en la humedad relativa de apenas un 5% (MINAGRI. 2001). El exceso de humedad dentro de una colmena, particularmente en invierno, provoca un disturbio sustancial en la vida de la colonia y desencadena procesos que conducen a la generación de problemas

sanitarios que favorecen la mortandad de abejas. Este es un problema en la zona cordillerana, como en cualquier otra región donde la humedad relativa, en invierno especialmente, es alta o donde las masas de aire frío mantienen un tenor alto de humedad.

La humedad se genera en el interior de cada colmena por el consumo de miel que hacen las abejas. Por cada litro de miel consumida se genera un litro de agua. Esta humedad, en época de actividad de las abejas, sale de la colmena mediante el mecanismo de ventilación que desarrollan. Pero en invierno las abejas, arracimadas, no utilizan el batido de alas en la piquera para ventilar, de manera que la colmena en sí debe estar dispuesta para que se favorezca la ventilación sin la intervención de las abejas (MOLGA; PAUL, 2007).

Si el ambiente externo es muy húmedo el intercambio gaseoso entre la colmena y el exterior favorece la acumulación de la humedad en el interior de aquella condensándose principalmente en la parte inferior de la entretapa, en las paredes laterales y en los panales más cercanos a éstas. Esto suele suceder en invierno y esta situación se agrava si el apiario está ubicado erróneamente en un mallín o en un área baja donde se acumula el aire, frío y húmedo que baja de las laderas circundantes (MORENO, 1999). También sucede cuando la población invernal de abejas no es numerosa. A continuación expondremos algunas de las formas de influencia en las abejas.

INFLUENCIA DEL COMPONENTE LLUVIAS

Las lluvias es quizás la fuente potencial más grande de estrés de la colonia. Las condiciones inclementes reducen o paran en conjunto el flujo del néctar y del polen en una colonia. En la primavera y el comienzo del verano, la cría está consumiendo grandes cantidades de energía (alimento). Un repentino cerrado del forraje (condiciones lluviosas), si es prolongado, causa estrés. La solución de las abejas es parar la producción de cría, reduciendo la inversión de energía y el crecimiento de la colonia. El buen manejo proporciona el alimento durante este período de estrés.

INFLUENCIA DEL COMPONENTE AGUA

La escasez de agua es crítico para la vida de las abejas, pues durante períodos secos, se requiere más energía para buscar el agua (largas distancias, más viajes). Las abejas requieren el agua para producir la jalea y diluir la miel. Los panales pueden también derretirse en clima extremadamente caliente, a pesar de los esfuerzos de los adultos por ventilarlos, si el agua no está disponible. En el clima frío, la humedad debe ser ventilada o esta puede causar la tensión en el grupo que está procurando mantener a la cría caliente.

INFLUENCIA DEL COMPONENTE PLANTAS

Plantas como Las azaleas, adelfas son altamente venenosas tanto para las abejas como para la miel, otras como: el narciso, el ranúnculo son bastante venenosos, la hiedra, por la cantidad y época de su floración y lo atractiva que resulta para las abejas, la mayoría de las plantas ornamentales, (de los muguets a los Arum, de los floripondios a las dedaleras, del acebo a la tomatera), darán lugar a una miel tóxica para el consumo humano.

INFLUENCIA DE AGENTES PATÓGENOS DEL ECOSISTEMA

Son muchas las enfermedades que atacan a las abejas melíferas como resultado de la acción de diferentes organismos patógenos, por este motivo y según afecten a las abejas adultas (obreras, zánganos, reina o a la cría en desarrollo, huevo, larva o pupa). Algunas enfermedades son propias de una especie (*Apis cerana*) y luego pasaron a otra especie como (*Apis mellifera*) o viceversa.

Cada agente patógeno tiene su propia estrategia de infección y desarrollo de padecimiento, es por eso que el control de las enfermedades suele ser más importante que los tratamientos, el manejo de las colmenas y su control periódico que realiza el apicultor, evitando que se genere una situación que favorezca el ataque de los organismos patógenos, o la dispersión de enfermedades que pudieran producir la muerte de la colonia. A continuación en el cuadro 2, expondremos algunos agentes etiológicos causantes de enfermedades en las abejas:

Cuadro 2. Agentes etiológicos causantes de enfermedades en las abejas.

Agentes etiológicos	Enfermedades
Los Acaros	Acariosis: ataque por ácaros, fundamentalmente los que producen la Varroasis: diferentes especies de Varroa (Varroajacobsoni, destructor, rinderi, Tropilaelaps clareae, Acarapiswoodi).
Piojos	Insectos (Braulacoeca: Piojo de la abeja.
Endoparásitos	Como la Wolbachia , Nosemosis , Amebiasis de la abeja
Bacterias	Loque americana, Loque europea.
Hongos	(<i>Ascosferosis</i> : <i>Ascosphaeraapis</i> , generando la cría yesificada, <i>Aspergillosis</i> : <i>Aspergillus</i> , generando la cría pétrea, <i>Mellanosellaapis</i> , <i>Galleriosis</i> , Hongo del polen).
Hongos	Estos producen procesos de fermentación de la miel y de las pérdidas de polen.
Virus	Cría ensacada: Moratoraetatulas. Parálisis de la abeja. Llamado Síndrome de la abeja negra y otras Virosis de la abeja, Melanosis.
Insectos	Aethinatumida escarabajos Coleóptero.
Rickettsiosis⁵	Es una enfermedad infecciosa de humanos y de las abejas adultas.

Fuente: Preparado por los autores (2023).

Se destaca que el polen, cuando está sometido a un exceso de humedad, es atacado por hongos. Si el ataque es severo provoca fuertes pérdidas en la reserva de polen ya que se forma una costra dura y blanca que a las abejas les resulta imposible remover. Recordemos que una buena provisión de polen resulta esencial para mantener una buena población de abejas entre los meses de abril a agosto y especialmente se transforma en un alimento crítico cuando comienza la postura en la segunda quincena de julio Este fenómeno el del polen atacado por hongos no sucede generalmente cuando la colmena pasa el invierno con una buena población de abejas que mantienen el calor en casi todos los cuadros y cuando la colmena se encuentra bien ventilada impidiendo la acumulación y condensación de humedad.

INFLUENCIA DEL COMPONENTE HOMBRE

El hombre en su accionar puede dañar la salud de las abejas, cómo: Aplica los Pesticidas Gaucho e Insecticida, el Insecticida biológico Bacillusthuringiensis Tratamientos a base de Nitrofuranos, Tilosina, Oxitetraciclina que son contaminantes de la miel .

INFLUENCIA DEL COMPONENTE ANIMALES

Entre los principales animales que causan perjuicio a las abejas tenemos: Mariposa calavera, Moscardón cazador de abejas, Avispón asiático, Mantis religiosa, Arañas, Reptiles, Anfibios, Golondrinas que cazan abejas en vuelo, Zorrino, Roedores, Carnívoros, Marsupiales, Caballo, Vaca, Cabra, Oveja).

CONSIDERACIONES FINALES

El Folleto tiene como intención fundamental proveer a los estudiantes del 4to año de Zootecnia-Veterinaria de un documento donde poder ampliar y aplicar conocimientos acerca de la influencia de los componentes del ecosistema en la salud y producción de las abejas que utilizarán en las conferencias que reciben durante las Prácticas Preprofesionales.

Además, le permite al profesor o técnico de la producción que imparta la conferencia, organizar de forma coherente el contenido y orientar correctamente al alumno en los procesos de obtención de un conocimiento nuevo.

Los contenidos que aparecen en el folleto se organizaron teniendo en cuenta los diferentes componentes del ecosistema, con ejemplos bien actualizados y sintetizados de manera que profesores y estudiantes puedan trabajar con el mismo.

Como hemos podido ir viendo, las abejas son un magnífico indicador de la salud medioambiental. Su salud y desarrollo dependen del cuidado que realicemos de nuestro entorno natural. Las abejas seguirán siendo imprescindibles para la polinización de cultivos y de las plantas silvestres. En nuestras manos está el acabar con las agresiones que en estos momentos sufren y sólo con el desarrollo de una agricultura, una ganadería y una industria más respetuosas con el medio ambiente podremos conseguirlo.

BIBLIOGRAFÍA

- BENEDETTI, L. Apicultura. Ediciones Omega. Barcelona. Tratado de apicultura. 1990.
- BREYER, E. U. Abelhas e saúde, 5. ed, Ed. FundagSo Faculdade Estadual de Filosofia, Ciencias e Letras União da Vitoria. Paraná. 1985.
- BORTOLINI, A. Cría rentable de las abejas. 1984.
- DAYENS, G. Curso completo de apicultura. Ediciones Omega. Obra para el aficionado sobre el cuidado productivo de las abejas. Barcelona. 1993.
- FRISCH, K. V. La vida de las abejas. RBA Editores, Obra clásica sobre el mundo de las abejas. Barcelona. 1999.
- MALAGOLI, A. R. G. Allevamento e spedizione di api Regine selezionate. Milán. 1976.
- JEAN-PROST, P. Apicultura: causas de las enfermedades de la abeja y de la colmena. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. Obra clásica muy completa sobre abejas y apicultura. 2010
- MATTHIAS, K. Abeja, conducta y cuidados de las abejas. Universidad de Córdoba: España. 2014.
- LLORENTE MARTÍNEZ, J. Principales enfermedades de las abejas. MAPA- Consejería de Agricultura de Castilla-La Mancha. Obra especializada en las enfermedades de las abejas. Madrid. 2000.
- MELCHIORRE, B. El gran libro de las abejas. Ediciones DeVecchi. Tratado de apicultura. Barcelona. 1988.
- MINAGRI. Ministerio de la agricultura. La apicultura en Cuba. Regulaciones para la tenencia abejas y comercialización de miel. La Habana. 2000.
- MINAGRI. Ministerio de la agricultura. Metodología para el sistema de información de la vigilancia epizootiológica. IMV. La Habana. 2001.
- MOLGA, A, PAUL. L. Mort des abeilles met la planète en danger, Les Echos. Andrew C. Refkin. Virus des abeilles met The New York Times. 2007.
- MORENO, T. La apicultura en Guantánamo. Relatoría II Simposio Provincial. 1999.

Capítulo 12



10.37423/231208533

O PAPEL DA COMPLEXIDADE AMBIENTAL NA ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE FORMIGAS EPIGÉICAS

Kivia Leticia dos Santos Reis

*Universidade Federal do Sul e Sudeste do
Pará*

Elke Hellen Fernandes Matias

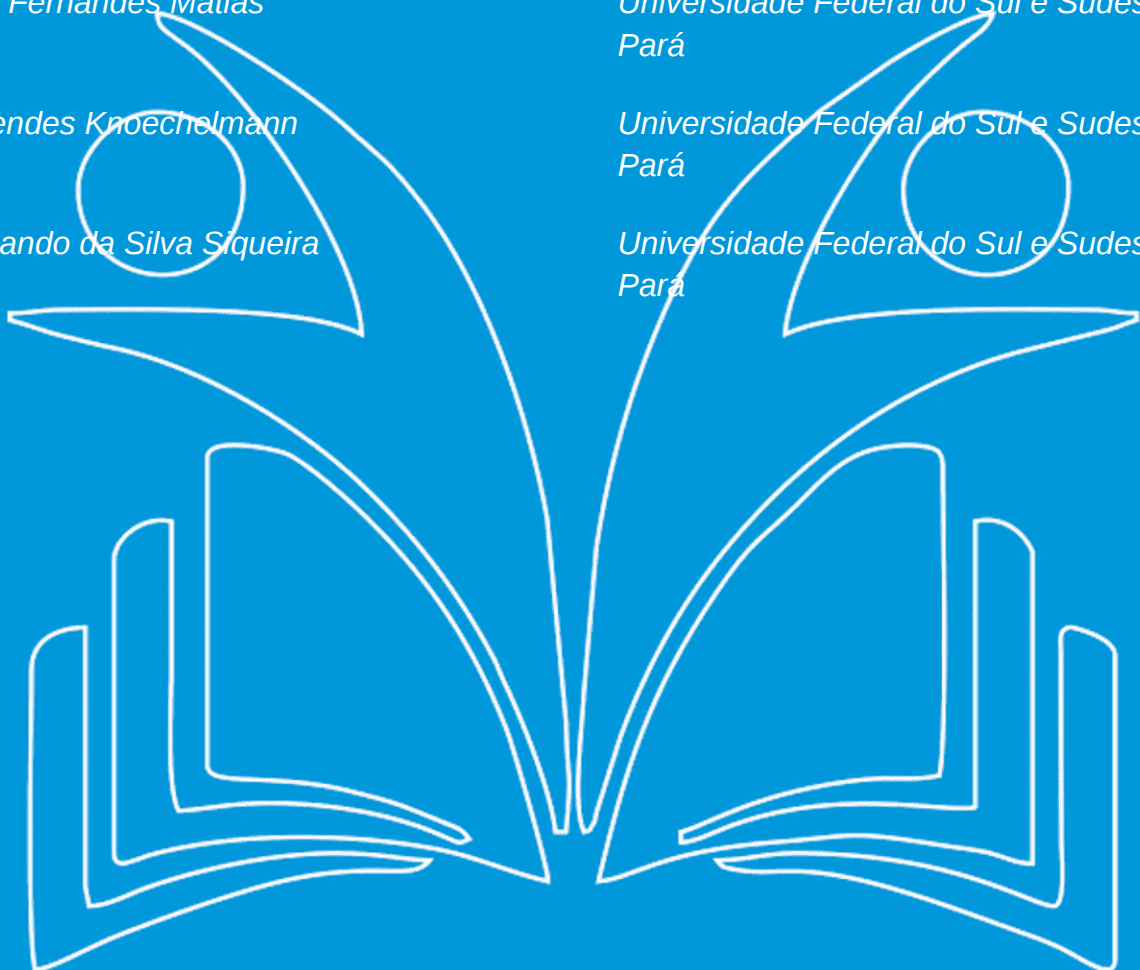
*Universidade Federal do Sul e Sudeste do
Pará*

Clarissa Mendes Knoechelmann

*Universidade Federal do Sul e Sudeste do
Pará*

Felipe Fernando da Silva Siqueira

*Universidade Federal do Sul e Sudeste do
Pará*



Resumo: Ambientes de alta complexidade estão relacionados com uma maior disponibilidade de nicho ecológico para espécies que determina quais organismos permanecem em determinado habitat e explica como as comunidades podem ser montadas. Assim, no presente estudo tentamos entender o efeito da complexidade ambiental sobre a comunidade de formigas em uma floresta tropical úmida. O estudo foi realizado na Unidade de Conservação Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri (FLONATA), a segunda e terceira área estão localizadas no entorno da FLONATA onde correspondem a antigas áreas de pastagem. Para avaliar a complexidade ambiental da vegetação, foram selecionados quatro parâmetros: (1) LAle (effective leaf área index); (2) Cobertura do dossel; (3) *Crown porosity*; e (4) *Clumping index*. Para testar a hipótese que a complexidade ambiental afeta a comunidade de biologia foi feito um GLMM. Para entender quais fatores influenciam na composição de espécies de formigas foi realizado uma Análise de correspondência Canônica. No total foram coletados 4.643 espécimes de formigas, pertencentes a 7 subfamílias, com 168 espécies. As subfamílias com maior representatividade foram Myrmecinae (3187) seguida de Dolichoderinae (570) e Formicinae (442). As formigas são mais diversas em área com maior complexidade em relação aos parâmetros (LAle, *Clumping index* e Cobertura do dossel). Não tivemos efeito para o índice de complexidade ambiental para riqueza e abundância de formigas. Os principais fatores que influenciaram na montagem das comunidades de formigas são: índice de área foliar e *Clumping index*. Encontramos uma baixa similaridade entre as áreas o que indica que não está ocorrendo eventos migratórios entre as comunidades de formigas. A resposta da comunidade de formigas epigéicas está relacionada com os parâmetros da vegetação que resulta em comunidades biológicas influenciadas pela complexidade ambiental. Sabemos que a comunidade vegetal é um fator essencial para a manutenção das comunidades biológicas, tanto em florestas tropicais e temperadas, por influenciar na disponibilidade de recursos para os organismos. Desta forma, esses resultados apontam para a importância de levar em consideração parâmetros vegetacionais como estratégias para conservação de áreas de Floresta tropical úmida.

Palavra-chave: Análise de complexidade. Componente ambiental. Comunidade biológica. Floresta Tropical úmida.

INTRODUÇÃO

A hipótese da heterogeneidade ambiental está relacionada com a quantidade dos componentes abióticos e bióticos e suas interações em um determinado local e tempo (PIANKA, 1994). A complexidade do ambiente depende do arranjo de suas estruturas físicas, sendo que, na maioria dos ecossistemas terrestres, essa estrutura é influenciada, principalmente, pela riqueza e composição da comunidade de plantas (LASSAU; HOCHULI, 2004). Geralmente, ambientes de alta complexidade estão relacionados com uma maior disponibilidade de nicho ecológico para espécies (FORTUNATO, 2013), maior distribuição de recursos alimentares, sítios para nidificação, áreas de forrageamento, (JACOBI, 1992) aumento do espaço disponível, (JACOBI; LANGEVIN, 1996) e, portanto, é denominado em ambiente heterogêneo (FORTUNATO, 2013).

A maioria dos estudos demonstram uma relação positiva entre a complexidade ambiental e riqueza de espécies devido a maior disponibilidade de nichos, por exemplo, anfíbios da Mata Atlântica (HERRERA, 2011), rola-bostas no Cerrado (SPECTOR, 2003) e lagartos na Caatinga (SANTANA, 2011). Demonstrando que a hipótese da heterogeneidade ambiental pode ser utilizada para diferentes organismos (CORREA et al, 2006) e comparada em diferentes estágios vegetacionais (LEAL & LOPES, 1992). Entretanto, já foram encontrados resultados contrastantes, onde as variáveis usadas na estrutura ambiental tiveram efeito negativo, desta forma o habitat de baixa complexidade teve maior riqueza de espécies de formigas (LASSAU; HOCHULI, 2004).

Os componentes ambientais atuam como filtros que determinam quais organismos permanecem em determinado habitat e explicam como as comunidades podem ser montadas (MENEZES; MARTINS; ARAÚJO, 2016). Podemos medir a complexidade ambiental através de três componentes ambientais: vegetação, serapilheira e solo (OSSOLA et al, 2015), onde cada um desses níveis pode acarretar diferentes relações (positivas ou negativas) com a riqueza ou abundância dos organismos.

A estrutura vegetacional está relacionada com a entrada de luz, sendo responsável pela temperatura e umidade do solo e seus componentes e fornecendo recursos para nidificação e alimentação dos diversos organismos (LASSAU; HOCHULI, 2004). Grande quantidade de serapilheira apresenta efeito positivo para abundância da fauna de solo em áreas de florestas tropicais úmidas e efeito neutro para florestas tropicais secas (MEZGER; PFEIFFER, 2010). Tomando como exemplo as formigas em ambientes de floresta tropical, estas constroem seus ninhos preferencialmente em superfície com maior cobertura de serapilheira (MCGLYNN; FAWCETT; CLARK, 2009). Na escala regional o tipo do solo é o principal componente na montagem de comunidade de formigas o solo apresenta efeito direto

nas comunidades de formigas através de seu papel como um substrato de nidificação e forrageamento (RIBEIRO-NETO et al, 2016).

As florestas tropicais, em escala local, apresentam baixa variação na riqueza de espécies vegetais e no tipo de solo (HUBBELL, 1997), porém apresentam grande quantidade de serapilheira, que está diretamente relacionada com maior riqueza e abundância de formigas (ANDERSEN, 2000). Assim, no presente estudo tentamos entender o efeito da complexidade ambiental sobre a montagem das comunidades de formigas em uma floresta tropical úmida. Esperamos um efeito positivo do índice de complexidade ambiental e dos parâmetros vegetacionais tanto na riqueza, quanto para abundância de formigas. Já que a complexidade da estrutura vegetal possui uma interação interespecífica com o meio.

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Unidade de Conservação Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri (FLONATA) localizada na Serra dos Carajás, com área de 196.351,42 ha (5°35' e 6°00' S e 50°24' e 51°06' W), (figura 1) localizada nos municípios de Marabá e São Félix do Xingu no estado do Pará e em área de recomposição florestal. A FLONATA apresenta características de floresta ombrófila densa juntamente com canais de água com uma pequena porção de área antrópica no seu interior e nas áreas de amortecimento. Apresenta clima tropical chuvoso com precipitação anuais entre 1.900 e 2.000 mm e com temperaturas de 25 a 26 °C (ICMBio, 2016). A segunda e terceira área estão localizadas no entorno da FLONATA, na Fazenda Santa Rita da União no município de Canaã dos Carajás, onde antes encontrava-se atividade de agropecuária atualmente são áreas de recomposição florestal. O ano de abandono das duas áreas são respectivamente 1 ano de Bloco 3 e 2 anos de Bloco 2. Atualmente é realizada recomposição floresta com predominância de castanheira (*Bertholletia excelsa*) que estão sendo gerenciadas pela gestão da FLONATA.

COMPLEXIDADE AMBIENTAL DA VEGETAÇÃO

Para avaliar a complexidade ambiental da vegetação, foram selecionados quatro parâmetros: (1) LAIe (*effective leaf area index*) que apresenta o total de área foliar por área de superfície de terreno corrigido pelo *clumping index*; (2) Cobertura vegetal (*Canopy cover*), que corresponde a porcentagem (fração) da área do solo coberta pela projeção vertical do dossel; (3) *Crown porosity*, a porcentagem

de lacunas do dossel, que pode ser relacionada à penetração da luz através do dossel; e (4) *Clumping index*, o grau de aleatorização da distribuição de folhas no dossel, que demonstra a proporção efetiva de plantas em relação ao *LAI*, valor igual a 1 a folhagem é distribuída aleatoriamente no dossel (distribuição heterogênea). A mensuração dos parâmetros do nível da vegetação foi efetivada através do aplicativo *Viti Canopy* da *University of Adelaide* (LOBET, 2017), por meio das análises das fotografias tiradas usando a limiar de fração de 75% (para florestas tropicais). As fotografias foram tiradas utilizando uma máquina: HD Câmera de 1.2 MP com Retina Flash, abertura de f/2.4, controle de exposição, Auto HDR, estarão com lente virada para o dossel há uma distância de 1 metro do *pitfall*, totalizando vinte fotografias em cada área, uma para cada ponto de coleta do transecto.

ÍNDICE DE COMPLEXIDADE AMBIENTAL

Com os valores dos parâmetros vegetacionais foi gerado um índice de complexidade ambiental. Para isto, calculamos o índice de Shannon adaptado para análise de composição da paisagem. Em seguida fizemos uma análise comparativa descritiva dos valores médios do índice de complexidade entre áreas.

COLETA DE FORMIGAS

Para amostragem da mirmecofauna utilizou-se o protocolo ALL (*Ants of the Leaf Litter*) específico para coleta de formigas epigéicas utilizando armadilha tipo *pitfall* e *Winkler*. O *pitfall* é capaz de coletar organismos que estão em atividade na superfície do solo e *Winkler* consegue coletar tanto os organismos em atividade de forrageio quanto organismos que estão com ninho na serapilheira local de coleta.

Em cada área foi montado um transecto de 200 metros com vinte pontos de coletas com distância de 10 metros entre cada ponto. Em cada ponto foi enterrado ao nível do solo armadilhas de queda tipo *pitfall* feitas com potes de 200 ml que no seu interior constituía por uma solução de 100 ml com uma combinação de água com detergente neutro, que serviu para quebrar a tensão superficial da água e impedir que os animais pudessem voltar à superfície. A um metro de distância à esquerda (por aleatorização antes da primeira excursão de campo e foi padronizado para todas as coletas) do *pitfall* foi delimitado uma área de 1m² para coletar a serapilheira e peneirá-la para em seguida ser colocada dentro dos extratores de *Winkler* constituído por um saco em formato de funil que no fundo abriga um pote com álcool, para quando os organismos descenderem caírem no álcool. Os *pitfalls* e os extratores foram recolhidos depois de 48 horas de exposição.

As formigas foram identificadas ao menor nível taxonômico possível utilizando a chave dicotômica de BACCARO et al (2015). Exemplares de difícil identificação foram enviados para Professor Drº Rodrigo Feitosa do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para testar a hipótese de que a complexidade ambiental afeta positivamente a comunidade de formigas em relação à riqueza e abundância relativa, utilizamos modelos lineares gerais com modelos mistos (GLMM) com erro de Poisson e distribuição adotada por Bates et al. (2015), com os seguintes preditores: índice de complexidade ambiental, parâmetros vegetacionais (LAle, Cobertura do dossel e *Crown porosity, clumping index*); sendo os pontos de coleta como fator aleatório. As variáveis dependentes consistiram na riqueza e abundância relativa de formigas epigéicas.

Para determinar quais parâmetros vegetacionais e se o índice de complexidade ambiental tem efeito sobre a montagem de comunidade de formigas, foi feita uma Análise de Correspondência Canônica (CCA – uma para cada área) que é aplicada para analisar se há relação entre um banco de dados de espécies e banco de dados ambientais (LEAL, 2017) Todas estas análises foram realizadas utilizando pacote lme4 (Bates et al. 2015) para a linguagem da programação estatística R (R 2.11.1 (R Development Core Team 2015)).

A análise do índice de similaridade foi pelo método de Morisita para avaliar a similaridade das comunidades de formigas que habitavam nas três áreas através da elaboração de um dendrograma. Análises feita no programa *Paleontological Statistical (Past)* versão 1.43 (Copyright Hammer and Harper 1999-2006).

RESULTADOS

Na análise do índice de complexidade ambiental da vegetação entre as áreas, constatamos que a FLONATA apresentou valor médio da complexidade de 1,14 ($\pm 0,07$, desvio padrão – daqui em diante área de maior complexidade), área de reflorestamento bloco 3 (1 ano de abandono) com média de 1,11 ($\pm 0,33$) e bloco 2 (2 anos de abandono) com média de 1,07 ($\pm 0,25$) de complexidade ambiental da vegetação (Material Suplementar I). Às áreas de reflorestamento (daqui em diante, áreas de menor complexidade) obtiveram menor valor de complexidade ambiental em relação a FLONATA.

No total foram coletados 4.643 espécimes de formigas, pertencentes a 7 subfamílias, com 168 espécies (Tabela 1). As subfamílias com maior representatividade foram Myrmecinae (3187,

abundância) seguida de Dolichoderinae (570) e Formicinae (442). Sendo a espécie *Wasmmmania* sp. 1 a mais abundante (650) seguida da *Dorymyrmex* sp. 2 (444) e *Pheidole pedana* (357). Analisando as áreas isoladamente, na FLONATA as espécies mais abundantes foram *Pheidole pedana* (369) seguida de *Pheidole cf. biconstricta* (142), sendo a subfamília Myrmicinae (1424) a mais abundante (Tabela 1). Enquanto nas áreas de menor complexidade (e.g. blocos de reflorestamento) as espécies mais abundantes foram *Dorymyrmex* sp. 2 (444) seguida de *Solenopsis* sp. 2 (92). Sendo, para essa área a subfamília mais abundante foi Myrmicinae (2669) (Tabela 1). Foram contabilizadas 37 espécies (22,02%) com ocorrência em mais de uma área (Tabela 1). Na área de maior complexidade apresentou 78 espécies exclusivas (46,43%) representando 27,42% de espécimes (Tabela 1). Enquanto nas áreas de menor complexidade: no Bloco 3 teve 44 espécies exclusivas (26,19%) representando 27,98% de espécimes; e Bloco 2 ocorreram 9 espécies exclusivas (5,36%) representando 4,85% de espécimes (Tabela 1).

O índice de complexidade ambiental não apresentou efeito sobre a riqueza e abundância relativa de formigas (Tabela 2). Ao analisar os parâmetros que compõe o índice de complexidade isoladamente, três variáveis vegetacionais (i. e. LAIe, Cobertura do dossel e *Clumping index*) tiveram efeito na riqueza e abundância relativa de formigas (Figura 1 e 2) (Tabela 2). Especificamente, encontramos efeitos positivos e negativos para riqueza e positivos para abundância. Onde para riqueza de espécies: para cobertura do dossel foi de 8 a 15 (FLONATA - positivo), 5 a 11 (bloco 2 - positivo) e 9 a 26 (bloco 3 - positivo); para índice de área foliar foi de 11 a 8 (FLONATA - negativo), 5 a 11 (bloco 2 - positivo) e 9 a 26 (bloco 3 - positivo); e para *clumping index* de 13 a 15 (FLONATA - positivo), 11 a 3 (Bloco 2 - negativo) 9 a 26 (bloco 3) (Figura 1). Encontramos interação entre as áreas (Tabela 2), tendo um efeito maior na FLONATA (14,68 $\pm$ 5.77), seguindo do Bloco 3 (12,36 $\pm$ 5.24) e menor para Bloco 2 (7,63 $\pm$ 2.90). A variável *crown porosity* não teve interação com a área, tendo valores de riqueza de: 7 a 29 (FLONATA - positivo), 3 a 12 (Bloco 2 - positivo) e 5 a 26 (Bloco 3 - positivo). Em relação para abundância relativa encontramos os seguintes valores: 0,93 a 4,20 (FLONATA - positivo), 0,5 a 1,55 (Bloco 2 - positivo) e 2,07 a 6,91 (Bloco 3 - positivo) para cobertura do dossel, 0,93 a 4,20 (FLONATA - positivo), 0,5 a 1,55 (Bloco 2 - positivo) e 2,07 a 6,91 (Bloco 3 - positivo) para índice de área foliar, e 3,40 a 4,20 (FLONATA - positivo), 0,5 a 1,55 (Bloco 2 - positivo) e 2,07 a 6,91 (Bloco 3 - positivo) para *clumping index*. Não encontramos interação entre os parâmetros vegetacionais com a área para a abundância relativa de formigas (Tabela 2).

Na análise de correspondência canônica (CCA), encontramos quais variáveis ambientais melhor explicam a montagem da comunidade de formigas e como elas estão estruturadas em cada uma das áreas. Na área de maior complexidade o eixo 1 da análise explicou 100% da variação da composição das espécies (Tabela 3): *Anochetus bispinosus* (Ponerinae), *Anochetus horridus* (Ponerinae), *Hypoponera* sp. 3 (Ponerinae), *Neoponera apicalis* (Ponerinae), *Pheidole* sp. 3 (Myrmicinae) e *Pheidole* sp. 4 (Myrmicinae), são influenciadas pelas variáveis do índice de complexidade ambiental e LAle (Figura 3.a). O eixo 2 da CCA não mostrou efeito para a composição de espécies (Tabela 3). Em relação às áreas de menor complexidade: no Bloco 3 o eixo 1 explicou 100% da composição das espécies, enquanto o LAle foi o parâmetro com maior efeito sobre as espécies (Tabela 3): *Crematogaster* sp. 8 (Myrmicinae), *Dorymyrmex* sp. 2 (Dolichoderinae), *Ectatoma permagnum* (Ectatomminae), *Hypoponera* sp. 1 (Ponerinae), *Myrmicinae* sp. 10 (Myrmicinae) e *Odontomachus* sp. 1 (Ponerinae) a sua manutenção na comunidade é influenciada por este parâmetro (Figura 3.c); e no Bloco 2 o eixo 1 (88,23%) e eixo 2 (11,77) explicam respectivamente a composição das espécies. Sendo, a variável do índice de complexidade ambiental e *clumping index* (Tabela 3) com maior efeito sobre as espécies: *Crematogaster* sp. 6 (Myrmicinae), *Neoponera apicalis* (Ponerinae), *Nylanderia* sp. 1 (Formicinae), *Nylanderia* sp. 5 (Formicinae), *Solenopsis* sp. 5 (Myrmicinae), e (Figura 3.b).

Na análise de similaridade para entender como a comunidade de formigas está organizada a partir de informações sobre ocorrência de espécies em diferentes habitats, revelou uma baixa similaridade de espécies entre as áreas de estudo (Tabela 4). Onde, a área que mais se aproxima da área de maior complexidade em termos de identidade das espécies é o Bloco 2 com 16 %. Enquanto o Bloco 3 apresenta 5 % de similaridade com as demais áreas (Figura 4).

DISCUSSÃO

Neste estudo analisamos como a complexidade ambiental da vegetação influencia na riqueza e abundância de formigas e na montagem da comunidade em áreas de Floresta tropical úmida (i.e. clímax e regeneração). Nossos resultados em parte não corroboraram a premissa do aumento da complexidade ambiental que está relacionado com o aumento da riqueza e abundância de formigas. Entretanto, quando analisamos os parâmetros vegetacionais isoladamente obtivemos efeito positivos (LAle, *Clumping index* e cobertura do dossel) sobre a riqueza e abundância de formigas. Além disso, a montagem da comunidade de formigas está sendo estruturada pelos parâmetros, LAle (i.e. corresponde a quantidade de folhas em metro quadrado na vertical corrigido pela distribuição das folhas) e o *Clumping index* (índice do grau de agrupamento das folhas na vegetação). Constatamos

que as áreas de menor complexidade (i.e. blocos de recomposição florestal) apresentam baixa similaridade com a área de maior complexidade (FLONATA – área clímax). A resposta da comunidade de formigas epigéicas está relacionada com os parâmetros da vegetação que resulta em comunidades biológicas influenciadas indiretamente pela vegetação (e.g. maior diversidade de plantas maior disponibilidade de habitat). Sabemos que a comunidade vegetal é um fator essencial para a manutenção das comunidades biológicas, tanto em florestas tropicais e temperadas, por influenciar direta ou indiretamente (i. e. disponibilidade de recursos) aos organismos (TEWS et al, 2004). Esses resultados apontam para a importância de levar em consideração parâmetros vegetacionais, a complexidade ambiental e os padrões de uso do solo durante a seleção de áreas para recomposição florestal, na criação de unidades de conservação e na elaboração de estratégias de manejo de áreas em diferentes níveis de complexidade ambiental em áreas de Floresta amazônica.

No presente estudo Myrmicinae foi a subfamília mais abundante e diversa em todas as áreas. A maior representatividade de Myrmecinae é explicada pela diversidade de nichos que a espécies destas subfamílias apresentam o que a torna presente em vários habitats ao redor do mundo (WILSON, 2003; MORINI et al, 2007; OLIVEIRA et al, 2009; LOPES et al, 2010; MIRANDA et al, 2013). Esta representatividade independe da área e/ou complexidade a qual está relacionada com a presença de espécies que são encontradas tanto em áreas de menor complexidade (e.g. áreas antrópicas ou em regeneração), por exemplo, espécies dos gêneros *Wasmania* e *Dorymyrmex* (LUTINSKI et al, 2014) como também por espécies de áreas com alta complexidade (i.e. áreas clímax), isto é, as espécies do gêneros *Anochetus* e *Dolichoderus* (DELABIE et al, 2015). As espécies do gênero *Wasmania* (Myrmicinae) são encontradas em ambiente variados, facilmente observada em ambiente perturbados antropicamente, e é capaz de construir seus ninhos em áreas com baixa disponibilidade de recursos (LONGINO; FERNÁNDEZ, 2007). As espécies de *Dorymyrmex* (Dolichoderinae) apresentam preferência por ambientes com baixa cobertura vegetal sobretudo, ambientes antrópicos, constroem seus ninhos no interior do solo em áreas de alta luminosidade (CUEZZO; GUERRERO, 2011). Por outro lado, as espécies do gênero *Anochetus* (Ponerinae) abundantes em florestas tropicais, apresenta preferência em solos com alta disponibilidade de serapilheira, (i.e. fator dependente da comunidade vegetal), para construção de seus ninhos e as atividades de forrageamento (BROWN, 1978). E as espécies de *Dolichoderus* (Dolichoderinae) prevalentes em florestas tropicais, e com preferência em ambientes arbóreos. Formigas do gênero *Dolichoderus* são encontradas tanto no solo como nas árvores forrageando e construindo seus ninhos (MACKAY, 1993).

A complexidade entre as áreas foi um importante preditor para a composição de formigas sendo positivamente correlacionados. Porém não encontramos efeito para aumento da riqueza e abundância. Provavelmente as comunidades de formigas em cada área são altamente diversas em termos de espécies, funções ecológicas desempenhadas e comportamentos (HÖLLDOBLER; WILSON 1990; WILSON, 1990), o que lhes confere alta plasticidade, pois as espécies que não toleram as condições ambientais de baixa complexidade ambiental pode ser prontamente substituída por espécies que toleram essas mesmas condições (SCHMIDT et al, 2013). Entretanto a complexidade teve influência na composição da comunidade de formigas para à área de maior complexidade evidenciando que a montagem da comunidade está estruturada por fatores ambientais da vegetação. Isto é, o aumento da área foliar, disponibilidade de folhas, abertura do dossel para entrada de luz que estão relacionados com uma maior diversidade de espécies vegetais (CHEN et al, 2005) proporcionam a permanência dessas espécies em ambientes com alta complexidade ambiental, devido a maior disponibilidade de recursos e condições ecológicas para sua sobrevivência (MIRANDA, 2009). Porém, os parâmetros isolados (i. e. LAle, Cobertura do dossel e *Clumping index*) tiveram efeitos positivo para riqueza e abundância relativa de formigas. A diversidade de espécies e abundância de formigas é maior em áreas com recursos mais heterogêneos e diversos, ou seja, de maior complexidade (AMBRECHT et al, 2004). A menor diversidade e abundância de formigas em áreas com baixa disponibilidade de folhas (e.g. baixa diversidade de espécies vegetais), sugere que áreas de baixa complexidade afetam a disponibilidade de áreas para nidificação, assim como, restringem o comportamento de forrageio, devido às perturbações naturais imprevisíveis (SANTOS, 2017). Por exemplo, os colêmbolos que são frequentemente citados como presas de diversas espécies de formigas, são encontrados em menor abundância em área de floresta tropical úmida mais aberta (i.e. menor cobertura do dossel quando comparado com as florestas maior cobertura de dossel) (GAUER, 1997).

Nas áreas de baixa complexidade ambiental observamos que o LAle e *Clumping index* (i.e. parâmetros que estão relacionados com maior distribuição de folhas e diversidade de espécies vegetais, CHEN, 1995; CHEN et al, 2005) estão influenciando na composição da comunidade de formigas dessas áreas. O que resulta em uma possibilidade de estratégia para a conservação ambiental. Onde, em áreas de baixa complexidade a diversidade vegetal é importante para a montagem das comunidades devido está relacionado com disponibilidade de nichos. O incremento de novas espécies vegetais irá permitir o aumento das populações das espécies de formigas e consequentemente as funções ecológicas (e.g. predação, dispersão de semente, mutualismo, degradação de matéria orgânica) prestadas por formigas (GASTON, 1994; MOUILLOT et al, 2013).

A similaridade observada, foi diferente entre as áreas de maior e menor complexidade. Nas duas áreas as comunidades de formigas compartilharam um número baixo (16%) de espécies. A área de maior complexidade ambiental (i.e. FLONATA) podemos considera-la como fonte (i.e. local que mantém uma dinâmica interna com taxas de crescimento positivas: natalidade > mortalidade) de espécies para às áreas de menor complexidade (e.g. blocos) que são os sumidouros (i.e. populações que possuem uma dinâmica interna negativa: natalidade < mortalidade). De acordo com o modelo fonte-sumidouro (SHMIDA; ELLNER, 1984; HOLT, 1985; PULLIAM, 1988) áreas fontes estão relacionadas a alta qualidade do habitat, e áreas sumidouros a baixas qualidades do habitat (SHMIDA; ELLNER, 1984; HOLT, 1985). A permanência das populações nas áreas sumidouros ocorre devido à imigração de indivíduos oriundos das áreas fonte, e esta dispersão assimétrica caracteriza a dinâmica fonte-sumidouro. Provavelmente, apesar da proximidade das áreas de baixa complexidade com a de maior complexidade, constatamos que não deve estar ocorrendo o fluxo gênico entre as espécies de formigas, o que resulta na alta taxa de espécies exclusivas, na área de maior complexidade. Caso o contrário ocorra, as espécies oriundas da fonte não encontram condições ambientais adequadas nas áreas de baixa para sobrevivência. Resultados como estes demostram que áreas de baixa complexidade (i.e. áreas de recomposição florestal) são menos resilientes as modificações ambientais o que resulta em uma comunidade de formigas diferente em relação áreas de maior complexidade (i.e. clímax).

Por fim, os resultados deste estudo indicam de maneira geral que o aumento da complexidade ambiental da vegetação influencia na riqueza e abundância (e.g. parâmetros isolados) e na montagem da comunidade de formigas epigéicas. Portanto devem ser levados em consideração na elaboração de políticas públicas de conservação (e.g. aprimoramento de planos de manejos, recuperação e acompanhamento de área degradadas) em áreas com diferentes complexidades ambiental de Floresta tropical úmida (e.g. Floresta amazônica). Contudo, devem ser considerados em estudos futuros outras metodologias e aprimoração das medições dos parâmetros vegetacionais (e.g. riqueza de espécies vegetais nos diferentes estratos: herbáceo, arbustivo e arbóreo (SIQUEIRA, 2013); considerar os parâmetros do solo (e. g. pH, umidade, temperatura, profundidade do solo (OLIVEIRA et al. 2009; VEZZANI & MIELNICZUK, 2009; ASSIS et al. 2011)) e/ou parâmetros da serapilheira (GIBB & PARR, 2010; ASSIS, et al. 2011; SIQUEIRA, 2013). Além disso, sugere-se a investigação do efeito da complexidade ambiental sobre: a diversidade filogenética, funcional, história de vida dos organismos e para entender se está ocorrendo a manutenção dos serviços ecossistêmico (e.g. serviços de: provisão, regulação, suporte e culturais). Tendo esse conhecimento, seremos capazes de prever com precisão quais

espécies (ou grupos de espécies) são característicos de áreas de baixa ou alta complexidade. É importante que essas respostas sejam obtidas incluindo a ecologia das populações, para estudar a importância das dinâmicas populacionais para a manutenção da biodiversidade regional e conservação de áreas de Floresta amazônica.

CONCLUSÃO

Podemos concluir que as formigas são mais diversas em área com maior complexidade em relação aos parâmetros (LAle, *Clumping index* e Cobertura do dossel). Não tivemos efeito para o índice de complexidade ambiental para riqueza e abundância de formigas. Os principais fatores que influenciam na montagem das comunidades de formigas são: índice de complexidade ambiental para área de maior complexidade e em áreas de menor complexidade são o índice de área foliar e o *Clumping index*. Encontramos uma baixa similaridade entre as áreas, o que resulta em comunidades de formigas distintas em relação a complexidade ambiental.

REFERÊNCIAS

- AMBRECHT, I; PERFECTO, I; VANDERNEER, J. Enigmatic biodiversity correlations: ant diversity responds to diverse resources. *Science*, v. 304, n. 5668, p. 284-286, 2004.
- ANDERSEN, A. N. A global ecology of rain forest ants: functional groups in relation to environmental stress and disturbance. In: *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*, eds. D. Agosti, J. D. Majer, L. Alonso & T. Shultz, p. 25-34. Washington D. C., USA: Smithsonian Institution Press, 2000.
- BACCARO, B. F. et al. Guia para gênero de formigas do Brasil. Manaus: Editora INPA, 2015.
- BATES, et al. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*. 2015.
- BROWN, W. L., JR. Contributions toward a reclassification of the Formicidae. Part VI. Ponerinae, tribe Ponerini, subtribe Odontomachiti. Section B. Genus Anochetus and bibliography. *Stud. Entomol*, v. 20, p. 549-638, 1978.
- CHEN, J. M.; CIHLAR, J. Plant canopy gap-size analysis theory for improving optical measurements of leaf-area index. *Applied Optics*, v. 34, p.6211–6222, 1995.
- CHEN, J. M., MENGES, C. H., & LEBLANC, S. G. Global mapping of foliage clumping index using multi-angular satellite data. *Remote Sensing of Environment*, v. 97, p. 447–457, 2005.
- CUEZZO, F. & GUERRERO, R. J. The ant genus *Dorymyrmex* Mayr (Hymenoptera: Formicidae: Dolichoderinae) in Colombia. *Psyche*, 24 p. 2011.
- DELABIE, J. H. C. FEITOSA, R. M. SERRÃO, J. E. MARIANO, C. S. F. MAJER, J. D. As formigas poneromorfas do Brasil. *Ilhéus, BA*, p. 477, 2015.
- FORTUNATO, D. S. Importância da heterogeneidade de habitats na estruturação da diversidade α e β de morcegos Phyllostomidae no Cerrado. Dissertação de mestrado (Mestre em ecologia) - Programa de pós-graduação em ecologia do instituto de biologia da universidade de Brasília. Brasília, p. 65, 2013.
- GASTON, K. J. What is rarity? In: Gaston, K. J. (ed). *Rarity*, v.13. Springer, Amsterdam, Netherlands, p. 250, 1994.
- GAUER, U. The Collembola. In: Junk, W. J. (Ed). *The Central Amazon Floodplain*. V. 126. Springer, Berlin Heidelberg, Berlin, Germany, p. 351-127, 1997.
- HERRERA, J. B. Efeitos da heterogeneidade do ambiente, área e variáveis ambientais sobre anfíbios anuros em paisagem fragmentada de floresta Atlântica. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Monitoramento) - Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2011.
- HÖLDOBLER, B., AND E. O. WILSON. *The ants*. Springer-Verlag, Berlin, London, Paris, Tokyo, Hong Kong. 1990.
- HOLT, R. D. Population dynamics in two-patch environments: some anomalous consequences of an optimal habitat distribution. *Theoretical Population Biology*, v. 28, n. 2, p. 181–208, 1985.

JACOBI, C.M. Efeitos da heterogeneidade estrutural na colonização de substratos artificiais por anfípodos do entre-marés. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. 120p. 1992

JACOBI, C.M & LANGEVIN. Habitat geometry of benthic substrata: effects on arrival and settlement of mobile epifauna. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* v. 206, p. 39-54, 1996

LASSAU S. A, HOCHULI D. F. Effects of habitat complexity on ant assemblages. *Ecography* v. 27, p. 157-164, 2004.

LEAL, I.R & LOPES, C.B. Estruturas das comunidades de formigas (hymenoptera: formicidae) de solo e vegetação no morro da lagoa da conceição, ilha de Santa Catarina, SC. *Biotemas* v. 5, n.1, p. 108, 1992.

LEAL, A.D. Composição e riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em um fragmento de mata atlântica no estado da Paraíba, Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

LONGINO, J. T., FERNÁNDEZ, F. Taxonomic review of the genus *Wasmannia*, pp. 271-289, 2007. In Snelling, R. R., B. L. Fisher, and P. S. Ward (eds). *Advances in ant systematics (Hymenoptera: Formicidae): homage to E. O. Wilson – 50 years of contributions*. *Memoirs of the American Entomological Institute*, v. 80.

LOPES, D. T. et al. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera, Formicidae) em três ambientes no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná. *Iheringia, Sér. Zool, Porto Alegre*, v. 100, n. 1, p. 84-90, março 2010.

LUTINSKI, J. A; LUTINSKI, C. J; LOPES, B. C; MORAIS, A. B. B. Estrutura da comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em quatro ambientes com diferentes níveis de perturbação antrópica. *Ecologia Astral*, ed. 24, p. 229-237, 2014.

MACKAY, W. P. A review of the New World ants of the genus *Dolichoderus* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, v. 22, p. 1-148, 1993.

MENEZES, B. S.; MARTINS, F. R.; ARAÚJO, F. S. Montagem de comunidades: conceitos, domínio e estrutura teórica. *Oecologia Australis*. v. 20, n. 1, p. 1–17, 2016.

MEZGER, D. & PFEIFFER, M. *Eurhopalothrix elke*, a new species from Borneo, and a key to the species of the *E. platisquama* group. *Myrmecological News*, v. 13, p. 133-139, 2010.

MIRANDA, J.C. 2009. Sucessão ecológica: conceitos, modelos e perspectivas. *Revista de Saúde e Biologia*, v. 4, n. 1, p. 31-37. 2009.

MIRANDA, T. A. et al. Aspectos estruturais do ambiente e seus efeitos nas assembleias de formigas m ambientes de floresta e bosque. *Caderno UNIFOA*. n 21. Issn p. 1809-9475, 2013.

MCGLYNN, T. P.; FAWCETT, R. M.; CLARK, D. A. Litter biomass and nutrient determinants of ant diversity, nest size, and growth in a Costa Rican tropical wet forest. *Biotropica*, v. 41, n. 2, p. 234-240, 2009.

MOUILLOT, D.; BELLWOOD, D. R.; BARALOTO, C.; CHAVE, J.; GALZIN, R.; HARMELIN-VIVIEN, M.; KULBICKI, M.; LAVERGNER, S.; LAVOREL, S.; MOUQUET, N.; PAINE, C. E. T.; RENAUD, K.; THUILLER, W. Rare species support vulnerable functions in high-diversity ecosystems. *Plos Biology*, v. 11, n. 5, p1-11, 2013.

MORINI, M.S.C.; MUNHAE, C.B.; LEUNG, R.; CANDIANI, D.F. & VOLTOLINI, J.C. Comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em fragmentos de Mata Atlântica situados em áreas urbanizadas. *Iheringá, Série Zoológica*, v. 97, n. 3, p. 246-252, 2007.

OLIVEIRA, P. Y; SOUZA, J. L. P; BACCARO, F. B; FRANKLIN, E. Ant species distribution along a topographic gradient in a “terra-firme” forest reserve in Central Amazonia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, n. 8, p. 852-860. 2009.

OSSOLA, A. et al. Urban habitat complexity affects species richness but not environmental filtering of morphologically-diverse ants. *PeerJ*, p. 1–19, 2015.

PIANKA, E. *Evolutionary ecology*. 5th ed, New York, Harper Collins College Publishers, p. 484, 1994.

PULLIAM, H. R. Sources, sinks and population regulation. *The American Naturalist*, v. 132, n. 5, p. 652–661, 1988.

RIBEIRO-NETO, J. D. et al. Chronic anthropogenic disturbance causes homogenization of plant and ant communities in the Brazilian Caatinga. *Biodiversity and Conservation*, v. 25, p. 943-956, 2016.

SANTANA, D. O. et al. Utilização do microhabitat e comportamento de duas espécies de lagartos do gênero *Tropidurus* nyma área de Caatinga no Monumento Natural Grota do Angico. *Scientia Plena*, v.7, n.4, p.1-9, 2011.

SANTOS, T, F. Estrutura taxonômica e funcional das assembleias de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em florestas de várzeas e terra-firme na Amazônia Central. 2017. 49 f. Dissertação (Mestrado) Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/INPA, Manaus, 2017.

SCHMIDT, F. A., C. R. RIBAS, AND J. H. SCHOEREDER. How predictable is the response of ant assemblages to natural forest recovery? Implications for their use as bioindicators. *Ecological Indicators*, v. 24, p. 158-166, 2013.

SHMIDA, A. & ELLNER, S. Coexistence of plant species with similar niches. *Plant Ecology*, v. 58, n. 1, p. 29–55, 1984.

SPECTOR, S.; AYZAMA S. Rapid turnover and edge effects in dung beetle assemblages (Scarabaeidae) at a Bolivian Neotropical forest-savanna ecotone. *Biotropical* v. 35, p. 394-404, 2003.

R Development Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Found. Stat. Comput. 1: 409. Available at: <http://www.r-project.org/> \n <http://www.r-project.org>. 2015.

WILSON, E. O. *Success and Dominance in Ecosystems: The Case of the Social Insects*. Ecology Institute, Oldendorf/Luhe, v. 2, p. 104, 1990.

WILSON, E. O. *Which are the most prevalent ant genera?* Cambridge, Massachusetts, Harvard University, v. 19, p. 187-200, 2003.

Tabela 1. Subfamílias e espécies de formigas coletadas em: (A1) Área da Floresta Nacional do Tapirapé-aquiri (FLONATA) de maior complexidade e em áreas de menor complexidade (A2) bloco com 2 anos de recomposição e (A3) bloco com 1 ano de recomposição, localizadas no Sudeste do Estado do Pará, Brasil. São representadas pela abundância relativa em cada área (AR). / Table 1. Ant subfamilies and species collected in: (A1) Area of the Tapirapé-aquiri National Forest (FLONATA) of greater complexity and in less complexity areas (A2) block with 2 years of restoration and (A3) block with 1 year of restoration located in the Southeast of the State of Pará, Brazil. They are represented by the relative abundance in each area and (AR).

Subfamília/espécie	Áreas			
	A1	A2	A3	AR %
Dolichoderinae				
<i>Dolichoderus decollatus</i> (Smith, 1858)	0,04	-	-	0,04
<i>Dolichoderus</i> sp. 2	0,02	-	-	0,02
<i>Dolichoderus</i> sp. 3	0,24	-	-	0,24
<i>Dorymyrmex</i> sp. 1	-	1,16	-	1,16
<i>Dorymyrmex</i> sp. 2	-	0,17	9,57	9,74
<i>Dorymyrmex</i> sp. 3	-	1,03	-	1,03
<i>Tapinoma</i> sp. 2	0,02	-	-	0,02
<i>Tapinoma</i> sp. 4	-	-	0,02	0,02
Dorylinae				
<i>Acanthostichus</i>	-	-	0,02	0,02
<i>Eciton rapax</i>	0,86	-		0,86
<i>Neivamyrmex</i> sp. 1	-	-	0,22	0,22
Ectatomminae				
<i>Ectatomma edentatum</i> (Roger, 1863)	0,04	-	-	0,04
<i>Ectatomma permagnum</i> (Forel, 1908)	0,15	1,06	0,86	2,07
<i>Ectatomma tuberculatum</i> (Olivier, 1792)	0,02	-	-	0,02
<i>Ectatomma</i> sp. 2	-	-	0,02	0,02
<i>Ectatomma</i> sp. 4	-	0,06	-	0,06
<i>Gnamptogenys horni</i> (Santschi, 1929)	0,06	-	-	0,06
<i>Gnamptogenys</i> sp. 1	0,11	-	-	0,11
<i>Gnamptogenys</i> sp. 3	-	0,04	-	0,04
Formicinae				
<i>Brachymyrmex</i> sp. 1	0,02	-	-	0,02
<i>Brachymyrmex</i> sp. 2	0,02	-	-	0,02
<i>Brachymyrmex</i> sp. 3	-	-	0,04	0,04

<i>Brachymyrmex</i> sp. 4	-	-	0,15	0,15
<i>Camponotus femoratus</i> (Fabricius, 1804)	1,57	-	-	1,57
<i>Camponotus</i> sp. 1	0,02	-	-	0,02
<i>Camponotus</i> sp. 3	0,19	-	-	0,19
<i>Camponotus</i> sp. 5	0,02	-	-	0,02
<i>Camponotus</i> sp. 9	-	0,09	0,02	0,11
<i>Camponotus</i> sp. 10	-	0,04	0,04	0,08
<i>Camponotus</i> sp. 11	-	-	0,02	0,02
<i>Formicinae</i> sp. 1	0,02	-	-	0,02
<i>Nylanderia</i> sp. 1	1,06	0,08	-	1,14
<i>Nylanderia</i> sp. 2	3,77	-	0,13	3,90
<i>Nylanderia</i> sp. 3	0,13	0,08	0,19	0,4
<i>Nylanderia</i> sp. 5	-	0,75	0,77	1,52
<i>Nylanderia</i> sp. 6	-	0,17	0,08	0,25
Myrmicinae				
<i>Atta</i> sp. 1	-	0,04	-	0,04
<i>Basiceros militaris</i> (Weber, 1950)	0,02	-	-	0,02
<i>Basiceros</i> sp. 1	0,04	-	-	0,04
<i>Cardiocondyla</i> sp. 2	0,15	-	-	0,15
<i>Cardiocondyla</i> sp. 7	0,06	-	-	0,06
<i>Cardiocondyla</i> sp. 9	-	0,02	0,13	0,15
<i>Carebara brevipilosa</i> (Fernández, 2004)	0,69	-	-	0,69
<i>Carebara</i> sp. 1	0,02	-	-	0,02
<i>Carebara</i> sp. 4	-	-	0,02	0,02
<i>Cephalotes oculatus</i> (Spinola, 1851)	0,04	-	-	0,04
<i>Cephalotes</i> sp. 3	-	0,02	-	0,02
<i>Cephalotes</i> sp. 4	-	-	0,02	0,02
<i>Crematogaster flavosensitiva</i> (Longino, 2003)	0,86	0,02	-	0,88
<i>Crematogaster limata</i> (Smith, 1858)	1,85	0,71	-	2,56
<i>Crematogaster</i> sp. 3	0,02	-	-	0,02
<i>Crematogaster</i> sp. 4	0,02	-	-	0,02
<i>Crematogaster</i> sp. 6	-	1,08	-	1,08
<i>Crematogaster</i> sp. 7	-	-	1,27	1,27
<i>Crematogaster</i> sp. 8	-	-	0,04	0,04

<i>Cyphomyrmex</i> sp. 1	0,02	-	0,32	0,34
<i>Cyphomyrmex leavigatus</i> (Weber, 1938)	0,09	-	-	0,09
<i>Cyphomyrmex minutus</i> (Mayr, 1862)	0,39	-	-	0,39
<i>Megalomyrmex cuatiara</i> (Brandão, 1990)	0,04	-	-	0,04
<i>Megalomyrmex</i> sp. 1	0,02	-	0,47	0,49
<i>Megalomyrmex</i> sp. 2	0,06	-	0,09	0,15
<i>Megalomyrmex</i> sp. 3	-	-	0,04	0,04
<i>Monomorium</i> sp. 1	0,13	-	-	0,13
<i>Mycetosoritis</i> sp. 2	0,02	-	-	0,02
<i>Mycetomoellerius</i> sp. 1	0,09	-	-	0,09
<i>Mycocepurus smithii</i> (Forel, 1893)	0,04	-	-	0,04
<i>Mycocepurus</i> sp. 1	0,24	-	0,30	0,54
<i>Myrmicinae</i> sp. 1	0,02	-	-	0,02
<i>Myrmicinae</i> sp. 5	0,02	-	-	0,02
<i>Myrmicinae</i> sp. 9	-	-	0,30	0,30
<i>Myrmicinae</i> sp. 10	-	-	0,30	0,30
<i>Myrmicinae</i> sp. 11	-	-	0,06	0,06
<i>Myrmicocrypta</i> sp. 1	-	-	0,04	0,04
<i>Nesomyrmex brasiliensis</i> (Kempf, 1958)	0,02	-	-	0,02
<i>Ochetomyrmex neopolitus</i> (Fernández, 2003)	1,66	-	-	1,66
<i>Octostruma betschi</i> (Perrault, 1988)	0,97	-	-	0,97
<i>Octostruma</i> sp. 1	0,02	-	-	0,02
<i>Octostruma</i> sp. 22	-	-	0,09	0,09
<i>Octostruma</i> sp. 6	0,02	-	-	0,02
<i>Paratrachymyrmex bugnioni</i> (Forel, 1912)	0,62	-	-	0,62
<i>Pheidole astur</i> (Wilson, 2003)	1,03	-	-	1,03
<i>Pheidole bufo</i> (Wilson, 2003)	0,02	-	-	0,02
<i>Pheidole cataractae</i> (Wheeler, 1916)	0,28	-	-	0,28
<i>Pheidole cf. Biconstricta</i> (Mayr, 1870)	3,06	-	-	3,06
<i>Pheidole cf. sculptior</i> (Forel, 1893)	0,93	-	-	0,93
<i>Pheidole midas</i> (Wilson, 2003)	0,34	-	-	0,34
<i>Pheidole pedana</i> (Wilson, 2003)	7,69	-	-	7,69
<i>Pheidole radoszkowskii</i> (Mayr, 1884)	0,54	-	-	0,54
<i>Pheidole subarmata</i> (Mayr, 1884)	0,37	-	-	0,37

<i>Pheidole susannae</i> (Forel, 1886)	0,45	0,19	-	0,64
<i>Pheidole zeteki</i> (Smith, 1947)	0,86	-	-	0,86
<i>Pheidole</i> sp. 1	0,15	0,17	-	0,32
<i>Pheidole</i> sp. 3	0,39	-	-	0,39
<i>Pheidole</i> sp. 4	0,22	-	-	0,22
<i>Pheidole</i> sp. 6	0,37	-	-	0,37
<i>Pheidole</i> sp. 7	0,09	-	-	0,09
<i>Pheidole</i> sp. 9	0,02	-	-	0,02
<i>Pheidole</i> sp. 10	0,02	-	-	0,02
<i>Pheidole</i> sp. 11	0,19	-	-	0,19
<i>Pheidole</i> sp. 12	0,24	-	-	0,24
<i>Pheidole</i> sp. 19	0,02	-	-	0,02
<i>Pheidole</i> sp. 22	0,06	-	-	0,06
<i>Pheidole</i> sp. 28	-	-	0,06	0,06
<i>Pheidole</i> sp. 36	-	0,02	0,34	0,36
<i>Pheidole</i> sp. 37	-	-	0,06	0,06
<i>Pheidole</i> sp. 39	-	-	0,02	0,02
<i>Pheidole</i> sp. 40	-	-	0,41	0,41
<i>Pheidole</i> sp. 41	-	-	0,15	0,15
<i>Pheidole</i> sp. 42	-	-	0,54	0,54
<i>Pheidole</i> sp. 43	-	-	2,97	2,97
<i>Rogeria prominula</i> (Kugler, 1994)	0,15	-	-	0,15
<i>Rogeria subarmata</i> (Kempf, 1961)	0,02	-	-	0,02
<i>Rogeria</i> sp. 1	-	-	1,08	1,08
<i>Rogeria</i> sp. 2	-	-	0,02	0,02
<i>Sericomyrmex mayri</i> (Forel, 1912)	0,30	-	-	0,30
<i>Solenopsis virulens</i> (Smith, 1858)	0,06	0,71	-	0,77
<i>Solenopsis</i> sp. 1	0,43	0,02	0,45	0,90
<i>Solenopsis</i> sp. 2	1,29	1,98	-	3,27
<i>Solenopsis</i> sp. 3	0,09	-	-	0,09
<i>Solenopsis</i> sp. 4	0,24	0,02	0,43	0,69
<i>Solenopsis</i> sp. 5	0,06	0,19	0,11	0,36
<i>Solenopsis</i> sp. 8	-	-	0,04	0,04
<i>Solenopsis</i> sp. 10	-	0,50	-	0,50

<i>Solenopsis</i> sp. 11	-	-	1,79	1,79
<i>Solenopsis</i> sp. 12	-	-	0,22	0,22
<i>Solenopsis</i> sp. 13	-	-	0,47	0,47
<i>Solenopsis</i> sp. 14	-	-	0,13	0,13
<i>Solenopsis</i> sp. 15	-	-	0,17	0,17
<i>Solenopsis</i> sp. 16	-	-	0,02	0,02
<i>Solenopsis</i> sp. 17	-	-	0,02	0,02
<i>Solenopsis</i> sp. 18	-	-	0,11	0,11
<i>Solenopsis</i> sp. 19	-	-	0,06	0,06
<i>Solenopsis</i> sp. 20	-	-	0,02	0,02
<i>Solenopsis</i> sp. 21	-	-	0,43	0,43
<i>Strumigenys denticulata</i> (Mayr, 1887)	1,60	1,03	0,24	2,87
<i>Strumigenys elongata</i> (Roger, 1863)	0,02	-	-	0,02
<i>Strumigenys subdentata</i> (Mayr, 1887)	0,56	-	-	0,56
<i>Strumigenys</i> sp. 1	-	-	0,04	0,04
<i>Strumigenys</i> sp. 2	0,02	-	1,07	1,09
<i>Strumigenys</i> sp. 5	-	-	1,29	1,29
<i>Strumigenys</i> sp. 7	-	-	0,93	0,93
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	0,11	-	-	-
<i>Wasmannia scrobifera</i> (Kempf, 1961)	0,09	-	-	0,09
<i>Wasmannia</i> sp. 1	-	-	14	14
Ponerinae				
<i>Anochetus bispinosus</i> (Smith, 1858)	0,19	-	-	0,19
<i>Anochetus horridus</i> (Kempf, 1964)	0,02	-	-	0,02
<i>Anochetus neglectus</i> (Emery, 1894)	0,02	-	-	0,02
<i>Hypoponera</i> sp. 1	0,9	-	0,39	1,29
<i>Hypoponera</i> sp. 2	0,02	0,02	-	0,04
<i>Hypoponera</i> sp. 3	0,08	-	0,22	0,30
<i>Hypoponera</i> sp. 4	0,02	-	-	0,02
<i>Hypoponera</i> sp. 5	0,10	-	0,22	0,32
<i>Hypoponera</i> sp. 6	0,56	-	0,13	0,69
<i>Leptogenys</i> sp. 1	0,02	-	0,02	0,04
<i>Mayaponera constricta</i> (Mayr, 1884)	0,15	-	-	0,15
<i>Neoponera apicalis</i> (Latreille, 1802)	0,58	0,26	-	0,84

<i>Neoponera magnifica</i> (Borgmeier, 1929)	0,02	-	-	0,02
<i>Odontomachus bauri</i> (Emery, 1892)	0,15	-	-	0,15
<i>Odontomachus meinerti</i> (Forel, 1905)	0,15	-	-	0,15
<i>Odontomachus</i> sp. 1	-	-	0,15	0,15
<i>Pachycondyla crassinoda</i> (Latreille, 1802)	0,19	-	-	0,19
<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius, 1804)	0,17	0,04	0,15	0,36
<i>Pachycondyla</i> sp. 1	-	-	0,02	0,02
<i>Rasopone ferruginea</i> (Smith, 1858)	0,02	-	-	0,02
<i>Rasopone</i> sp. 1	0,02	-	-	0,02
Pseudomyrmecinae				
<i>Pseudomyrmex tenuis</i> (Fabricius, 1804)	0,02	-	-	0,02
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 1	-	0,90	-	0,90
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 2	-	-	0,06	0,06
Total	1974	591	2078	4643

Tabela 2. Efeitos das variáveis ambientais e resposta à abundância relativa e riqueza nas áreas: Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri e nos blocos de recomposição florestal localizadas na região sudeste do Pará, Brasil. Os efeitos significativos estão em negrito ($p < 0.05$) dos modelos mistos lineares generalizados (GLMM). / Table 2. Effects of environmental variables and response to relative abundance and richness in the areas: Tapirapé-Aquiri National Forest and forest restoration blocks located in southeastern Pará, Brazil. Significant effects are in bold ($p < 0.05$) of generalized linear mixed models (GLMM).

Efeito	Resposta	GL	F	P
Index	Riqueza	1	0,0103	0,92
	Riqueza*Área	2	0,3850	0,68
	Abundância	1	0,0782	0,78
	Abundância*Área	2	0,2557	0,77
LAle	Riqueza	1	33,562	0,01
	Riqueza*Área	2	14,301	0,01
	Abundância	1	26,592	0,01
	Abundância*Área	2	5,751	0,007
Canopy cover	Riqueza	1	32,721	0,01
	Riqueza*Área	2	14,760	0,01
	Abundância	1	17,957	<0,01
	Abundância*Área	2	12,023	<0,01

Crown porosity	Riqueza	1	3,276	0,07
	Riqueza*Área	2	4,371	0,02
	Abundância	1	7,400	0,01
	Abundância*Área	2	0,732	0,49
Clumping index	Riqueza	1	10,948	0,02
	Riqueza*Área	2	16,861	0,01
	Abundância	1	10,334	0,002
	Abundância*Área	2	5,310	0,009

Tabela 3. Resumo do efeito dos parâmetros vegetacionais sobre a composição de espécies da comunidade de formigas nas áreas: (A1) Área Floresta Nacional do Tapirapé-aquiri (FLONATA) de maior complexidade, e nas áreas de baixa complexidade (A2) bloco com 2 anos de recomposição e (A3) bloco com 1 ano de recomposição, localizadas no Sudeste do Estado do Pará, Brasil. Segundo uma Análise de Correspondência Canônica. /Table 3. Summary of the effect of vegetation parameters on the species composition of the ant community in the areas: (A1) Tapirapé-aquiri National Forest Area (FLONATA) of greater complexity, and in areas of low complexity (A2) block with 2 years of recomposition and (A3) block with 1 year of recomposition, located in the Southeast of the State of Pará, Brazil. According to a Canonical Correspondence Analysis.

Eixo	Flonata		Bloco 2		Bloco 3	
	Autovalor	%Variância	Autovalor	% Variância	Autovalor	% Variância
1	0,0005	100	0,05	88,23	0,001	100
2	1,99 e-19	3,54 e-14	0,007	11,77	3,75 e-19	2,38 e-14
3	5,15 e-20	9,11 e-15	8,73 e-18	1,42 e-14	1,60 e-19	1,01 e-14
4	2,06 e-20	3,65 e-15	4,14 e-18	6,75 e-15	6,53 e-20	4,14 e-15

Tabela 4. Grau de similaridade (Morisita) entre a ocorrência e abundâncias das espécies de formigas nas áreas: (A1) Área Floresta Nacional do Tapirapé-aquiri (FLONATA) de maior complexidade, e nas áreas de baixa complexidade (A2) bloco com 2 anos de recomposição e (A3) bloco com 1 ano de recomposição, localizadas no Sudeste do Estado do Pará, Brasil. / Table 4. Degree of similarity (Morisita) between the occurrence and abundance of ant species in the areas: (A1) Tapirapé-aquiri National Forest Area (FLONATA) of greater complexity, and in areas of low complexity (A2) block with 2 years of recomposition and (A3)) block with 1 year of recomposition, located in the Southeast of the State of Pará, Brazil.

Área	A1	A2	A3
A1A1	1	-	-
A2	0,16611536	1	-
A3	0,009499428	0,052518	1

Legenda das Figuras

Figura 1. Efeito do índice de complexidade ambiental e parâmetros vegetacionais (LAle, Cobertura do dossel, Clumping index e Crown porosity) sobre a riqueza de formigas nas áreas: (A1) Área da Floresta Nacional do Tapirapé-aquiri (FLONATA) de maior complexidade, e nas áreas de baixa complexidade (A2) bloco com 2 anos de recomposição e (A3) bloco com 1 ano de recomposição, localizadas no Sudeste do Estado do Pará, Brasil. Segundo uma análise de GLMM (Modelo Misto Linear Generalizado). / Figure 2. Effect of environmental complexity index and vegetation parameters (LAle, Canopy Cover, Clumping index and Crown porosity) on the relative abundance of the ant community in the areas: (A1) Tapirapé-aquiri National Forest Area (FLONATA) of greater complexity, and in the low complexity areas (A2) block with 2 years of recomposition and (A3) block with 1 year of recomposition, located in the Southeast of the State of Pará, Brazil. According to a GLMM (Generalized Linear Mixed Model) analysis.

Figura 2. Efeito do índice de complexidade ambiental e parâmetros vegetacionais (LAle, Cobertura do dossel, Clumping index e Crown porosity) sobre a abundância relativa de formigas nas áreas: (A1) Área da Floresta Nacional do Tapirapé-aquiri (FLONATA) de maior complexidade, e nas áreas de baixa complexidade (A2) bloco com 2 anos de recomposição e (A3) bloco com 1 ano de recomposição, localizadas no Sudeste do Estado do Pará, Brasil. Segundo uma análise de GLMM (Modelo Misto Linear Generalizado). / Figure 2. Effect of environmental complexity index and vegetation parameters (LAle, Canopy Cover, Clumping index and Crown porosity) on the relative abundance of the ant community in the areas: (A1) Tapirapé-aquiri National Forest Area (FLONATA) of greater complexity, and in the low complexity areas (A2) block with 2 years of recomposition and (A3) block with 1 year of recomposition, located in the Southeast of the State of Pará, Brazil. According to a GLMM (Generalized Linear Mixed Model) analysis.

Figura 3. Análise de correspondência canônica (CCA) para o efeito dos parâmetros vegetacionais sobre a composição de espécies das comunidades de formigas epigéicas, nas áreas: (A1) Área da Floresta Nacional do Tapirapé-aquiri (FLONATA) de maior complexidade, e nas áreas de baixa complexidade (A2) bloco com 2 anos de recomposição e (A3) bloco com 1 ano de recomposição, localizadas no Sudeste do Estado do Pará, Brasil. / Figure 3. Canonical Correspondence Analysis (CCA) for the effect of vegetation parameters on the species composition of epigeic ant communities in the areas: (A1) Area of the Tapirapé-aquiri National Forest (FLONATA) of greater complexity, and in the low

complexity areas (A2) block with 2 years of recomposition and (A3) block with 1 year of recomposition, located in the Southeast of the State of Pará, Brazil.

Figura 4. Dendrograma de similaridade (Morisita) de espécies de formigas nas áreas: (A1) Área da Floresta Nacional do Tapirapé-aquiri (FLONATA) de maior complexidade, e nas áreas de baixa complexidade (A2) bloco com 2 anos de recomposição e (A3) bloco com 1 ano de recomposição, localizadas no Sudeste do Estado do Pará, Brasil. / Figure 4. Similarity dendrogram (Morisita) of ant species in the areas: (A1) Area of the Tapirapé-aquiri National Forest (FLONATA) of greater complexity, and in areas of low complexity (A2) block with 2 years of recomposition and (A3) block with 1 year of recomposition, located in the Southeast of the State of Pará, Brazil.

Figura 1.

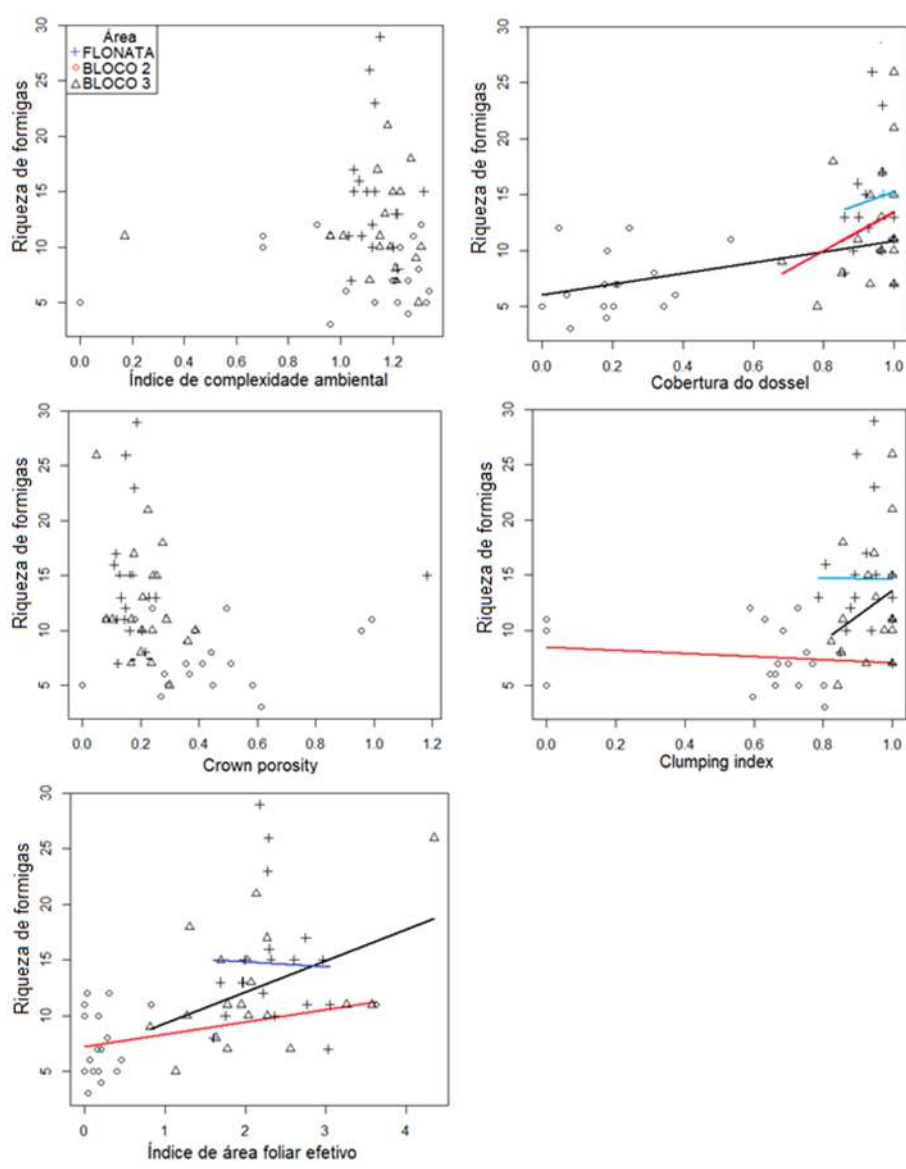


Figura 2.

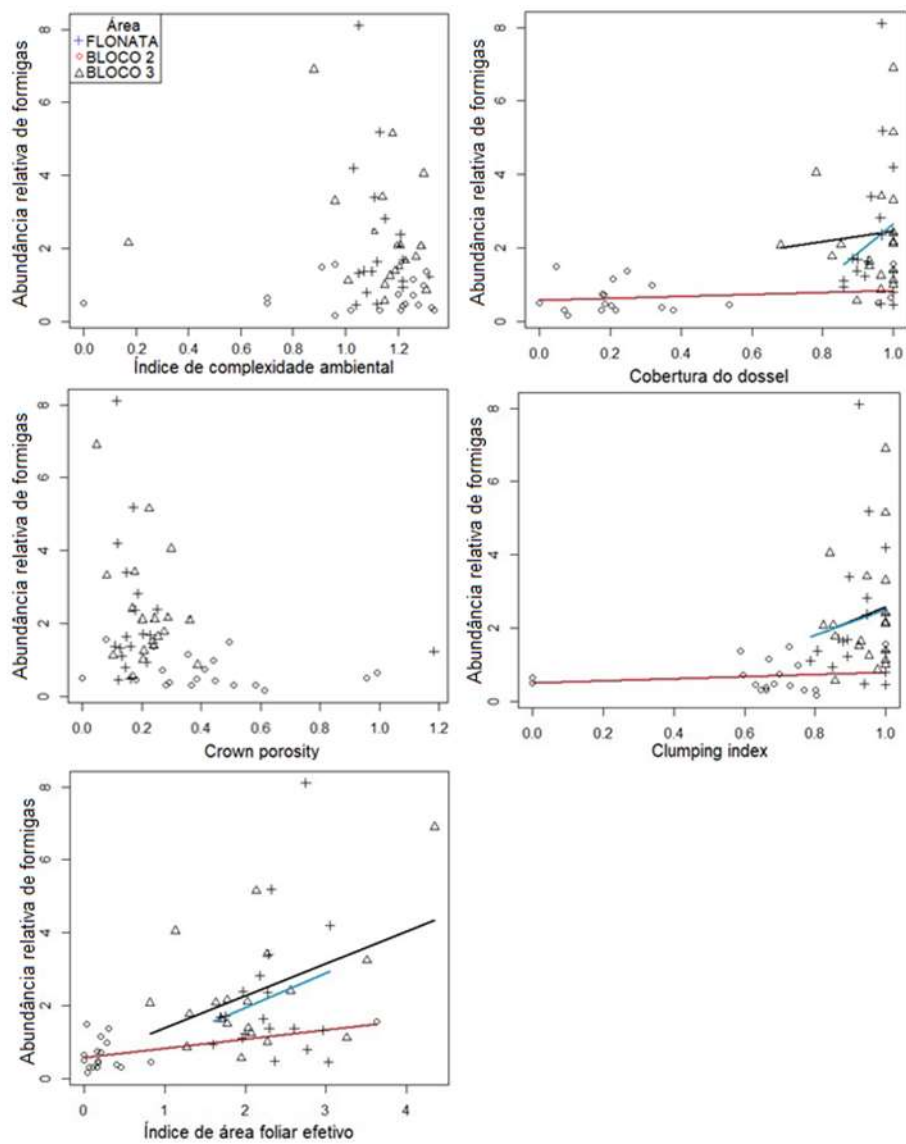


Figura 3.

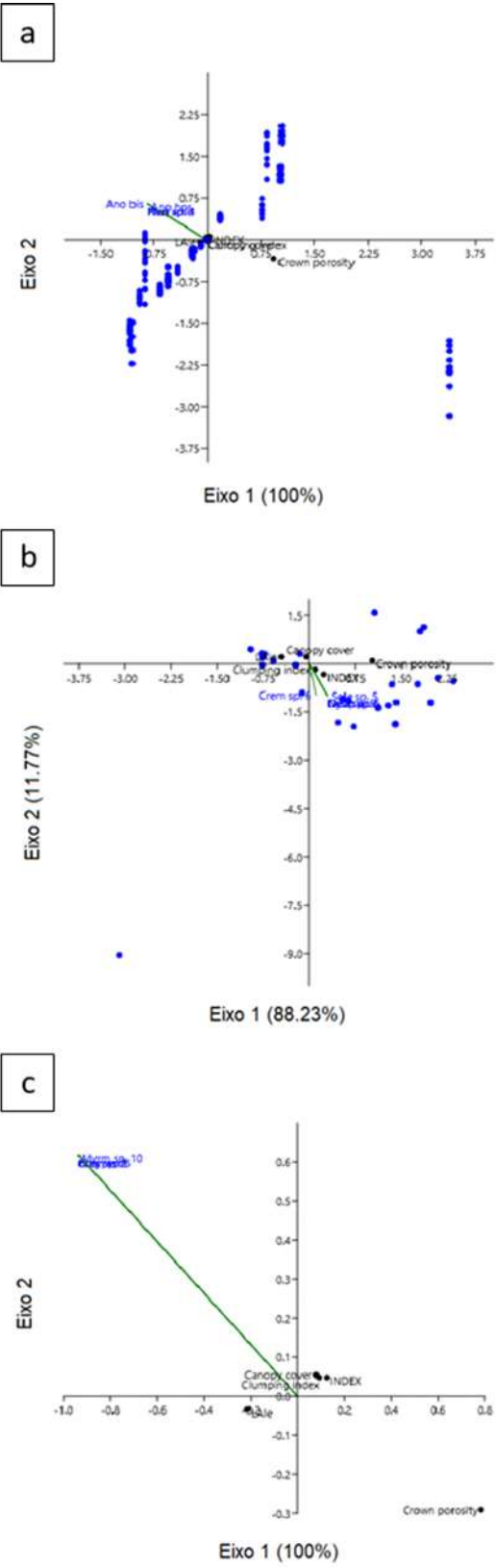
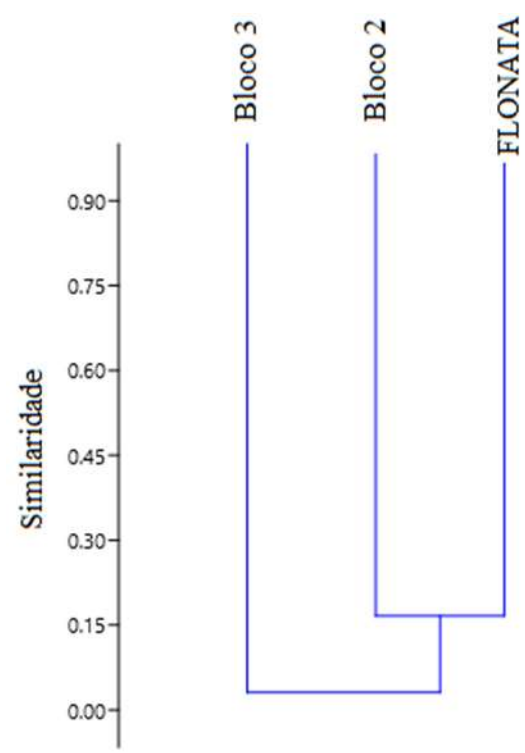


Figura 4.



APÊNDICE

Material Suplementar I

Tabela 1- Análise descritiva do índice de complexidade ambiental coletadas em: (A1) Área Floresta Nacional do Tapirapé-aquiri (FLONATA), (A2) 2 anos e (A3) 1 ano, localizadas Sudeste do Estado do Pará, Brasil

Área	Índice de complexidade
FLONATA	1,22
FLONATA	1,08
FLONATA	1,15
FLONATA	1,1
FLONATA	1,22
FLONATA	1,13
FLONATA	1,2
FLONATA	1,12
FLONATA	1,13
FLONATA	1,05
FLONATA	1,12
FLONATA	1,11
FLONATA	1,07
FLONATA	1,22
FLONATA	1,03
FLONATA	1,21
FLONATA	1,04
FLONATA	1,05
FLONATA	1,32
Média/DP	1.14 ± 0.07
BLOCO 2	1,22
BLOCO 2	1,26
BLOCO 2	1,33
BLOCO 2	1,23
BLOCO 2	1,13
BLOCO 2	0,96
BLOCO 2	1,34
BLOCO 2	1,02
BLOCO 2	1,28
BLOCO 2	1,26
BLOCO 2	1,21
BLOCO 2	0,96
BLOCO 2	1,3
BLOCO 2	1,2
BLOCO 2	0,7
BLOCO 2	0,7
BLOCO 2	1,31
BLOCO 2	0
BLOCO 2	0,91
Média/DP	1.07 ± 0.33

BLOCO 3	1,21
BLOCO 3	1,23
BLOCO 3	1,27
BLOCO 3	1
BLOCO 3	1,01
BLOCO 3	1,15
BLOCO 3	1,2
BLOCO 3	1,11
BLOCO 3	0,88
BLOCO 3	1,14
BLOCO 3	1,18
BLOCO 3	1,15
BLOCO 3	0,96
BLOCO 3	1,21
BLOCO 3	1,31
BLOCO 3	1,19
BLOCO 3	0,17
BLOCO 3	1,29
BLOCO 3	1,3
Média/DP	1.11 ± 0.25



BIODIVERSIDADE, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

VOLUME VIII



conhecimentolivre.org/home



contato@conhecimentolivre.org



[editoraconhecimentolivre](https://www.instagram.com/editoraconhecimentolivre)



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE