



**UNIVERSIDADE CATÓLICA DO SALVADOR  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
TERRITÓRIO, AMBIENTE E SOCIEDADE - PPGTAS**

**MARINA NÓBREGA GONÇALVES**

**UTILIZAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO E DA MATRIZ DE LEOPOLD NA  
AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS: FERROVIA INTEGRATIVA  
OESTE-LESTE (FIOL) E A APA LAGOA ENCANTADA E RIO ALMADA**

**SALVADOR  
2023**

MARINA NÓBREGA GONÇALVES

**UTILIZAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO E DA MATRIZ DE LEOPOLD NA  
AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS: FERROVIA INTEGRATIVA  
OESTE-LESTE (FIOL) E A APA LAGOA ENCANTADA E RIO ALMADA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação Território, Ambiente e Sociedade (PPGTAS) da Universidade Católica do Salvador (UCSal) para a obtenção do título de mestre.

Orientação: Prof. Dr. Moacir Santos Tinôco.

Coorientação: Profa. Dra. Silvana Sá de Carvalho.

SALVADOR  
2023

Dados de Catalogação na Publicação (CIP)  
Ficha Catalográfica. UCSAL. Biblioteca Bom Geraldo Majella Agnelo.

G635 Gonçalves, Marina Nóbrega

Utilização do geoprocessamento e da matriz de Leopold na avaliação de impactos ambientais: Ferrovia Integrativa Oeste-Leste (FIOL) e a APA Lagoa Encantada e Rio Almada / Marina Nóbrega Gonçalves. – Salvador, 2024.  
114f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica do Salvador. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. Mestrado em Território, Ambiente e Sociedade.

Orientador: Prof. Dr. Moacir Santos Tinóco.

Coorientadora: Profa. Dra. Silvana Sá de Carvalho.

1. Conservação 2. Estradas de Ferro 3. Impacto Antrópico 4. SIG. 5. SIG.  
6. Ferrovia Integrativa Oeste-Leste (FIOL) I. Tinóco, Moacir Santos – Orientador  
II. Carvalho, Silvana Sá de – Coorientadora III. Universidade Católica do  
Salvador. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação III. Título.

CDU 625.1(813.8)

**TERMO DE APROVAÇÃO**

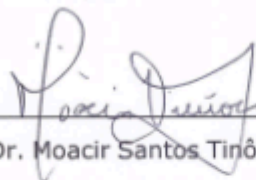
**MARINA NÓBREGA  
GONÇALVES**

**"UTILIZAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO E DA MATRIZ DE LEOPOLD  
NA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS: FERROVIA  
INTEGRATIVA OESTE-LESTE (FIOL) E A APA LAGOA ENCANTADA E  
RIO ALMADA/BAHIA".**

Dissertação aprovada como requisito para obtenção do grau de  
Mestre(a) em Território, Ambiente e Sociedade.

Salvador, 13 de novembro de  
2023.

Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_


Prof. Dr. Moacir Santos Tinôco (orientador - UCSAL)

  
\_\_\_\_\_

Profa. Dra. Silvana Sá de Carvalho (coorientadora - UCSAL)

  
\_\_\_\_\_

Profa. Dra. Maina Pirajá Silva (examinadora interna - UCSAL)

 Documento assinado digitalmente  
MARCIO FRAZÃO CHAVES  
Data: 13/11/2023 14:39:28 -0300  
Verifique em: <https://validar.ei.gov.br>

Prof. Dr. Marcio Frazão Chaves (examinador externo - UFCG)

“Quem anda no trilho é trem de ferro.  
Sou água que corre entre pedras - liberdade caça jeito”  
– Manoel de Barros

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao auxílio concedido por meio da bolsa de mestrado ao longo desses 24 meses provinda da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia.

Aos meu orientador, Professor Moacir Santos Tinôco e coorientadora Professora Silvana Sá de Carvalho.

A professora Maina Pirajá, pela escuta calorosa ao longo dos percalços e por aceitar compor a banca de avaliação do presente trabalho, e ao professor Márcio Frazão, pelas contribuições e disponibilidade em compor a banca como membro externo.

À fauna e natureza de uma maneira geral, por manter acesa a paixão em todo o meu ser, mas especialmente aos testudines, responsáveis por me trazerem até aqui.

Aos meus pais e meu irmão, por manterem possível o meu sonho de ser pesquisadora, e à incrível e maravilhosa rede de suporte e apoio dos últimos dois anos: Raissa, Lara, Renato, Mateus, Verena, Ana, Camila (chefinha), Rafa e Davi - eu não teria conseguido chegar tão longe sem vocês.

## RESUMO

Dentre as ameaças aos remanescentes florestais, podemos citar os projetos de desenvolvimento econômico promovidos pela própria administração pública, como o megaprojeto da Ferrovia Integrativa Oeste-Leste (FIOL). Com seus quase 1.500 km de trilhos, a FIOL visa perfazer a integração de longa distância que interligará por trilhos as regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste do Brasil, com principal objetivo de transportar cargas de minério de ferro, grãos e farelo de soja para o Porto Sul, em Ilhéus. Nesse contexto, a pesquisa objetivou caracterizar o uso e ocupação do solo e identificar os possíveis impactos ambientais da construção da FIOL sobre a área de influência na Área de Proteção Ambiental (APA) Lagoa Encantada e Rio Almada através de técnicas de geoprocessamento e da matriz de Leopold. Tal objetivo foi alcançado através de pesquisa documental em trabalhos técnicos, como o EIA-RIMA, projetos da referida ferrovia e demais fontes bibliográficas em publicações científicas de autores que conversam sobre o tema, como legislações pertinentes aos aspectos ambientais, impactos decorrentes nos meios físico, biótico e socioeconômico e Unidades de Conservação; TEIXEIRA et al. (2020) para os impactos de infraestruturas viárias de transporte terrestre; CAMPANILI e PROCHNOW, (2006) para dados que permeiam a importância da Mata Atlântica, entre outros. Foi possível alcançar dois artigos, sendo o primeiro intitulado “Análise do uso e ocupação do solo na Área de Preservação Ambiental Lagoa Encantada e Rio Almada, Bahia, Brasil”, que expõem os dados de uso e ocupação do solo obtidos através da plataforma *MAPBIOMAS* e, dentre os resultados, apresenta uma base de dados georreferenciada contendo os mapas de hidrografia e uso e ocupação do solo da APA, que apresentou cobertura florestal, de maneira geral, conservada, o que se deve, principalmente, ao método de implantação do cacau em cabruca, sendo responsável pela ocupação de 76,37% da área. O segundo artigo, “Avaliação de Impactos Ambientais através da matriz de Leopold: Ferrovia Integrativa Oeste-Leste (FIOL) e a APA Lagoa Encantada e Rio Almada”, utilizou a matriz de Leopold para avaliação dos impactos nos meios físico, biótico e socioeconômico, obtendo um diagnóstico dos possíveis impactos da implementação da FIOL servindo como banco de dados para a elaboração de planos de controle ambiental, além de identificar a avaliação dos aspectos e impactos ambientais do empreendimento, apontando como os mais significativos.

**Palavras-chave:** Conservação. Estradas de ferro. Impacto antrópico. SIG. AIA.

## ABSTRACT

Among the threats to forest remnants, we can mention the economic development projects promoted by the public administration itself, such as the West-East Integrative Railway (FIOL) megaproject. With its almost 1,500 km of tracks, FIOL aims to complete long-distance integration that will connect the North, Center-West and Northeast regions of Brazil by rail, with the main objective of transporting loads of iron ore, grains and soybean meal to Porto Sul, in Ilhéus. In this context, the research aimed to characterize the use and occupation of land and identify the possible environmental impacts of the construction of FIOL on the area of influence in the Environmental Protection Area (APA) Lagoa Encantada and Rio Almada through geoprocessing techniques and the matrix of Leopold. This objective was achieved through documentary research in technical works, such as the EIA-RIMA, projects for the aforementioned railway and other bibliographic sources in scientific publications by authors who talk about the topic, such as legislation pertinent to environmental aspects, impacts arising on physical environments, biotic and socioeconomic and Conservation Units; TEIXEIRA et al. (2020) for the impacts of road infrastructure for land transport; CAMPANILI and PROCHNOW, (2006) for data that permeate the importance of the Atlantic Forest, among others. It was possible to obtain two articles, the first being entitled "Analysis of land use and occupation in the Lagoa Encantada and Rio Almada Environmental Preservation Area, Bahia, Brazil", which expose data on land use and occupation obtained through the MAPBIOMAS platform and , among the results, presents a georeferenced database containing maps of hydrography and land use and occupation of the APA, which presented forest coverage, in general, preserved, which is mainly due to the method of implantation of cocoa in cabruca, being responsible for the occupation of 76.37% of the area. The second article, "Assessment of Environmental Impacts through the Leopold matrix: Ferrovia Integrativa Oeste-Leste (FIOL) and the APA Lagoa Encantada and Rio Almada", used the Leopold matrix to evaluate the impacts on the physical, biotic and socioeconomic environments, obtaining a diagnosis of the possible impacts of the implementation of FIOL, serving as a database for the preparation of environmental control plans, in addition to identifying the assessment of the environmental aspects and impacts of the project, identifying them as the most significant.

**Keywords:** Conservation. Railway-Road. Anthropic Impact. SIG. AIA.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Localização da FIOLE no estado da Bahia - 2023.....	20
Figura 2 – Localização da APA Lagoa Encantada e Rio Almada e trecho FIOLE - 2023.....	36
Figura 3 – Hidrografia e relevo da APA Lagoa Encantada e Rio Almada - 2023.....	42
Figura 04 – Mapa de uso e ocupação do solo da APA Lagoa Encantada e Rio Almada - 2023 .....	51
Figura 05 – Primeira concepção da conexão retroárea portuária e FIOLE.....	62
Figura 06 – Mapa de uso e ocupação do solo da APA Lagoa Encantada e Rio Almada e Ferrovia Integrativa Oeste-Leste - 2023.....	63
Figura 07 – Esquema representativo da confecção da matriz de Leopold.....	75

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Dados dos municípios da APA Lagoa Encantada e Rio Almada. Valores aproximados - 2023.....	35
Tabela 02. Dados de hectares e porcentagem de uso e ocupação do solo.....	49
Tabela 03. Convenções de importância: conceitos adaptados do Método de Leopold.....	76
Tabela 04. Convenções de magnitude: conceitos adaptados do Método de Leopold..	78

## LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

<b>AAE</b>	AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA
<b>APA</b>	ÁREA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL
<b>AIA</b>	AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL
<b>ADA</b>	ÁREA DIRETAMENTE AFETADA
<b>AID</b>	ÁREA DE IMPACTO DIRETO
<b>AII</b>	ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA
<b>AP</b>	ÁREA PROTEGIDA
<b>BHRA</b>	BACIA HIDROGRÁFICA RIO ALMADA
<b>BAMIN</b>	EMPRESA BAHIA MINERAÇÃO
<b>CONAMA</b>	CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE
<b>CCMA</b>	CORREDOR CENTRAL DA MATA ATLÂNTICA
<b>CPS</b>	COMPLEXO PORTO SUL
<b>CLIPS</b>	COMPLEXO LOGÍSTICO INTERMODAL PORTO SUL
<b>EIA</b>	ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
<b>EPI</b>	EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL
<b>ERG</b>	EURASIAN RESOURCES GROUP
<b>FAO</b>	FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS
<b>FIOL</b>	FERROVIA INTEGRATIVA OESTE-LESTE
<b>FICO</b>	FERROVIA DE INTEGRAÇÃO CENTRO OESTE
<b>GAMBÁ</b>	GRUPO AMBIENTALISTA DA BAHIA
<b>HA</b>	HECTARES
<b>IBAMA</b>	INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS

<b>ICMBIO</b>	INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
<b>IPHAN</b>	INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL
<b>INEMA</b>	INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS
<b>INCRA</b>	INSTITUTO DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA
<b>INPE</b>	INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS
<b>KM</b>	QUILÓMETROS
<b>LP</b>	LICENÇA PRÉVIA
<b>LI</b>	LICENÇA DE IMPLANTAÇÃO
<b>LO</b>	LICENÇA DE OPERAÇÃO
<b>PAC</b>	PLANO AMBIENTAL DE CONSTRUÇÃO
<b>PCA</b>	PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL
<b>PI</b>	PLANO DE INFORMAÇÃO
<b>PDM</b>	PLANO DIRETOR MUNICIPAL
<b>QGIS</b>	SOFTWARE DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA
<b>RIMA</b>	RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL
<b>RPPN</b>	RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL
<b>SEMA</b>	SECRETARIA ESPECIAL DO MEIO AMBIENTE
<b>SISNAMA</b>	SISTEMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE
<b>TUP</b>	TERMINAL DE USO PRIVATIVO
<b>UC</b>	UNIDADE DE CONSERVAÇÃO
<b>ZAL</b>	ZONA DE APOIO LOGÍSTICO

## SUMÁRIO

1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	15
2	REVISÃO DE LITERATURA E CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS	21
2.1	Legislação ambiental e impactos Ambientais	22
2.1.1	Impactos Ambientais	24
2.1.2	Impactos de Estruturas Ferroviárias	25
2.1.3	Impactos em Remanescentes de Mata Atlântica	27
2.1.4	Unidades de Conservação	29
2.2	GEOPROCESSAMENTO APLICADO A ANÁLISES AMBIENTAIS	30
2.3	MATRIZ DE INTERAÇÃO DE IMPACTOS	32
3	A APA LAGOA ENCANTADA E RIO ALMADA	34
3.1	ASPECTOS FÍSICOS E DA CONSERVAÇÃO	36
3.2	RECURSOS HÍDRICOS DE SUPERFÍCIE	38
3.3	COBERTURA E USO DA TERRA	40
4	ARTIGO 1 - ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA ÁREA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DA APA LAGOA ENCANTADA E RIO ALMADA, BAHIA, BRASIL	43
4.1	INTRODUÇÃO	43
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	46
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.4	AMEAÇAS AO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	58
4.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
	REFERÊNCIAS	63
5	ARTIGO 2 - AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS ATRAVÉS DA MATRIZ DE LEOPOLD: FERROVIA INTEGRATIVA OESTE-LESTE (FIOL) E A APA LAGOA ENCANTADA E RIO ALMADA	69
5.1	INTRODUÇÃO	69
2	MATERIAL E MÉTODOS	72
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	80
3.1.	MEIO FÍSICO	83
3.2.	MEIO BIÓTICO	83
3.3.	MEIO SOCIOECONÔMICO	84
3.4.	IMPACTOS AMBIENTAIS, SUAS CAUSAS E MEDIDAS MITIGADORAS ASSOCIADAS	85
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
	REFERÊNCIAS	103
	CONSIDERAÇÕES FINAIS DA DISSERTAÇÃO	108
	REFERÊNCIAS FINAIS	109
	APÊNDICE A	115

## **1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

O avanço tecnológico percorrido pela humanidade no século passado foi superior a todo o progresso do homem ao longo da sua história. Paradoxalmente, a cada avanço dado no campo da ciência resultou também, de algum modo, em agressões ao meio ambiente (FOGLIATTI et al., 2008). O crescimento da população mundial, o aumento na expectativa de vida e a tendência à padronização do consumo têm aumentado indiscriminadamente a utilização dos recursos naturais, e esse consumo desenfreado dos recursos do planeta compromete a qualidade de vida e a sobrevivência das futuras gerações (KOBAYAMA, 2001, p.10).

Nos processos da modernização, o crescimento econômico e a poluição crescem paralelamente, ou seja, à medida que aumenta a produção econômica, os impactos ambientais aumentam em igual proporção (COHEN, 1997). Face às agressões ao meio ambiente e ameaças à perpetuação da espécie humana, percebeu-se que o sistema de aprovação de projetos não mais podia considerar apenas aspectos tecnológicos (GOULART; CALLISTO, 2003). As questões ambientais também passaram a fazer parte das preocupações da sociedade brasileira que se viu confrontada com a crescente escassez de água, degradação do solo, poluição atmosférica etc., e o Estado, sobretudo a partir da década de 1970, começou a estabelecer instituições, mecanismos e legislações destinadas à conservação ambiental (FUJACO et al., 2010).

Na década de 80, por exemplo, foi publicada a Resolução n.º 001/1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), instrumento de política pública ligado ao licenciamento ambiental prévio de projetos de empreendimentos potencialmente degradadores do ambiente (FILHO; SOUZA, 2004).

Na avaliação dos impactos ambientais, as técnicas ou métodos empregados tem como objetivo identificar, avaliar e sintetizar os efeitos de um determinado programa ou projeto nas áreas de influência ambiental de um determinado empreendimento. Proporcionando o conhecimento preliminar, a discussão e o diagnóstico imparcial

dos impactos positivos e negativos de uma determinada proposta, as avaliações possibilitam evitar e mitigar os prejuízos e potencializar os benefícios, favorecendo a eficácia das soluções (MARTINS; CARMO-JUNIOR, 2018).

Existem diferentes métodos empregados nas AIAs que dão suporte aos profissionais da área na identificação dos impactos e suas respectivas causas (MARTINS; CARMO-JUNIOR, 2018). Ressalta-se neste trabalho o geoprocessamento, que é uma ferramenta com grande potencial de uso, uma vez que tem capacidade não só de armazenar, quantificar e manipular dados georreferenciados, como também cruzar esses dados e tratá-los estatisticamente (FUJACO et al., 2010), constituindo-se em instrumento de grande potencial para o estabelecimento de planos integrados de conservação do solo e da água (MACHADO, 2002).

A utilização de técnicas de geoprocessamento, conjuntamente com o sensoriamento remoto e de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) tem permitido a realização de inúmeros trabalhos nos vários campos da ciência, notadamente na área ambiental (FUJACO et al., 2010). O uso de imagens de satélite possibilita o estudo e monitoramento tanto de fenômenos naturais dinâmicos do meio ambiente (erosão do solo, inundações, etc.), como fenômenos antrópicos, no caso dos desmatamentos. Estes fenômenos impressos na paisagem são registrados nas imagens produtos do sensoriamento remoto (DELATORRE et al. 2011; FLORENZANO, 2002; ZANATA et al., 2012).

Assim, o geoprocessamento e seus produtos conferem elementos facilitadores nos estudos sobre a conservação e manejo dos recursos naturais (CARDOSO; FARIA, 2010), e são fundamentais para a manutenção da biodiversidade e perpetuação da vida humana na Terra.

A perda da diversidade orgânica pode ser provocada pela deterioração de *habitats* devido à expansão do sistema de produção industrial e da população humana, bem como suas atividades, e parte dos organismos que vêm sendo destruídos possui significativa importância para o futuro da humanidade. Sem eles, nós nos extinguiríamos (EHRlich, 1997).

A questão da biodiversidade biológica está contemplada principalmente na manutenção da diversidade genética, cuja preservação é necessária tanto para

assegurar o fornecimento de alimentos e demais produtos, quanto para o progresso científico e industrial, e, ainda, para impedir que a perda das espécies cause danos ao funcionamento eficaz dos processos biológicos (DIEGUES, 1996, p. 149).

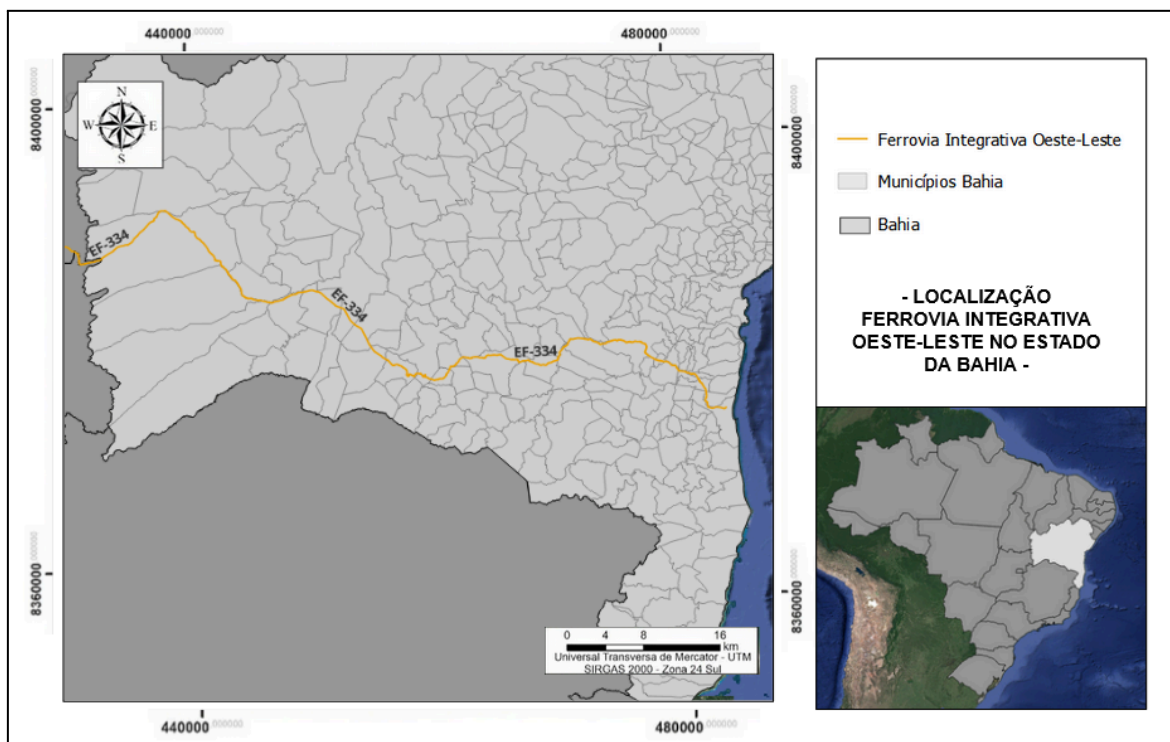
Uma das formas práticas para a conservação da biodiversidade é refletida na criação de áreas que sejam legalmente protegidas (OLIVEIRA et al., 2008). Com o objetivo de estabelecer critérios e normas para a criação, implantação e gestão das Unidades de Conservação, foi criado em 18 de julho de 2000 o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) através da Lei nº 9.985/00, instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente (FUJACO et al., 2010). Estas unidades encontram-se separadas em dois grupos, com específicas formas de manejo. O primeiro grupo refere-se às Unidades de Proteção Integral, incluindo: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre. Já o segundo grupo, as Unidades de Uso Sustentável, incluem: Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural (SNUC, 2004).

As Áreas de Preservação Ambiental (APAs) compreendem, geralmente, áreas extensas dotadas de atributos naturais com um certo grau de ocupação humana (LIMONAD, 2008), como a APA Lagoa Encantada/Rio Almada (área de estudo), localizada na direção sul do estado da Bahia. A APA é caracterizada por paisagem composta de fragmentos florestais de Mata Atlântica, bioma mais ameaçado e com menor área proporcional remanescente dentre os biomas brasileiros (MENDES; GOMES, 2020; MYERS et al., 2000), além de ser um dos *hotspots* mundiais, regiões que abrigam uma imensa diversidade de espécies endêmicas significativamente afetadas e alteradas pelas atividades humanas (OLIVEIRA et al., 2008). Nas áreas consideradas *hotspots*, além do ser humano, diversas espécies partilham a luta pela sobrevivência (GALINDO-LEAL, 2005).

Os remanescentes florestais atlânticos abrigam em seu domínio cerca de 70% da população brasileira, além das maiores cidades e polos industriais do país (PROBIO, 2002) e, conseqüentemente, as maiores ameaças com os projetos de desenvolvimento econômico promovidos pela própria administração pública (BRAGA

et al., 1989; RAMOS et al., 2007; TABARELLI et al., 2005), como o megaprojeto da Ferrovia Integrativa Oeste-Leste (FIOL) (Figura 1).

Figura 01 – Localização da FIOL no estado da Bahia - 2023



Fonte: Elaboração da autora.

Com seus quase 1.500 km de trilhos, a FIOL visa perfazer a integração de longa distância que interligará por trilhos as regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste do Brasil, desde Figueirópolis, no Tocantins, até Ilhéus, na Bahia (OIKOS, 2009). O seu principal objetivo é transportar cargas de minério ferro, grãos e farelo de soja para o Porto Sul, que se constituirá como Complexo Logístico Intermodal Porto Sul (CLIPS).

Infraestruturas lineares, como ferrovias, são responsáveis por uma série de impactos ambientais ao meio biótico. Essas estruturas modificam a paisagem e seu entorno e podem atuar como barreiras aos movimentos dos organismos, gerando perda e fragmentação de *habitat*, além de impactos adicionais (BORDA-DE-ÁGUA et al., 2017; FORMAN et al., 2003; TEIXEIRA et al., 2018; VAN DER REE; SMITH GRILLO, 2015). Por isso, é urgente analisar os impactos ambientais negativos da construção da Ferrovia de Integração Oeste-Leste (FIOL) sobre importantes áreas de conservação, como a APA Lagoa Encantada/Rio Almada.

No cerne desse contexto, o objetivo do trabalho foi caracterizar o uso e ocupação do solo e identificar os possíveis impactos ambientais da construção da Ferrovia de Integração Oeste-Leste (FIOL) sobre a área de influência na APA Lagoa Encantada e Rio Almada através de técnicas de geoprocessamento e da matriz de Leopold.

Para atender os objetivos, foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- a) Elaboração de um mapa temático de uso e ocupação do solo da APA Lagoa Encantada e Rio Almada antes da implantação da Ferrovia Integrativa Oeste-Leste, criando um mapa base para entendimento futuro da dinamização e mudanças do uso na região;
- b) Identificar os possíveis impactos ambientais da construção da FIOL na área de estudo e classificá-los quanto à severidade, importância e magnitude, permitindo melhor compreensão das alterações causadas aos meios físico, biótico e socioeconômico;
- c) Propor as possíveis medidas mitigadoras dos impactos ambientais.

O presente estudo foi elaborado através de pesquisa documental em trabalhos técnicos, como o Estudo de Impacto Ambiental (OIKOS, 2009), o Relatório de Impacto Ambiental (OIKOS, 2009), projetos da referida ferrovia e demais fontes bibliográficas em publicações científicas de autores que conversam sobre o tema, como legislações pertinentes aos aspectos ambientais, impactos decorrentes nos meios físico, biótico e socioeconômico e Unidades de Conservação; TEIXEIRA et al. (2020) para os impactos de infraestruturas viárias de transporte terrestre; CAMPANILI e PROCHNOW, (2006) para dados que permeiam a importância da Mata Atlântica, entre outros.

A presente pesquisa foi estruturada em dois artigos, sendo o primeiro intitulado “Análise do uso e ocupação do solo na Área de Preservação Ambiental Lagoa Encantada e Rio Almada, Bahia, Brasil” e o segundo “Avaliação de Impactos Ambientais através da matriz de Leopold: Ferrovia Integrativa Oeste-Leste (FIOL) e a APA Lagoa Encantada e Rio Almada”.

Esses estudos visam preencher as lacunas existentes sobre o conhecimento dos impactos ambientais nos meios físico, biótico e econômico e relacionam às

intercessões entre humanos e territórios habitados, que são de forte relevância no cenário atual da crise contemporânea da biodiversidade global.

Incluindo entre os produtos finais dessa pesquisa, foi criado um mapa de uso e ocupação de solo da Unidade de Conservação APA Lagoa Encantada e Rio Almada, de grande relevância para o bioma da Mata Atlântica – *hotspot* mundial – a partir de ferramentas do geoprocessamento, além da avaliação dos principais impactos e ameaças antrópicas do mega empreendimento Ferrovia Integrativa Oeste-Leste (FIOL) que está sendo implementado na área, objetivos cumpridos através do método consolidado de Matriz de Leopold, que mostra o caminho mais concreto para subsidiação de ações e estratégias para conservação da biodiversidade regional, além de representar subsídios de elevado impacto junto a políticas públicas estaduais e nacionais.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA E CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

Esta revisão teórica parte da crescente importância sobre as preocupações locais e globais para com a qualidade do meio ambiente, questões que tem ganhado força sob a ótica do ecodesenvolvimento com a gradativa preocupação pela identificação, utilização e gestão dos recursos naturais que devem ser processadas em sintonia com a preocupação pelo atendimento prioritário das necessidades fundamentais das gerações atuais e futuras (GONÇALVES, 2002; HUNTER & SHAW, 2007; SACHS & VIEIRA, 2007; SOUZA FILHO, 2017;).

Nota-se na região Nordeste do Brasil a presença de importantes indústrias, agricultura diversa, pecuária, explorações minerais, petrolífera, de energia hidroelétrica, aquicultura etc., além de ser uma região que integra as grandes rotas mundiais do turismo (DE SOUZA PINHEIRO et al., 2008). Todas essas atividades exercem pressões elevadas sobre o ambiente natural, o que inevitavelmente acarreta em alterações significativas nas cadeias tróficas e redes de serviços ecossistêmicos por toda parte (ARIMA et al., 2014). As relações entre o ambiente e as atividades econômico-sociais, seus impactos e os efeitos sobre os recursos naturais e as sociedades determinam a prosperidade da atividade humana e seu desenvolvimento sustentável (SOUZA FILHO, 2017).

Dentre as atividades exploratórias que ocorrem no Nordeste, deve-se dar destaque à mineração. A Bahia ocupa a quinta posição entre os maiores produtores de bens minerais brasileiros, com uma diversidade geológica de seu território que permite a exploração de aproximadamente 40 substâncias minerais, com destaque para o ferro, ouro, alumínio e cobre (DE SOUZA et al., 2014). Apesar da sua importância, a mineração apresenta muitos pontos negativos sociais e ambientais, sendo possível identificá-los em vários casos no Nordeste. Os principais problemas estão relacionados à saúde, direitos trabalhistas, disputas fundiárias, mudanças na paisagem, poluição de recursos hídricos e métodos de lavra envolvendo explosivos (MILANEZ, 2017). Além dos impactos causados diretamente pelas atividades de mineração, deve-se levar em conta também a cadeia logística por trás do seu transporte.

O setor minerário, dentro os setores com largo investimento de capital, tem recebido um grande incentivo do Estado para implantação de megaprojetos no Brasil, com a construção de infraestrutura – a exemplo das ferrovias, minerodutos e portos (RODRIGUES; COSTA, 2016), e é neste contexto que a Ferrovia de Integração Oeste Leste (FIOL), um megaprojeto que liga à costa Atlântica Baiana ao oeste do país, se pauta.

A FIOL representa, com pouco mais de 1.500 km de trajeto total, a integração por trilhos das regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste do Brasil (OIKOS, 2009). A obra se caracteriza em uma região de Influência com população de 1,9 milhões de habitantes , sendo a maior parte habitante dos municípios baianos (92,0%), ressaltando a presença de população rural e comunidades tradicionais (IBGE, 2007). No quesito ambiental, a ferrovia cruzará duas bacias hidrográficas no estado da Bahia, sendo a Bacia do Rio São Francisco e a Bacia do Atlântico Leste, além de perpassar pelos biomas de Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica.

Existe hoje, como resultado do avanço nas pesquisas e estudos sobre a expansão da produção de bens minerais a convergência na busca de uma associação harmônica entre a atividade econômica e desenvolvimento sustentável. Esta abordagem resultará a favor de uma sociedade com melhor gestão dos seus recursos naturais e conseqüente melhora na qualidade de vida e perpetuação da espécie humana.

## 2.1 Legislação ambiental e impactos Ambientais

Em nível mundial a preocupação com as questões ambientais começou a se acentuar ao final da década de 1960. Em 1972, a Conferência de Estocolmo constituiu a primeira tomada de consciência da importância do meio ambiente para a sobrevivência da espécie humana, do estado de deterioração desse meio ambiente e da urgente necessidade de uma melhor utilização dos recursos naturais, e com a valoração da questão ambiental, ocorreu, nessa época, uma profusão de leis e regulamentos ambientais, que posteriormente deram início à inviabilização de determinadas atividades econômicas (BRASIL, 2001).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente no documento “Gestão Ambiental do Brasil”, o equacionamento da questão ambiental no país foi então iniciado através da

criação de uma agência federal (Secretaria Especial do Meio Ambiente – SEMA, vinculada ao Ministério do Interior) e de legislação ambiental referente ao assunto em 1973. Também foram criados órgãos e legislações locais de controle ambiental nos diversos estados brasileiros e nos municípios mais desenvolvidos (MMA, 2001).

No Brasil, atualmente, a política e legislação ambiental está centrada em instrumentos de gestão ambiental, como: o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental, a avaliação ambiental de empreendimentos considerados potencialmente poluidores, o licenciamento ambiental desses empreendimentos, a participação pública, o incentivo ao desenvolvimento tecnológico, entre outros, e a construção de uma ferrovia é considerada como atividade potencialmente poluidora do meio ambiente, recebendo, portanto, um tratamento da gestão pública ambiental comum a todas as atividades que efetiva ou potencialmente degradam a qualidade ambiental (BRASIL, 2001).

Empreendimentos, como a FIOLE, demandam mudanças profundas de aspectos ambientais, e para que possam ser implementadas, exige-se um processo de licenciamento ambiental conduzido por órgão competente, podendo ser o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e também um órgão estadual integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), que no estado da Bahia corresponde ao Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA).

São exigidas três licenças, a Licença Prévia (LP), na qual são realizados o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA), que define as medidas de mitigação e compensação, a Licença de Instalação (LI), onde é verificado se a construção está seguindo o proposto na LP, e por fim, a Licença de Operação (LO), que corresponde a adequação presente na LP e LI (OLIVEIRA et al., 2013).

Além das três licenças citadas, o empreendimento precisa obrigatoriamente obter autorizações específicas no IBAMA e no Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), como a Autorização de Supressão de Vegetação e a Autorização de Coleta, Captura e Transporte de Fauna Silvestre, por exemplo. Além das autorizações desses órgãos, para que as obras de implantação de um projeto sejam efetivamente iniciadas, o empreendedor deve buscar a anuência dos demais

organismos intervenientes que participam do processo de licenciamento ambiental, tais como a Fundação Nacional do Índio (FUNAI), o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), a Fundação Cultural Palmares, o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), entre outros (NABAIS, 2014).

Em nível federal, o processo de avaliação de impacto ambiental está definido na Resolução do CONAMA 01/86, sendo realizado através do Estudo de Impacto Ambiental – EIA, que se constitui em um conjunto de atividades técnico-científicas destinadas à identificação, previsão e valoração dos impactos e à análise de alternativas. As conclusões do EIA devem ser apresentadas, de forma objetiva, no Relatório de Impacto ao Meio Ambiente – RIMA, que deve ser elaborado por profissionais legalmente habilitados, em linguagem adequada à sua compreensão pelas comunidades afetadas. Além do EIA/RIMA, outro importante instrumento é o Plano de Controle Ambiental – PCA, que é o projeto executivo do conjunto de atividades técnico-científicas destinadas a minimizar os impactos ambientais que venham a ser gerados por atividades econômicas, elaborado por profissionais legalmente habilitados. Caberá ao órgão ambiental competente a revisão e análise técnica do EIA/RIMA e PCA, que encaminhará cópias aos órgãos públicos que tiverem relação com o projeto, informando-os e orientando-os quanto ao prazo para manifestação. O RIMA será acessível ao público, permanecendo cópias à disposição dos interessados na biblioteca dos órgãos ambientais e em outros locais a serem definidos para cada caso específico (BRASIL, 2001).

O processo de licenciamento é de fundamental importância para minimizar os impactos ambientais e sociais, uma vez que os seus principais objetivos são assegurar e garantir que as medidas preventivas e de controle à conservação dos recursos naturais sejam compatíveis com o desenvolvimento sustentável (LEITE et al., 2011).

### 2.1.1 Impactos Ambientais

O impacto ambiental consiste, de acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA 01/1986, em,

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente resultante de atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem 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 e a qualidade dos recursos ambientais. (Resolução do CONAMA n.º 01 de 23/01/86).

O órgão ambiental (de nível estadual ou federal) é o responsável por realizar a análise de enquadramento do empreendimento, que definirá o potencial de degradação ambiental do objeto, o procedimento de licenciamento ambiental aplicado, bem como o tipo de estudo ambiental necessário (BRASIL, 2020). Para tanto, se faz essencial entender o conceito de degradação ambiental.

Baseado na lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, que institui a Política Nacional de Meio Ambiente, o Art. 3, inciso II, define degradação ambiental como “degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente.” (BRASIL, 1988). O conceito, embora amplo, explicita que a degradação ambiental apresenta-se com um caráter de adversidade, ou seja, negatividade (MENEGUZZO; CHAICOUSKI, 2010).

Visando à melhor especificidade nas avaliações de impacto ambiental, a Resolução do CONAMA n.º 01 de 23/01/86 dispõe que o estudo de impacto ambiental desenvolverá, no mínimo, as atividades técnicas de diagnóstico ambiental da área de influência do projeto com completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando:

- a) O meio físico - o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas;
- b) o meio biológico e os ecossistemas naturais - a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente;
- c) o meio socioeconômico - o uso e ocupação do solo, os usos da água e a sócio-economia, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos. (Resolução do CONAMA n.º 01 de 23/01/86, artigo 6º).

## 2.1.2 Impactos de Estruturas Ferroviárias

O protagonismo de infraestruturas de transporte justifica o apelo do desenvolvimento econômico, contudo, a sua interação com o meio ambiente é ainda um assunto em voga e que tem despertado crescente interesse na comunidade científica e entre os tomadores de decisão (TEIXEIRA et al., 2020).

A expansão urbana e investimento em obras de infraestrutura são atividades humanas que implicam, inevitavelmente, na exploração e consumo de recursos naturais (SEVEGNANI et al., 2013).

Todo empreendimento é causador de algum tipo de impacto, podendo ser positivos e/ou negativos, variando o tempo, escala e intensidade. Algumas obras podem causar impactos que influenciam o ecossistema e o modificam drasticamente, como a geração de inundação de grandes áreas, cortes de vegetação, impermeabilização do solo, além dos potenciais geradores de ruídos e resíduos (BARBISAN, 2012).

Os impactos ao meio ambiente provocados pelos sistemas de transportes ocorrem de maneira diferenciada nas distintas fases de planejamento, projeto, construção e operação relacionadas aos mesmos (GEIPOT, 1992 apud FOGLIATTI et al., 2004). A implantação de ferrovias é caracterizada por sua complexidade, exigindo grande atenção aos impactos ambientais (SANTOS, 2012).

A ferrovia é um sistema de transporte terrestre autoguiado, onde o veículo rodante se desloca com rodas de aço, sobre vigas contínuas longitudinais, também de aço, as quais são denominadas de trilhos. Para que a via férrea assegure a sua funcionalidade, necessita-se de um conjunto de elementos para compor sua estrutura subdividida em infraestrutura viária, que compreende as fases de terraplanagem, dispositivos de drenagem, obras de artes especiais e correntes e superestrutura ferroviária, a qual contempla os dormentes, trilhos, conjuntos de fixações dos trilhos aos dormentes e pela camada de lastro (NABAIS, 2014).

Para a implementação do conjunto de obra, um empreendimento ferroviário necessita passar por todos os processos do licenciamento ambiental, e embora as fases que o precedem – planejamento e projeto da obra – não sejam geradoras de impactos significativos, são fundamentais e de extrema importância para levantar os possíveis impactos das fases de construção e operação.

O tipo e o porte do projeto de transporte que será implementado, bem como as características ambientais da região na qual será inserido o empreendimento, são fatores que determinarão os impactos nos meios físico, biótico e socioeconômico (VICENTINI, 2013). No que se refere ao meio biótico, essas estruturas modificam a paisagem e seu entorno e podem atuar como barreiras aos movimentos dos organismos, gerando perda e fragmentação de *habitat*, além de alterar as classes do uso e cobertura da terra (BORDA-DE-ÁGUA et al., 2017; FORMAN et al., 2003; SANTOS, 2012; VAN DER REE; SMITH; GRILO, 2015;).

A ampliação e implantação de grandes infraestruturas de transportes nas cidades são acompanhadas também do aumento das externalidades negativas, como a poluição do ar provocada pela emissão de poluentes e a poluição sonora, que tem como principal agente o ruído proveniente dos transportes (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2013; MURGEL, 2000; SANTOS, 2016). Ruídos podem afugentar a fauna local, alterando seu ciclo de vida, como o horário de forrageamento, além de interferir na reprodução de algumas espécies de aves, reduzindo-a pela interferência na comunicação e pelo *stress* hormonal: a população já começa a declinar com níveis de ruído médio a partir de 42 decibéis (ROMANINI, 2001).

As infraestruturas de transporte também são responsáveis por impactos adicionais, contribuindo, por exemplo para o efeito de barreira, diminuindo a qualidade dos *habitats* adjacentes em função da contaminação química e, mais notadamente, matando diretamente milhões de animais selvagens (TEIXEIRA et al., 2020).

### 2.1.3 Impactos em Remanescentes de Mata Atlântica

A Mata Atlântica é a segunda maior floresta pluvial tropical do continente americano, com uma extensão original de cerca de 1.300.000 km<sup>2</sup>, caracterizando-se como o maior bioma do Brasil e um dos 25 *hotspots* mundiais de biodiversidade (MMA, 2010). Embora tenha sido em grande parte destruída, ela ainda abriga mais de 8.000 espécies endêmicas de plantas vasculares, anfíbios, répteis, aves e mamíferos (Fundação SOS Mata Atlântica, 2021; MYERS et al., 2000;).

Apresenta-se como uma das florestas mais ricas em diversidade de espécies, contudo é também uma das mais ameaçadas do planeta, sendo o segundo conjunto de ecossistemas mais ameaçados de extinção do mundo, perdendo apenas para as

quase extintas florestas da Ilha de Madagascar, na costa da África (MMA, 2010; SOS MATA ATLÂNTICA, 2021).

Abrangendo uma área de cerca de 15% do total do território brasileiro, está presente em 17 estados. Estima-se, no entanto, que restam apenas 12,4% da floresta original e, desses remanescentes, 80% estão em áreas privadas (SOS MATA ATLÂNTICA, 2021). Um monitoramento feito pela Fundação SOS Mata Atlântica e pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) nas últimas três décadas (1985 a 2014) mostrou que o bioma sofreu uma supressão de vegetação nativa de 1.887.596 hectares, e a edição mais recente, lançada em maio de 2022, identificou uma perda de 21.642 hectares de florestas nativas no período observado (2020-2021) (SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, 2015; SOS MATA ATLÂNTICA, 2016a; SOS MATA ATLÂNTICA, 2022).

Mais de 46% dos remanescentes de Mata Atlântica mapeados na região Nordeste estão localizados na Bahia, mas apesar de abrigar os remanescentes mais significativos da região, sofre desmatamentos em toda sua extensão (TABARELLI et al., 2006; CAMPANILI; PROCHNOW, 2006).

A Mata Atlântica na Bahia distribui-se por cinco regiões: Chapada Diamantina-Oeste, Litoral Norte, Baixo-Sul, Sul e Extremo-Sul. Essas regiões apresentam características ecológicas, histórias de ocupação humana, usos do solo e pressões antrópicas distintas (CAMPANILI; PROCHNOW, 2006). O Corredor Central da Mata Atlântica (CCMA) está localizado nos estados da Bahia e Espírito Santo, ao longo da costa Atlântica, estendendo-se por mais de 1.200 km no sentido norte-sul. Na Bahia, o CCMA estende-se por um vasto território limitando-se ao norte pelo rio Paraguaçu (na Baía de Todos-os-Santos) e ao sul pelo rio Mucuri, na divisa com o estado de Espírito Santo (CAMPANILI; PROCHNOW, 2006).

O CCMA representa cerca de 75% da região biogeográfica do estado da Bahia, conforme análise efetuada por Silva e Casteleti (2001), abrangendo diferentes tipologias da Mata Atlântica: floresta ombrófila densa; manguezais; restingas; floresta semidecídua; floresta ombrófila aberta (CAMPANILI; PROCHNOW, 2006).

Os ecossistemas terrestres desta região são extremamente importantes, não só para a biodiversidade da Mata Atlântica, como também para a proteção das bacias

hidrográficas e, por conseguinte, dos recifes de coral e outros ecossistemas marinhos (CAMPANILI; PROCHNOW, 2006).

A destruição e a utilização irracional da Mata Atlântica iniciaram em 1500 com a invasão dos europeus, e nestes pouco mais de 500 anos a relação dos colonizadores e seus sucessores com a floresta e seus recursos foi a mais predatória possível. Todos os principais ciclos econômicos desde a exploração do pau-brasil, a mineração do ouro e diamantes, a criação do gado, as plantações de cana-de-açúcar e café, a industrialização, a exportação de madeira e, mais recentemente, o plantio de soja, plantios florestais de espécies exóticas e outras *commodities* foram, passo-a-passo, desalojando a Mata Atlântica (MMA, 2010).

O desmatamento e a fragmentação da Mata Atlântica produziram graves consequências para a biota nativa, em função da drástica redução de *habitats* e isolamento genético das populações (PRADO, 2008). A riqueza biológica, exposta ao referido histórico de degradação ambiental, coloca o bioma entre as áreas mais prioritárias para ações de conservação no mundo, sendo considerada um dos 25 *hotspots* para a conservação da biosfera (MYERS et al. 2000, MITTERMEIER et al. 2005).

#### 2.1.4 Unidades de Conservação

Todo espaço ou espécie protegido em Unidades de Conservação tem uma finalidade própria criada pela lei, dependendo dos atributos que justifiquem a sua proteção, que podem ser ora para proteger a beleza natural ou artificial, ou determinada forma de vegetação ou vida animal ou mesmo a cultura humana, ora por lazer ou para puro divertimento, pesquisa, estudo ou investigação científica (HASSLER, 2005).

A Lei 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), definiu como Unidades de Conservação aqueles “espaços territoriais, incluindo seus recursos ambientais e as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção” (BRASIL, 2000, p.1).

O SNUC define e regulamenta as categorias de unidades de conservação nas instâncias federal, estadual e municipal, separando-as em dois grupos: de proteção

integral, com a conservação da biodiversidade como principal objetivo, como Estações Ecológicas, Parques Nacionais e Reservas Particulares do Patrimônio Natural, e áreas de uso sustentável, que permitem várias formas de utilização dos recursos naturais, com a proteção da biodiversidade como um objetivo secundário, como Áreas de Proteção Ambiental, Reservas Extrativistas e Reservas de Desenvolvimento Sustentável, que enfatizam o conceito de manejo ou uso sustentável de áreas. São alguns condicionantes regionais que determinam se a concepção de uma unidade de conservação deverá enfatizar a proteção integral ou o manejo sustentável (MMA-SNUC, 2000; PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

As áreas de proteção ambiental (APAs) disciplinam as atividades humanas de forma a proporcionar o uso sustentável dos recursos naturais e a qualidade ambiental para as comunidades locais, por meio de planos de manejo e zoneamento, incluindo áreas de proteção integral da vida silvestre. Esse mecanismo tem sido largamente adotado no Brasil como zona tampão para parques e reservas.

A Bahia possui 115 UC's — 39 delas são municipais, 45 estaduais e 31 federais, sendo que 54% estão na categoria de Uso Sustentável e 46% são classificadas como Proteção Integral (SANTOS et al., 2022). No Domínio da Mata Atlântica do estado há 20 Áreas de Proteção Ambiental (APAs) estaduais englobando, além de florestas continentais, mangues, ilhas, bancos coralíneos e outros ecossistemas associados. Além dessas UCs, cerca de 30 Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) juntas protegem 9.510 hectares de ecossistemas (CAMPANILI; PROCHNOW, 2006).

As Áreas Protegidas (APs) são os pilares para a conservação da biodiversidade, criadas não apenas para conservar e fornecer *habitat* para a fauna e flora ameaçada, mas para assegurar a existência dos serviços ecossistêmicos. É uma forma de suprir demandas da sociedade com ações como o fornecimento de água, a garantia da segurança alimentar, a oferta de turismo, a proteção de culturas, o armazenamento de carbono e a mitigação e adaptação às mudanças climáticas (SANTOS et al., 2022).

## 2.2 GEOPROCESSAMENTO APLICADO A ANÁLISES AMBIENTAIS

O geoprocessamento pode ser considerado como um ramo de atividades definido como o conjunto de técnicas e métodos teóricos e computacionais relacionados com a coleta, entrada, armazenamento, tratamento e processamento de dados, a fim de gerar novos dados e ou informações espaciais ou georreferenciadas. Informações georreferenciadas têm como característica principal o atributo de localização, ou seja, estão ligadas a uma posição específica do globo terrestre por meio de suas coordenadas (ZAIDAN, 2017).

Sendo o conceito mais abrangente, o geoprocessamento representa qualquer tipo de processamento de dados georreferenciados, enquanto um Sistema de Informação Geográfica (SIG) processa dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos), com ênfase em análises espaciais e modelagens de superfícies (BURROUGH, 1986). Podendo ser utilizado no intuito de monitorar e minimizar os problemas ambientais, os SIGs, aliados às técnicas de geoprocessamento, apresentam grande potencialidade, uma vez que permitem o acúmulo e manipulação de grande número de dados e informações, bem como a representação cartográfica dessas variáveis, possibilitando a tomada de decisão (ZANATA et al., 2012).

A aplicação do geoprocessamento em estudos complexos, como os sistemas ambientais, é fundamental, visto que permite a verificação da dinâmica da natureza no espaço e no tempo. Os SIGs permitem a integração e processamento de múltiplos Planos de Informações (PIs) georreferenciados, e a avaliação e o estabelecimento de relações sistemáticas do ambiente, o que os torna uma relevante ferramenta de análise ambiental e apoio à tomada de decisão (ROCKETT et al., 2014).

A análise de características do ambiente, como cobertura vegetal, topografia, drenagem e tipo de solo, permite chegar ao uso racional e adequado de um determinado espaço geográfico. Dessa maneira, determinam-se áreas de preservação de mananciais, reservas florestais, áreas agrícolas, distritos industriais e áreas de expansão urbana, para que o uso do solo obedeça às características naturais, e o planejamento considere o desenvolvimento sustentado (TUCCI, 1993),

sendo uma das dificuldades para o planejamento é a conciliação entre os programas conservacionistas e a exploração econômica (VALENTE; CASTRO, 1983).

A fim de detectar mudanças na paisagem de determinada região, análises temporais através de dados obtidos por sensoriamento remoto, como o monitoramento do uso e cobertura do solo, são de grande relevância, pois permitem mapear as alterações provocadas por ações antrópicas, além de fornecer informações para o manejo eficiente dos recursos naturais (GIOTTO, 1981; KALISKI et al., 2010). O uso e a ocupação do solo exercem influência na degradação da qualidade da água com o aumento do desmatamento e a expansão urbana e agrícola no Brasil (MELLO et al., 2020).

A espacialização da avaliação de impactos utilizando ferramentas de geoprocessamento é uma abordagem fundamental para qualificar a aplicação de recursos em empreendimentos de transporte e evitar que uma grande quantidade de recursos seja desperdiçada e a credibilidade da mitigação seja ameaçada. Além disso, ferramentas de geoprocessamento também podem ser aplicadas para a definição da localização de medidas para minimização de impactos pontualmente após a definição do traçado ou mesmo após a construção de vias (TEIXEIRA, 2020).

### 2.3 MATRIZ DE INTERAÇÃO DE IMPACTOS

No Brasil, o CONAMA na Resolução Nº 001, de 23 de janeiro de 1986, define como necessário a avaliação de impactos para as diversas atividades e empreendimentos, estabelecendo diretrizes e legislações às quais o estudo de impacto ambiental deve atender relacionado às atividades técnicas, a exemplo do diagnóstico ambiental, alternativas de projetos, medidas mitigadoras e ações de monitoramento.

A resolução não contém especificações quanto à metodologia ou parâmetros que devem ser utilizados para a avaliação dos impactos, ficando a escolha do avaliador os parâmetros e metodologia a ser utilizada. Para uma abordagem científica visando uma escolha da metodologia para a análise dos impactos ambientais, com utilização de técnicas e/ou modelos estatísticos etc., é necessário o desenvolvimento de um raciocínio analítico compatível com a Legislação Ambiental Brasileira. Para isso, os consultores responsáveis pela elaboração do estudo, devem-se valer de técnicas

específicas para o cálculo ou tabulação dos impactos no meio biológico, físico e antrópico (OLIVEIRA; MEDEIROS, 2007).

Os métodos mais utilizados são: *Ad-Hoc* (Método Espontâneo); Listas de Controle; Matrizes ou Matrizes de Interação, como a Matriz de Leopold; Redes de Interação; Superposição de Mapas (*Overlay*); Sistema Battelle-Collumbus; Modelos de Simulação; Análise Multicritério; Sistemas Especialistas; Modelo Fuzzy; Diagrama de Fluxo e Projeção de Cenários (OLIVEIRA; MEDEIROS, 2007).

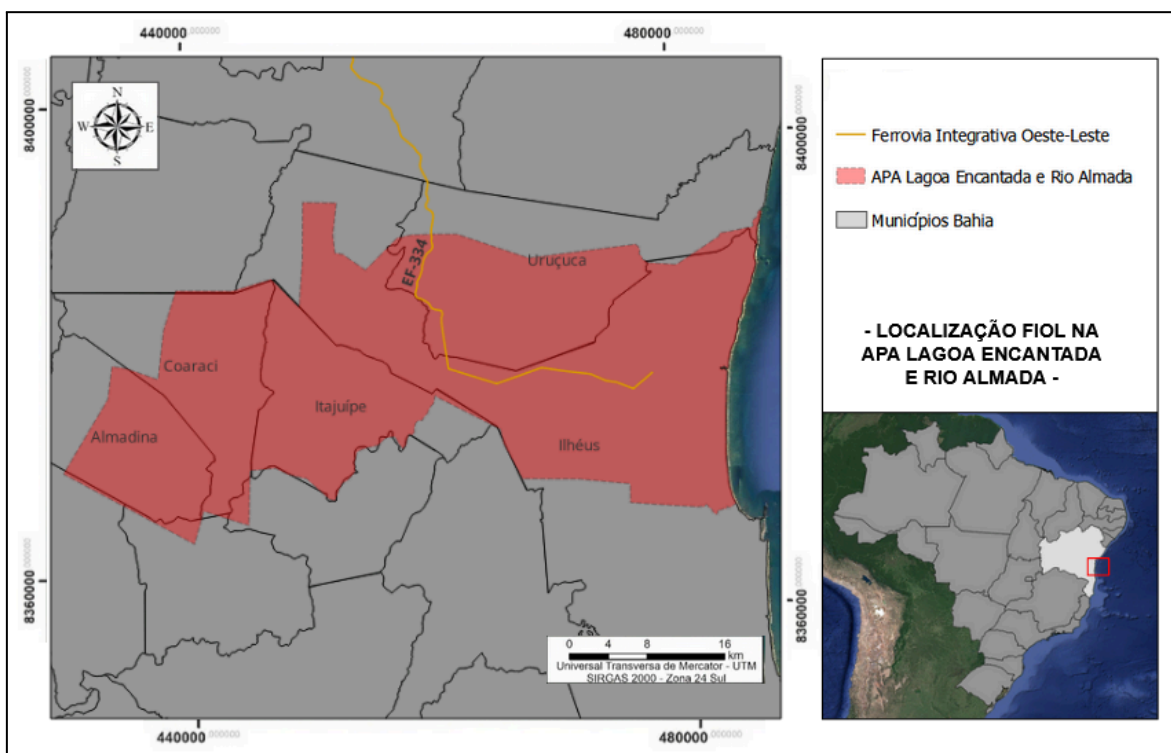
Dentre esses métodos, podemos destacar a Matriz de Leopold. Com ampla aplicação em estudos de impactos ambientais para diversas atividades, apresenta como uma de suas melhores características a adaptabilidade, o que deu origem a uma série de outras matrizes de avaliação de impacto ambiental (STAMM, 2003), sendo recomendada mesmo em áreas consideradas virgens ou de histórico desconhecido, bastando adaptá-la caso a caso (LA ROVERE, 2001)

Contendo em suas linhas e colunas as atividades impactantes em sua sequência cronológica de realização e os fatores ambientais relevantes, subdivididos nos meios físico, biótico e antrópico, respectivamente (SILVA, 1994, 1999), são utilizadas na identificação dos impactos diretos, positivos ou negativos e apresentam como vantagens a clareza na exposição de tais impactos, a simplicidade de elaboração e a viabilidade econômica, porém como desvantagem, não possibilita a identificação de impactos indiretos, nem consideram características espaciais (AQUINO; MOTA, 2002). Ainda assim, é uma metodologia simples e que possibilita a execução da avaliação de uma condição de impacto em uma determinada área.

### 3 A APA LAGOA ENCANTADA E RIO ALMADA

Os resquícios da Mata Atlântica existentes ao norte da cidade de Ilhéus, no estado da Bahia, estão em grande parte preservados nas Áreas de Preservação Ambiental (APA) da Lagoa Encantada e Rio Almada (Figura 2), nos corredores ecológicos, como o Corredor Central da Mata Atlântica, no mini-corredor e no Parque Estadual da Serra do Conduru. É possível afirmar que essas são as principais fronteiras ecológicas formalmente delimitadas na região do litoral norte da cidade de Ilhéus, cuja fronteira política é compartilhada pela cidade de Itacaré (PALOMO, 2015).

Figura 2 – Localização da APA Lagoa Encantada e Rio Almada e trecho FIOLE - 2023.



Fonte: Elaboração da autora.

A APA Lagoa Encantada/Rio Almada perfaz uma área total estimada de 157.745 hectares, cortando os municípios de Ilhéus, Uruçuca, Coaraci e Almadina, e abrangendo totalmente o município de Itajuípe. Segundo DOE/BAHIA (2003), a mesma é limitada ao norte a partir das coordenadas métricas UTM, fuso 24, Datum de Referência Córrego Alegre,  $X = 496.666,77$  e  $Y = 8.399.247,24$ , na linha de costa por onde passa o limite entre os municípios de Uruçuca e Ilhéus, e ao Sul pelas coordenadas  $X = 494.099,46$  e  $Y = 8.367.289,16$ , na linha de costa da Foz do Rio

Almada, excetuando a área urbana da cidade de Ilhéus.

O município de Ilhéus, o maior dos que compõem a APA, possui quase metade do seu território total inserido na unidade de conservação, com cerca de 680km<sup>2</sup>, equivalente a 42% de sua extensão. Seguido pelo município de Uruçuca, que possui 52% do seu território total, Coaraci com 65% e Almadina com 69%. O município de Itajuípe é o único que está totalmente inserido, com 100% do seu território pertencendo à unidade de conservação.

Tabela 01 – Dados dos municípios da APA Lagoa Encantada e Rio Almada. Valores aproximados - 2023

Município	Área total (km <sup>2</sup> )	Área pertencente à APA	
		(km <sup>2</sup> )	%
Ilhéus	1.588,56	±680,00	42%
Uruçuca	510,098	±270,00	52%
Coaraci	274,5	±180,00	65%
Almadina	245,236	±170,00	69%
Itajuípe	270,752	270,752	100%

Fonte: Elaboração da autora.

No início da década de 1990, com o objetivo de proteger a biodiversidade local, disciplinar o processo de ocupação e assegurar o uso sustentável de seus recursos naturais, foi criada a Área de Proteção Ambiental da Lagoa Encantada através do Decreto n° 2.217/93, que englobou grande parte da área da Bacia Hidrográfica Rio Almada (BHRA) com sua ampliação em 2003 sob o Decreto Estadual N.º 8.650 de 22/09/2003 (BRASIL, 1993, 2003). Tal ampliação justificou-se pela importância da área para a conservação de espécies endêmicas, pela sua diversidade de ecossistemas, beleza cênica e potencial ecoturístico (GOMES; MARQUES, 2016).

Inserida em domínio de Mata Atlântica, apresenta um dos poucos remanescentes de floresta ombrófila densa do país, associada ao cultivo de cacau, além de manguezais, restingas e cachoeiras (PALOMO, 2015; SILVA et al., 2007). Cobrindo cerca de 84,6% da área da Bacia Hidrográfica Rio Almada, a APA é alimentada por diversos ribeirões, desaguando na forma de cachoeiras na Lagoa Encantada, que se alinha ao curso inferior do Rio Almada, se caracterizando como a maior lagoa

natural de água doce do estado da Bahia, com 6,4 km<sup>2</sup> de espelho d'água, cercado por mata nativa (ANDRADE, 2003; MORAES; FERREIRA, 2012).

Recentemente, indo de encontro à afinidade turística da região, a BHRA tornou-se cenário de implantação de grandes empreendimentos, a exemplo de um complexo intermodal de transporte formado por porto, retroárea portuária, ferrovia e rodovia, com o objetivo de criar um corredor de exportação para o escoamento de minérios e grãos do centro-oeste e oeste da Bahia (GOMES; MARQUES, 2016).

Em 2008, o governo do estado da Bahia tornou de utilidade pública uma área de 1.701 hectare da APA da Lagoa Encantada e do Rio Almada, por meio do Decreto Estadual N.º 10.917 de 19/02/2008 e N.º 11.003 de 09/04/2008. Esta área será destinada a construção de um complexo que envolve a construção de um porto e um distrito industrial, com objetivo de criar um corredor de exportação e um terminal para a ferrovia que irá trazer minério de ferro, níquel e urânio, bem como grãos do oeste e centro-oeste da Bahia (FRANCO et al., 2011).

### 3.1 ASPECTOS FÍSICOS E DA CONSERVAÇÃO

Do ponto de vista fitofisionômico, a Mata Atlântica da região Nordeste é composta por formações pioneiras, porções de floresta ombrófila densa e aberta, floresta estacional semidecidual e decidual. Do ponto de vista biogeográfico, a região abriga quatro dos cinco centros de endemismo que ocorrem no bioma. Dois deles situam-se ao norte do rio São Francisco, o Centro de Endemismo Pernambuco e os Brejos Nordestinos, e ao sul do rio São Francisco estão os centros Diamantina e Bahia, os quais ocupam também pequenas porções de Minas Gerais e do Espírito Santo. Além do elevado número de espécies endêmicas, esses quatro centros estão entre as áreas mais ricas em espécies de toda a Mata Atlântica. O Centro Bahia é uma das porções mais ricas de floresta tropical do mundo (TABARELLI et al., 2006).

O espaço natural do Extremo-Sul da Bahia possui particularidades ambientais, sendo talvez a mais destacada dentre elas o fato de apresentar o setor onde se encontra a maior biodiversidade, animal e vegetal, de todo o bioma nacional. A combinação de clima, relevo e vegetação deram à região não apenas a sua magnífica paisagem florestada, mas também uma pluviosidade bem distribuída e uma hidrografia potente. A geomorfologia, a pluviosidade e a cobertura orgânica

produzida pela reciclagem dos nutrientes do solo explicam, em parte, o vigor da floresta. Por isso se faz necessário compreender o Extremo-Sul da Bahia não apenas como espaço social humano, mas também como espaço natural (SANTOS, 2021).

A região da APA Lagoa Encantada e Rio Almada foi descrita no mapeamento de Uso da Terra e Cobertura Vegetal realizado no Programa de Zoneamento Ecológico Econômico, como ambiente de Formações Pioneiras de influência marinha, ou seja, restinga arbórea e herbácea, associada ao cultivo de coco-da-baía (BAHIA, 1998). Esta região abriga um dos mais largos remanescentes de floresta atlântica do Nordeste brasileiro (ARAÚJO et al., 1998), além de apresentar um alto nível de riqueza de espécies endêmicas (HAFFER, 1974; MORI et al., 1981; BROWN, 1991; MARTINI et al., 2007; DIAS et al., 2014).

Comparado com outros estudos realizados na região do sul da Bahia, a APA da Lagoa Encantada e Rio Almada apresenta uma alta riqueza de espécies de herpetofauna (59 anuros e 17 répteis), o que pode ser atribuído à grande extensão da área de estudo (DIAS et al., 2014). As espécies de anfíbios encontradas podem ser consideradas como espécies típicas da Mata Atlântica, com 75% das espécies sendo endêmicas deste domínio, e seis espécies endêmicas da Bahia (HADDAD et al., 2013; DIAS et al., 2014). Embora ainda relativamente pouco conhecida, esta reserva é de importância mundial devido à sua elevada biodiversidade (DIAS et al., 2014).

Embora não haja estudos específicos para outros grupos da fauna na região da APA, sabe-se que o sul da Bahia conta com a ocorrência de mamíferos endêmicos como o sagui-de-Wied (*Callithrix kuhlii*), o mico-leão-de-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*), o macaco-prego-do-peito-amarelo (*Cebus xanthosternos*) e o ouriço-preto (*Chaetomys subspinosus*) (KINZEY, 1982). Da avifauna foram identificadas 141 espécies, sendo 10 espécies endêmicas do bioma Mata Atlântica (PALOMO, 2015).

O levantamento florístico de Thomas e Carvalho (1993) atraiu a atenção da comunidade científica internacional quando divulgou a ocorrência de 458 espécies arbóreas em um único hectare na região de Serra Grande no município de Uruçuca, e sua vegetação natural encontra-se, de maneira geral, conservada no que se refere

ao uso e ocupação do solo, o que se deve, principalmente, ao método de implantação do cacau em cabruca, sistema agrossilvicultural de produção que gera benefícios silviculturais, agroecológicos e ambientais muito valorizados no desenvolvimento sustentável (FRANCO et al., 2011).

Originado com a substituição dos estratos florestais médio e inferior por uma cultura de interesse econômico, o sistema de cacau em cabruca é implantado no sub-bosque de maneira descontínua, possibilitando a presença de fragmentos com vegetação natural, não prejudicando as relações com o meio físico ao qual está relacionado. Além de gerar recursos financeiros e fixar o homem no meio rural, o sistema conservou recursos hídricos, fragmentos e exemplares arbóreos da floresta original de inestimável valor para o conhecimento agrônomo, florestal e ecológico, de modo a compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com a conservação (LOBÃO et al., 1997, 2004; SETENTA et al., 2005).

Infelizmente, a Mata Atlântica localizada na região Nordeste e seus centros de endemismos representam um dos setores mais degradados do bioma, abrigando dezenas de espécies oficialmente ameaçadas de extinção (TABARELLI et al., 2006). Embora represente um valioso patrimônio ambiental local, vários projetos estão sendo planejados e/ou implementados no local, sendo fundamental que esses empreendimentos sejam implantados visando uma gestão ambiental eficiente que minimize os impactos negativos sobre a fauna e a flora da região (DIAS et al., 2014).

### 3.2 RECURSOS HÍDRICOS DE SUPERFÍCIE

A APA Lagoa Encantada e Rio Almada está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Almada, área de 1.575 km<sup>2</sup> limitada a norte e a oeste com a Bacia do Rio de Contas, ao sul com a Bacia do Rio Cachoeira e a leste com o oceano Atlântico, cobrindo cerca de 84,6% da sua totalidade.

A Bacia Hidrográfica do Rio Almada, como qualquer outra bacia que sofre interferência antrópica, apresenta alterações das suas condições naturais, dentre as quais se destacam a poluição dos mananciais hídricos, degradação dos solos e da cobertura vegetal, execução de obras de engenharia, e de atividades agropecuárias. Uma vez que esta bacia é a principal fonte hídrica para o abastecimento público das cidades de Almadina, Barro Preto, Coaraci, Itabuna, Itajuípe e Uruçuca, estes

impactos merecem atenção em função do comprometimento da qualidade ambiental da BHRA (FRANCO et al., 2011).

O Rio Almada possui 138 km de extensão e os principais afluentes da margem direita são o rio do Braço, o Ribeirão do Boqueirão e o riacho Sete Voltas, enquanto na margem esquerda encontram-se o rio São José e os ribeirões de Jussara e Braço Norte (MORAES et al., 2012). Souza et al. (2014) afirmam que, apesar de sofrer influência antrópica ao longo de seu percurso, o mesmo ainda apresenta trechos em bom estado de conservação no que se refere à qualidade de suas águas, que são utilizadas principalmente para abastecimento doméstico, dessedentação de animais, diluição de efluentes domésticos e sanitários, pesca, lazer e navegação.

Alinhada ao curso inferior do Rio Almada, a Lagoa Encantada se constitui em um dos pontos turísticos do município de Ilhéus, pois com cerca de 26km de perímetro e 15 m de profundidade média, é alimentada por diversos ribeirões, desaguando na forma de cachoeiras (MORAES; FERREIRA, 2012). A área da Lagoa Encantada, suas cercanias e recursos hídricos são usados com finalidades recreacionais e de lazer, além da pesca e atividades de sobrevivência (REGO et al., 2010).

No mapa a seguir, é possível visualizar a composição hidrográfica e de relevo da APA, com o Rio Almada atravessando sua extensão, e, próximo ao seu curso, a presença da Lagoa Encantada.



situação de subsistência, enquanto no interior predominavam as pequenas lavouras e criações, produzindo mandioca, milho, feijão, café, frutas, porcos, galinhas etc. (SANTOS, 2021). É em 1950, com a implantação de uma malha viária interligando à capital baiana ao sul do País, a Rio-Bahia litorânea (BR-101) que a pressão sobre os recursos madeireiros e o conseqüente aumento da degradação da Floresta Atlântica da Bahia ocorre rapidamente (LOBÃO, 2007).

O incremento populacional e as mudanças na estrutura econômica que se verificaram na fase inicial da formação do extremo sul da Bahia, entre 1945 e 1960, levaram a ocupação predatória e intensiva de áreas de floresta e ecossistemas associados, com impactos ambientais preocupantes sobre os solos e os serviços hidrológicos naturais. Neste período as paisagens regionais começaram a sofrer alterações profundas, aumentando fortemente o consumo humano dos recursos naturais (SANTOS, 2021).

A conjunção de fatores favoráveis como a implantação de acessos rodoviários e incentivos fiscais concedidos pelo governo nas décadas de 1970 e 1980 para o reflorestamento resultaram na estimulação da expansão da cultura do eucalipto e a introdução de empresas de papel e celulose, levando a região também a atrair grupos madeireiros (CARNEIRO, 1994; PEDREIRA, 2004; ALMEIDA et al., 2008). A cultura do eucalipto na região viabilizou mudanças econômicas, contudo, implicou também em sérios prejuízos para os recursos naturais, dentre eles, o solo, a fauna, a flora e os recursos hídricos, além de impactos relevantes sobre a sobrevivência da agricultura familiar local em função da ocupação de grandes áreas agricultáveis, inclusive aquelas destinadas à reforma agrária, terras indígenas e no entorno de Unidades de Conservação da Mata Atlântica (SANTOS; SILVA, 2004).

É possível então distinguir dois vetores econômicos de polarização do Extremo-Sul da Bahia: a celulose e o turismo (SEI, 1995), embora o cacau também exerça ainda uma liderança isolada na pauta agrícola da região (SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA, 2015).

Na área da APA Lagoa Encantada e Rio Almada, a população residente é formada, basicamente, por trabalhadores rurais ligados à agricultura cacaujeira e moradores ribeirinhos que possuem na pesca, caça e na agricultura de subsistência suas atividades mais importantes (SILVA et al., 2007).

## **4 ARTIGO 1 - ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA ÁREA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DA APA LAGOA ENCANTADA E RIO ALMADA, BAHIA, BRASIL**

### **RESUMO**

As várias modificações que ocorrem no meio ambiente têm como principal causa o uso desordenado pela ação antrópica, que utiliza essas áreas para o uso econômico, e, por esse motivo, se faz necessário planejar a gestão do território de forma a prever os acontecimentos, antever os problemas e elaborar diagnósticos contundentes. O presente artigo teve como objetivo caracterizar o uso e cobertura do solo da APA Lagoa Encantada e Rio Almada, utilizando os dados obtidos através da plataforma *MAPBIOMAS*, projeto que envolve uma rede colaborativa com especialistas nos biomas, usos da terra, sensoriamento remoto, SIG e ciência da computação para alcançar um mapa temático como um dos produtos finais. Através da análise do mapa gerado de uso e ocupação do solo, ficou evidente a predominância da formação florestal, ocupando 120.850 hectares, ou 76,37% da área total da APA, o que pode estar associado ao sistema de cultivo presente na região. Esse dado foi seguido pela categoria de Mosaico de Agricultura e Pastagem, com 21,16% da área e Restinga arborizada, com 0,66%. Embora modos de vida sejam compatíveis com a preservação, como tem sido mostrado pelos povos e comunidades tradicionais, grandes empreendimentos de infraestrutura devem ser vistos como ameaças à conservação da natureza, como o caso do Porto Sul e da Ferrovia Integrativa Oeste-Leste. Os megaprojetos de infraestrutura que estão sendo implantados dentro da área de preservação devem ser vistos como agentes potentes de transformação da paisagem, modo de vida e conservação da natureza local.

**Palavras-chave:** Mapeamento temático. Uso e ocupação do solo. Unidade de conservação.

### **4.1 INTRODUÇÃO**

Atualmente o ser humano busca cada vez mais mecanismos para extrair da natureza seus bens naturais, o que muitas vezes ocasiona um rastro impactante no local explorado, buscando atender apenas às suas necessidades sem a preocupação do dano causado ao ambiente. Uma vez que o homem já modificou todos os aspectos do seu habitat, utilizam-se dos recursos naturais e modificam constantemente o ambiente onde vive e, assim, o meio natural é cada vez mais alterado (OLIVA JÚNIOR, 2012, p. 2).

Devido às complexas relações socioambientais atuais e sua rapidez na transformação de uma paisagem em outra, surge à necessidade de planejar a

gestão do território de forma a prever os acontecimentos, e para antever os problemas e elaborar diagnósticos contundentes é preciso cada vez mais coletar e produzir informações precisas de forma especializada (CRUZ; SOARES, 2010).

As várias modificações que ocorrem no meio ambiente têm como principal causa o uso desordenado pela ação antrópica, que utiliza essas áreas para o uso econômico (CRUZ; SOARES, 2010). O termo “uso do solo” pode ser entendido como a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem, sendo o seu levantamento de grande importância, na medida em que os efeitos do mau uso causam deterioração no ambiente (ROSA, 1989).

O levantamento do uso e cobertura do solo indica a distribuição geográfica da tipologia de uso através de padrões homogêneos da cobertura terrestre, de modo a obter uma representação temática da superfície terrestre sintetizada por meio de mapas (IBGE, 2013), dessa maneira, a cobertura do solo corresponde a uma descrição física da superfície terrestre, o que está sobreposto ou atualmente recoberto o solo (vegetação, terras agrícolas, corpos d' água, edificações humanas), enquanto que o uso do solo é a função a que serve, compreendendo uma série de operações antrópicas com a intenção de obter produtos e benefícios fornecidos pelo meio ambiente (DUHAMEL, 2012; COFFEY, 2013).

O desenvolvimento das cidades acarreta profundas alterações no uso e cobertura da terra, trazendo implicações prejudiciais ao ecossistema e a qualidade ambiental, com a retirada da vegetação nativa, diminuição de solos permeáveis que contribuem na infiltração da água no solo, alimentando os lençóis freáticos e o aumento dos solos impermeáveis (PINTO, 2011; SIMONETTI ET AL., 2019). Conhecer e monitorar o uso e cobertura da terra de determinada área, a fim de compreender os padrões e organização do espaço, é uma estratégia primordial para gestão do ambiente, uma vez que as tendências podem ser analisadas de forma temporal e espacial (VIEIRA et al., 2016).

Nesse sentido, o processo de uso e ocupação do solo se constitui num dos fatores determinantes da transformação ambiental, uma vez que influencia diretamente na manutenção ou retirada do bioma nativo, bem como tem significativas implicações sobre a qualidade do solo, da água e das condições de vida da sociedade que pertencem a este ecossistema (SILVA, 2006).

A preocupação com a preservação tem crescido, e alguns desses esforços têm sido consolidar, sob a forma de Unidades de Conservação - UC's, áreas com relevante interesse ecológico para proteção (SILVA; FRANÇA, 2013). O Sistema de Unidades de Conservação Brasileiro (SNUC) determina as categorias das UCs brasileiras, dividindo-as em dois grupos: as de proteção integral e as de uso sustentável, cada qual com suas características específicas. As unidades de uso sustentável, como Áreas de Preservação Ambiental (APA) visam compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais (D'ARRIGO et al., 2020).

As APAs têm o propósito de proteger os recursos bióticos e abióticos presentes em seus limites, bem como paisagens e traços de relevância cultural, regulando o decurso de ocupação das terras (BRASIL, 2000). Do ponto de vista legal, possuem certa ocupação humana dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais e tem por objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (BRASIL, 2000).

A obtenção de informações detalhadas e precisas sobre o espaço geográfico se torna obrigatória para o planejamento e tomada de decisões (MACHADO et al., 2017), uma vez que o conhecimento do espaço é o primeiro passo para que se possa realizar o planejamento das ações e atividades a serem desenvolvidas (SILVA; FRANÇA, 2013), minimizando assim os impactos de decorrentes intervenções humanas nas áreas estudadas.

Dessa maneira, o presente artigo tem como objetivo caracterizar o uso e cobertura do solo da APA Lagoa Encantada e Rio Almada, colaborando para um melhor entendimento da constituição da área e corroborando com informações necessárias para o planejamento do uso do solo em uma área extremamente explorada por ações antrópicas.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de uso e ocupação do solo foram obtidos através da plataforma *MAPBIOMAS*, coleção 7 (janela temporal de 1985-2021). Esse projeto envolve uma rede colaborativa com especialistas nos biomas, usos da terra, sensoriamento remoto, SIG e ciência da computação que utiliza processamento em nuvem e classificadores automatizados desenvolvidos e operados a partir da plataforma *Google Earth Engine* para gerar uma série histórica de mapas anuais de cobertura e uso da terra do Brasil (PROJETO MAPBIOMAS, 2019).

Esses mapas anuais são produzidos a partir da classificação pixel a pixel de imagens de satélites *Landsat*, processo realizado com extensivos algoritmos de aprendizagem de máquina, onde para cada tema a ser classificado, as máquinas são configuradas com amostras dos alvos a serem classificados, e então os mapas de cada classe são integrados em um único mapa, que representa a cobertura e o uso da terra de todo território para cada ano (MAPBIOMAS, 2019).

Os mapas são disponibilizados para *download* em formato *Geotiff* na plataforma, e os arquivos foram processados no *software* gratuito QGIS versão 3.28.4. As legendas e cores foram organizadas utilizando a paleta de cores RGB de cada classe da legenda disponível na plataforma do MAPBIOMAS.

Depois do mapeamento realizado para a região escolhida, foram obtidos os dados estatísticos em forma de gráficos e valores das áreas para cada classe existente na área de estudo. O projeto disponibiliza os dados estatísticos de área, em hectare, para cada classe de uso do solo entre os anos de 1985 e 2021, divididas em níveis de classificação para todos os municípios do país. Para o presente estudo foram selecionados os dados do ano de 2021, organizados em planilha eletrônica. A partir das planilhas foi possível gerar tabelas, calculando as porcentagens que cada classe representou

## 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As classificações utilizadas para o mapeamento de uso e ocupação do solo seguiram à “Legenda Coleção 7” do MAPBIOMAS, baseado nos Manual técnico de uso da terra - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (1999), Manual técnico da vegetação brasileira, IBGE (2012), Manual for integrated field data

collection - Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO (2012), e Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (2020).

**Formação Florestal** - No presente trabalho foram identificadas formações florestais características da Mata Atlântica: Floresta Ombrófila Densa, Aberta e Mista e Floresta Estacional Semi-Decidual, Floresta Estacional Decidual e Formação Pioneira Arbórea.

**Formação Savânica** - No presente trabalho foram identificadas formações características da Mata Atlântica: Savanas, Savanas-Estépicas Florestadas e Arborizadas.

**Mangue** - Formações florestais, densas, sempre-verdes, frequentemente inundadas pela maré e associadas ao ecossistema costeiro de Manguezal.

**Apicum** - Apicuns ou Salgados são formações quase sempre desprovidas de vegetação arbórea, associadas a uma zona mais alta, hipersalina e menos inundada do manguezal, em geral na transição entre este e a terra firme.

**Silvicultura (monocultura)** - Espécies arbóreas plantadas para fins comerciais (ex. pinus, eucalipto, araucária).

**Campo Alagado e Área Pantanosa** - No presente trabalho foram identificadas formações características da Mata Atlântica: Vegetação com influência fluvial e/ou lacustre.

**Outras Formações não Florestais** - No presente trabalho foram identificadas formações características da Mata Atlântica: Outras Formações Naturais não florestais que não puderam ser categorizadas.

**Mosaico de Agricultura e pastagem** - No presente trabalho foram identificadas formações características da Mata Atlântica: Áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.

**Praia, Duna e Areal** - Cordões arenosos, de coloração branco brilhante, onde não há o predomínio de vegetação de nenhum tipo.

**Área Urbanizada** - Áreas com significativa densidade de edificações e vias, incluindo áreas livres de construções e infraestrutura.

**Outras Áreas não Vegetadas** - No presente trabalho foram identificadas características da Mata Atlântica: Áreas de superfícies não permeáveis (infraestrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes.

**Mineração** - Áreas referentes a extração mineral de porte industrial ou artesanal (garimpos), havendo clara exposição do solo por ação antrópica. Somente são consideradas áreas próximas a referências espaciais de recursos minerais do CPRM (GeoSGB), da AhkBrasilien (AHK), do projeto DETER (INPE), do Instituto Socioambiental (ISA) e de LOBO et al. 2018.

**Rio, Lago e Oceano** - Rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água.

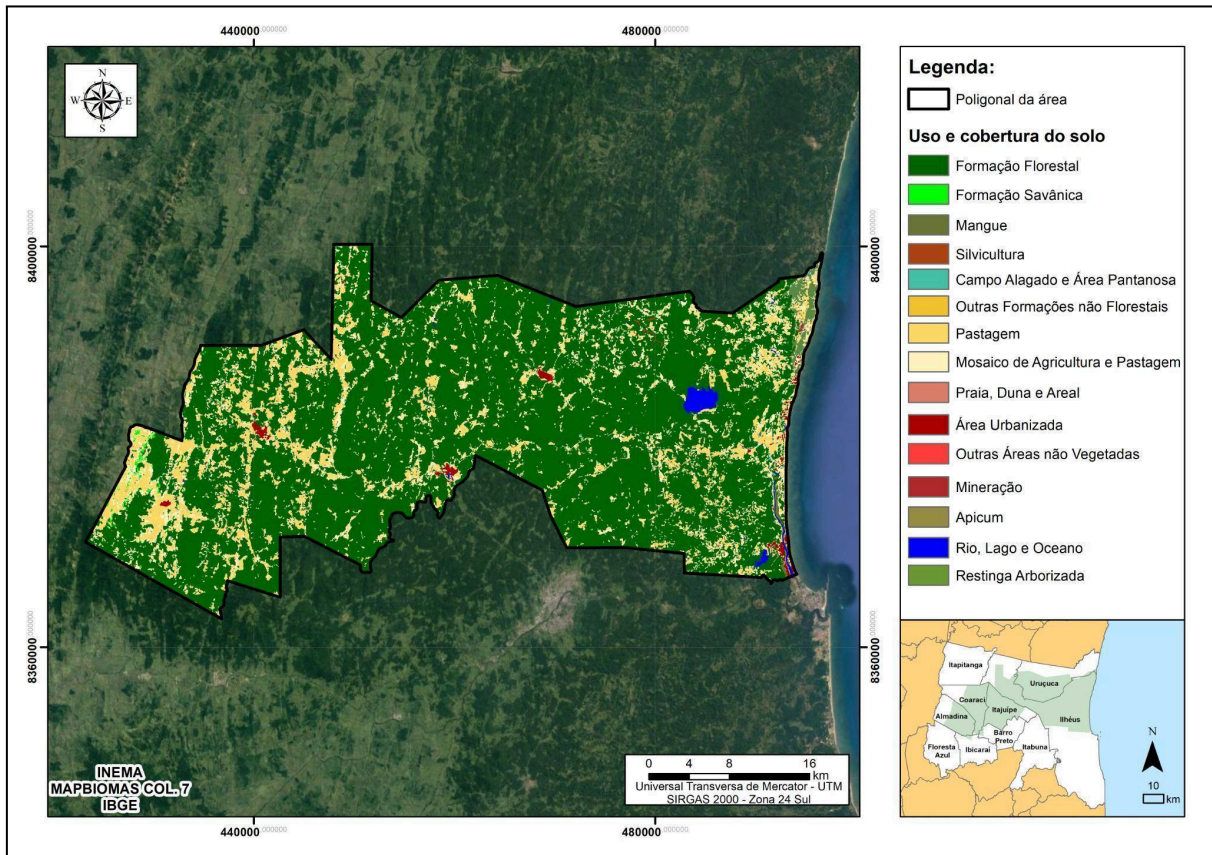
**Restinga Herbácea/Arbustiva** - No presente trabalho foram identificadas formações características da Mata Atlântica: vegetação herbácea com influência fluviomarinha.

**Restinga Arborizada (beta)** - Formações florestais de Mata Atlântica que se estabelecem sobre solos arenosos ou sobre dunas na zona costeira.

**Não observado** - Áreas bloqueadas por nuvens ou ruído atmosférico, ou com ausência de observação.

A classificação supervisionada aplicada forneceu o cenário da distribuição de classes de uso e ocupação do solo na APA Lagoa Encantada e Rio Almada conforme apresentado na Figura 04 e na Tabela 02.

Figura 04 – Mapa de uso e ocupação do solo da APA Lagoa Encantada e Rio Almada - 2023



Fonte: Elaboração da autora.

Tabela 02. Dados de hectares e porcentagem de uso e ocupação do solo.

<b>Classes de Uso e Ocupação do Solo</b>	<b>Área em hectares</b>	<b>Porcentagem</b>
Formação Florestal	120.850	76,37%
Formação Savânica	398	0,25%
Mangue	232	0,14%
Apicum	1	0,01%
Silvicultura (monocultura)	67	0,04%
Campo Alagado e Área Pantanosa	134	0,08%
Outras Formações não Florestais	1	0,01%
Mosaico de Agricultura e pastagem	33.493	21,16%

Praia, Duna e Areal	65	0,04%
Área Urbanizada	783	0,49%
Outras Áreas não Vegetadas	61	0,04%
Mineração	29	0,02%
Rio, Lago e Oceano	987	0,62%
Restinga Herbácea/Arbustiva	74	0,05%
Restinga Arborizada (beta)	1.051	0,66%
Não observado	14	0,08%
<b>Total</b>	<b>158.240</b>	<b>100%</b>

---

- 1) Formação florestal (76,37%), Formação Savânica (0,25%) e Mangue (0,14%) e Apicum (0,01%)

Através da análise do mapa gerado de uso e ocupação do solo, ficou evidente a predominância da formação florestal, ocupando 120.850 hectares, ou 76,37% da área total da APA.

A Floresta Ombrófila Densa, componente da Mata Atlântica, originalmente ocupava toda extensão da APA da Lagoa Encantada, que em 1998 já apresentava intervenções humanas na presença de fazendas de cacau, pastagens, culturas diversas, áreas antropizadas e vegetação secundária em diversos estágios de regeneração (BAHIA, 1998).

Constituída por fanerófitas ombrófilas sem resistência à seca que geralmente apresentam as gemas foliares desprotegidas, é caracterizada por folhagem verde, podendo apresentar no dossel superior árvores sem folhas durante alguns dias, e o estrato superior apresenta árvores com alturas que variam entre 20 e 30 metros, chegando algumas a alcançar em torno de 40 metros (RADAM-BRASIL, 1981)

A vegetação secundária ou em regeneração é aquela resultante dos processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial da vegetação primária por ações antrópicas ou causas naturais, podendo ocorrer árvores remanescentes da

vegetação primária (BRASIL, 1994), resulta da intervenção humana numa área originalmente de vegetação primária que sofreu alteração em sua fitofisionomia, favorecendo o aparecimento de espécies cosmopolitas ou regionais denominadas ruderais ou antropófilas; ao tempo em que conserva remanescentes da composição florística original, reconstituindo-se natural e gradativamente, até o estágio de uma nova interferência antrópica (BAHIA, 1998).

Os municípios que fazem parte da APA Lagoa Encantada e Rio Almada têm como principais cultivos o cacau, banana, borracha, café e coco-da-baía. Historicamente, um fator que contribuiu para a conservação de parte da biodiversidade da floresta do sul da Bahia foi o cultivo tradicional do cacau sob a mata raleada, ou cacau-cabruca, e ao contrário dos demais modelos agrícolas convencionais de produção e de uso intensivo dos recursos naturais, não favoreceu a devastação dos recursos florestais, nem alteração profunda na paisagem local (RICE; GREENBERG, 2000; ZUGAIB et al., 2016), gerando benefícios silviculturais, agroecológicos e ambientais muito valorizados no desenvolvimento sustentável (LOBÃO et al. 1997; LOBÃO et al. 2004).

Nesse sistema, conserva-se apenas uma parte selecionada das árvores da mata nativa, substituindo-se o sub-bosque por cacauzeiros de forma descontínua, possibilitando a presença de fragmentos com vegetação natural, não prejudicando as relações com o meio físico ao qual está relacionado (SAMBUICHI, 2001; LOBÃO 2007).

Além de gerar recursos financeiros e fixar o homem no meio rural, o sistema conservou recursos hídricos, fragmentos e exemplares arbóreos da floresta original de inestimável valor para o conhecimento agrônomo, florestal e ecológico, de modo a compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com a conservação (SETENTA et al., 2005).

Além da formação Floresta Ombrófila Densa, o Bioma Mata Atlântica é formado por outras diversas formações florestais e ecossistemas associados, como áreas das formações pioneiras, denominadas manguezais, restingas, campos salinos e áreas aluviais; savana e savana-estépica; e vegetação nativa das ilhas costeiras e oceânicas (BRASIL, 2006; BRASIL, 2008; CAMPANILI; PROCHNOW, 2006).

A área de estudo apresentou 0,25% de formação savânica, que pode ser associada à presença de palmeiral, caracterizada pela presença marcante de uma única espécie de palmeira arbórea. Nesta fitofisionomia praticamente não existem árvores dicotiledôneas embora essas possam ocorrer com baixa frequência (RIBEIRO e WALTER, 1998).

Cerca de 232 hectares (0,14%) da área é caracterizada por manguezal, ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais e sujeito ao regime das marés e reconhecido por sua importância socioeconômica e ecológica, principalmente por gerar condições favoráveis de alimentação, reprodução e proteção para muitas espécies marinhas de interesse comercial (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995) além de elevada atratividade cênica e potencial para o ecoturismo (SOUZA-FILHO et al., 2019).

Em conjunto com a área de manguezal, foram identificados 1 hectare de apicum (0,006%). Os apicuns correspondem a vastas áreas desnudas, cobertas com vegetação rasa ou, em períodos de estação seca, por eflorescências salinas. São encontrados em áreas litorâneas intertropicais em todo o mundo, sempre associados a manguezais (MARIUS, 1985; LEBIGRE, 2007). Soares (2006) considera o apicum como uma zona-tampão para a floresta contra mudanças geomorfológicas e hidrológicas.

Apesar da importância dos apicuns, são poucos estudos que contribuem para determinar os padrões de distribuição da biota ao longo dessa zona, carência que tem dado margem a questionamentos feitos por indivíduos que defendem, fora da literatura científica, que o apicum não consiste numa zona do manguezal e que, portanto, poderia estar sujeito à exploração para atividades como carcinicultura e exploração de sal marinho (SCHMIDT et al., 2013).

## 2) Silvicultura (monocultura) (0,042%)

De acordo com IBGE (1984, p.66), silvicultura é a cultura de essências florestais e extração de produtos dessas essências (madeira, lenha, amêndoas, ceras, gomas etc.), e a produção está direcionada, em sua maioria, a atender à demanda de madeira no mercado nacional (BLOISE PIERONI et al., 2014).

Na Bahia, uma das atividades econômicas com grande destaque é a silvicultura com

plantação de eucalipto e produção de celulose, tornando uma região especializada nesse setor agroflorestal (PESSOA E OLIVEIRA, 2019). De acordo com Souza (2015), o crescimento da cultura do eucalipto no Extremo Sul tem reduzido a área de vegetação natural e manguezais nas últimas décadas.

### 3) Campo Alagado e Área Pantanosa (0,084%)

Os banhados são ambientes naturais de grande importância ecológica, visto que se configuram em excelentes criadouros naturais e abrigo seguro para muitas espécies vegetais e animais, e sabe-se que corpos d'água de menor volume (pequenas lagoas, banhados e campos inundáveis) estão mais sujeitos a alterações ambientais cíclicas ou irruptivas (CADEMARTORI E MACHADO, 2002).

As acumulações fluviomarinhas são mapeadas na foz do rio Almada e em pequenos riachos que drenam a parte norte da APA, formando áreas de mangues, pântanos e antigas lagoas com depósitos correlativos de composição síltico-argilosa ricos em matéria orgânica (FILHO et al., 2019).

### 4) Outras Formações não Florestais (0,006%) e Mosaico de Agricultura e Pastagem (21,16%)

A Mata Atlântica tem grande participação na produção de *commodities* para exportação e responde pela maior parte da produção agrícola de consumo direto para alimentação da população brasileira (PINTO et al., 2022). A pecuária no Brasil, quase toda, baseia-se no uso de pastagens, onde grande parte apresenta algum grau de degradação (PAULINO et al., 2012), e no estado da Bahia, os setores de insumos não agropecuários, pecuária e indústria de base agrícola ampliaram suas participações no PIB do agronegócio do estado, atingindo em 2005 resultados superiores aos observados no ano de 1990 (GUILHOTO et al., 2007).

Tomando-se por base a Microrregião Geográfica Ilhéus-Itabuna, principal produtora de cacau, essa lavoura representava ainda em 1996 mais de 85% do valor bruto da produção agropecuária das lavouras permanentes e 80% do valor do conjunto de lavouras permanentes e temporárias (IBGE, 1997). Entre 1990 e 1998, segundo o IBGE (2000), as lavouras permanentes que mais cresceram em área colhida foram coco-da-baía (134%), seringueira (127%) e dendê (50%), além de saber-se que as lavouras de café (tipo conilon) e as áreas de pastagem cresceram principalmente

nos anos de 2002 e 2003, entretanto, não existem dados oficiais confiáveis sobre o incremento dessas áreas, assim como dados referentes a lavouras temporárias, como mandioca, milho e feijão, que cresceram nos últimos anos (MASCARENHAS, 2004).

Ao se retirar a vegetação natural para instalação de um sistema agrícola, ocorre um desequilíbrio no teor de carbono orgânico do solo, provocando inicialmente à liberação de alguns nutrientes, favorecendo à nutrição vegetal, e quando o processo de adição da matéria orgânica no solo é inferior ao de decomposição, este sistema não atinge um novo equilíbrio, tornando-se exaurido e provocando a degradação do solo (BARRETO et al., 2006). Além de afetar os organismos do solo, a agropecuária contamina outros ambientes, como áreas úmidas, cursos de água e ecossistemas adjacentes (BAGGIO E MEDRADO, 2003).

#### 5) Praia, Duna e Areal (0,041%)

O litoral da APA Lagoa Encantada/Rio Almada desponta como um trecho ainda em elevado estágio de conservação e grande potencial turístico, ao longo dos seus quase 35 quilômetros de praias (RODRIGUES, 2014). Em um estudo realizado por Filho et al (2019) para valoração dos serviços ecossistêmicos na área, as praias com pouca presença de sistemas técnicos e baixa ocupação humana apresentaram serviços ecossistêmicos de alta qualidade e diversidade, com destaque para os serviços de regulação e suporte que por si só, permitem, através da sua manutenção, as bases para oferta dos serviços de provisão e os de informação, cultura e lazer.

As dunas possuem função de retenção natural de sedimentos, que está associado à presença de vegetação na zona pós-praia ou no cordão-duna, uma vez que se considera o sistema de raízes um agente fixador natural de sedimentos (FILHO et al., 2019).

Além de serem de extrema importância, as praias, dunas e areal caracterizam a área como uma zona costeira que está situada entre dois valorosos destinos turísticos internacionais (municípios de Ilhéus e Itacaré) e na rota para alocação de grandiosas infraestruturas logísticas de alcance mundial (Porto Sul e Ferrovia Integrativa Oeste-Leste).

#### 6) Área Urbanizada (0,49%) e outras Áreas não vegetadas (0,038%)

Foram identificados 783 hectares de área urbanizada, correspondendo a 0,49% da área total. Essa caracterização de área urbanizada identificada na APA corresponde aos centros urbanos dos municípios de Uruçuca, Itajuípe, Coaraci e Almadina, cidades de pequeno porte que compõem a área, além dos seus pequenos povoados.

Cerca de 61 hectares da área não apresentaram vegetação ou outra caracterização identificável, podendo referir-se a áreas antes utilizadas para outra finalidade de uso e ocupação que agora não possuem uso e/ou cobertura.

Essa caracterização pode também ser associada também à solo exposto. A porção oeste da Bacia hidrográfica Rio Almada caracterizou-se no estudo de Souza et al (2019) com uma elevada presença de solos expostos na porção oeste da bacia, consequência de desmatamentos em áreas próximas de nascentes.

#### 7) Mineração (0,018%)

Em relação à mineração, a APA conta com 29 hectares, cerca de 0,018% da área total.

O município de Ilhéus conta com diversos depósitos de argila, alguns deles estando em exploração. Tratam-se de argilas que se prestam ao fabrico de cerâmica vermelha (telhados, tijolos, etc.) e são exploradas em áreas de inundação dos rios e riachos. Também, no setor de pedra para construção civil, a região oferece um enorme potencial de rochas gnáissicas, graníticas e granulíticas, estando em funcionamento unidades de britagem em Ilhéus (TAVARES, 2008).

Embora a área de mineração não ocupe muitos hectares nos municípios que compreendem a APA, o setor tem sido uma das grandes ameaças à região, uma vez que na área costeira está prevista a implantação de um porto, aeroporto e ferrovia, com objetivo de criar um corredor de exportação e um terminal ferroviário que irá transportar minério de ferro, níquel e urânio e grãos do oeste e centro-oeste da Bahia para a exportação para países da Ásia (SANTOS, 2012).

A Ferrovia Integrativa Oeste-Leste (FIOL) tem como objetivo principal interferir na matriz de transportes brasileiros, substituindo, quando possível, o transporte

rodoviário pelo transporte ferroviário nas trocas de cargas entre o Oeste, o Centro e o Leste do país (OIKOS, 2009). A implantação desse empreendimento tem como possibilidade a alteração significativa das condições de vida das comunidades as quais a ferrovia vai passar, logo que a mesma atravessa áreas rurais e áreas afastadas de centros urbanos, podendo conduzir à necessidade de desapropriação local e acarretar modificações na utilização do solo e na condução de pessoas (OIKOS, 2009; OLIVEIRA et al., 2017).

Além de mudanças na utilização do solo, os impactos da FIOLE na APA Lagoa Encantada e Rio Almada podem se estender para aspectos físicos e ambientais. De modo geral, serão muitos impactos, sendo possível destacar o desmatamento de áreas que estão na trajetória de construção, na qual as espécies nativas serão extraídas e efeito barreira serão ocasionados, os terrenos serão cortados, os rios e lagos serão aterrados ou desviados de seu curso natural, entre outros (OIKOS, 2009; OLIVEIRA et al., 2017).

Além de ser uma área de extrema importância conservacionista pelas características trabalhadas anteriormente, os depósitos arenosos da zona costeira, local que abrigará a construção das obras na APA, têm como característica a presença do nível freático próximo à superfície e a alta permeabilidade (SANTOS, 2012), apresentando riscos de contaminação e assoreamento.

#### 8) Rio, Lago e Oceano (0,62%)

Cerca de 987 hectares da APA são caracterizados por áreas de rio, lago e oceano.

O rio Almada apresenta uma extensão de 138 km, desde a sua nascente na Serra do Chuchu, município de Almadina, até sua foz na Barra de Itaípe, em Ilhéus (GOMES et al., 2010), e apesar de sofrer influência antrópica ao longo de seu percurso, ainda apresenta trechos em bom estado de conservação no que se refere à qualidade de suas águas (SOUZA et al., 2014).

A Lagoa Encantada, que sozinha perfaz 663,53 hectares (GOMES et al., 2013), é uma área de grande importância dentro da APA, que leva seu nome. Suas cercanias e recursos hídricos são usados com finalidades recreacionais e de lazer, além da pesca e atividades de sobrevivência, e os rearranjos territoriais observados são a ação do conjunto de turistas, proprietários de imóveis nos loteamentos de veraneio,

excursionistas eventuais e os pescadores, que vêm sendo os agentes modificadores do espaço local (REGO et al., 2010).

Os ambientes aquáticos são utilizados em todo o mundo com distintas finalidades, entre as quais se destacam o abastecimento de água (doméstico e industrial), a geração de energia, a irrigação, a navegação, pesca, a aquicultura, a harmonia paisagística, dessedentação de animais, preservação da fauna e da flora, criação de espécies, diluição e transporte de despejos (SOUZA et al., 2014), e por isso apresentam exacerbada fragilidade, onde os impactos decorrentes desses empreendimentos incluem alterações na dinâmica hídrica local e, considerando que corpos d'água geralmente interconectam-se e transportam matéria por longas distâncias, obedecendo ao conceito *continuum* do rio para alguns ambientes de água doce, esses impactos gerados em um ponto determinado do corpo d'água provavelmente terão efeitos em regiões afastadas da origem do impacto (VANNOTE., 1980; MENEZES et al., 2007; SILVEIRA et al., 2010)

9) Restinga Herbácea/Arbustiva (74ha; 0,05%) e Restinga Arborizada (beta) (1.051ha; 0,66%)

A APA conta com grande presença do ecossistema de restinga, sendo 1.051 hectares para restinga arborizada e 74 hectares para restinga herbácea/arbustiva.

Nunca um ecossistema inteiro foi tão bem associado à uma parcela da biodiversidade animal como à restinga, sendo um dos ecossistemas mais importantes para o início e continuação da vida de muitas espécies, seja pela biodiversidade ou pela função físico-ambiental (TINOCO, 2019).

A vegetação de restinga apresenta um grande valor ecológico, servindo como abrigo para população de plantas que são raras em outras tipologias do domínio de Mata Atlântica, além de ser usada tradicionalmente pelas comunidades costeiras para alimento, remédios e outras finalidades (SCARANO, 2009; MENEZES et al., 2019).

Mudanças artificiais, feitas pelo homem, em estruturas geológicas que demoraram milhares de anos para se formarem e seu impacto nas espécies animais e vegetais do local são os principais desafios que à restinga, ecossistema repleto de riquezas naturais, enfrenta atualmente (TINOCO, 2019).

#### 4.4 AMEAÇAS AO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Na Bahia vivem mais de 11,3 milhões de pessoas na área da Mata Atlântica em 330 municípios, sendo o terceiro estado em número de habitantes nessa área, atrás somente de São Paulo e Minas Gerais (GAMBA, 2014). Esse contingente populacional utiliza dos recursos naturais e caracteriza o solo através de diversos modos de uso e ocupação.

Como apresentado anteriormente, a APA Lagoa Encantada e Rio Almada ainda é caracterizada em sua maioria por formação florestal, sendo essa a caracterização de 76,37% da área total da APA. Embora modos de vida sejam compatíveis com a preservação, como tem sido mostrado pelos Povos e comunidades tradicionais, responsáveis por muita da natureza ainda preservada no Planeta (SANTOS, 2020, n. p; YOSHIDA E PENNA, 2021), grandes empreendimentos de infraestrutura devem ser visto como ameaças à conservação da natureza, como o caso do Porto Sul e da Ferrovia Integrativa Oeste-Leste.

O Porto Sul é um empreendimento integrante do Planejamento Estratégico do Estado da Bahia e corresponde ao extremo leste da FIOLE, até sua chegada no Oceano Atlântico, tendo sua parte terrestre totalmente inserida na APA Lagoa Encantada e Rio Almada. Composto por um Porto Público e um Terminal de Uso Privativo. Nas áreas e instalações do porto público serão constituídos terminais para armazenamento e movimentação de cargas diversas, edificações administrativas e operacionais, além da Zona de Apoio Logístico (ZAL) com pátios de armazenamento de cargas e minério, enquanto o Terminal de Uso Privativo (TUP) será destinado à exportação de minério de ferro da Bahia Mineração (BAMIN) (PALOMO, 2015).

Estima-se que o Porto Sul terá a capacidade nominal de exportação de setenta e cinco milhões de toneladas por ano, e importação de cinco milhões de toneladas por ano (BAHIA, 2011). Para tanto, o empreendimento está projetado para suportar estruturas portuárias situadas em áreas terrestres e marítimas. Na área terrestre estão previstos ramais ferroviários, viradores de vagões para as cargas de minério de ferro, pátios de estocagem para os principais produtos de escoamento (minério de ferro, etanol, fertilizante, clínquer, soja e outros granéis sólidos), e nas áreas marítimas estão previstos uma ponte de acesso aos píeres de carregamento, um píer de carregamento de minério de ferro e outros píeres de carregamento de carga

diversas (PALOMO, 2015; BAHIA, 2011).

Para eleger a melhor localização do Porto Sul, um Grupo de Estudo (Decreto 10.812/2008 e Portaria 002/2008), que congregou as Secretarias de Planejamento (SEPLAN), Infraestrutura (SEINFRA), Indústria, Comércio e Mineração (SICM) e Meio Ambiente (SEMA) elaborou uma análise comparativa de seis alternativas, considerando quatro fatores chaves e dezessete quesitos determinantes (relacionados à localização portuária, acessibilidade, retroárea e meio ambiente).

De acordo com a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) do empreendimento, a área de Ponta da Tulha foi selecionada por apresentar menor custo em obras civis, melhor condição de acesso rodoferroviário e maior disponibilidade de área para implantação do retroporto industrial. Embora a região escolhida apresente zonas de restrição ambiental (áreas úmidas, corpos d'água, manguezais, recifes de corais); presença de Unidades de Conservação (UC), presença de corredores ecológicos; estar em desacordo com o zoneamento e usos do Plano Diretor Municipal (PDM), a análise locacional priorizou o enfoque da engenharia, considerando facilidades construtivas.

Dentre os impactos ambientais levantados, o RIMA aponta 29 impactos para o meio físico, todos negativos, onde podemos citar aqueles não mitigáveis: alteração da profundidade dos canais de aproximação, bacia de manobras e áreas de atracação do porto e a compactação do solo gerada pela implantação de diversos tipos de estruturas do empreendimento e a compactação de solos com redução da permeabilidade.

Para o meio biótico foram identificados 38 impactos, sendo 36 negativos e 2 positivos, dentre esses 42% são impactos não mitigáveis, como afugentamento dos peixes durante as obras, mortandade dos animais que vivem no fundo do mar e peixes de baixa mobilidade durante a dragagem, perda de habitat da fauna, mortandade de crustáceos e larvas de insetos e peixes continental de drenagens na área do empreendimento, perda de habitat marinho de fundo consolidado, interferências temporárias com a movimentação dos peixes no rio Almada, risco de interferências com o comportamento de golfinhos e baleias e alterações na distribuição dos peixes.

No meio socioeconômico foram identificados 31 impactos, dos quais 19 foram negativos e 12 foram positivos. Os impactos não mitigáveis identificados incluíram a interferência com a atividade pesqueira na fase de implantação, os aumentos na arrecadação de impostos municipais, estaduais e federais e as interferências com as comunidades pesqueiras na etapa de operação.

Figura 05 – Primeira concepção da conexão retroárea portuária e FIOI



Fonte: VALEC, 2009.

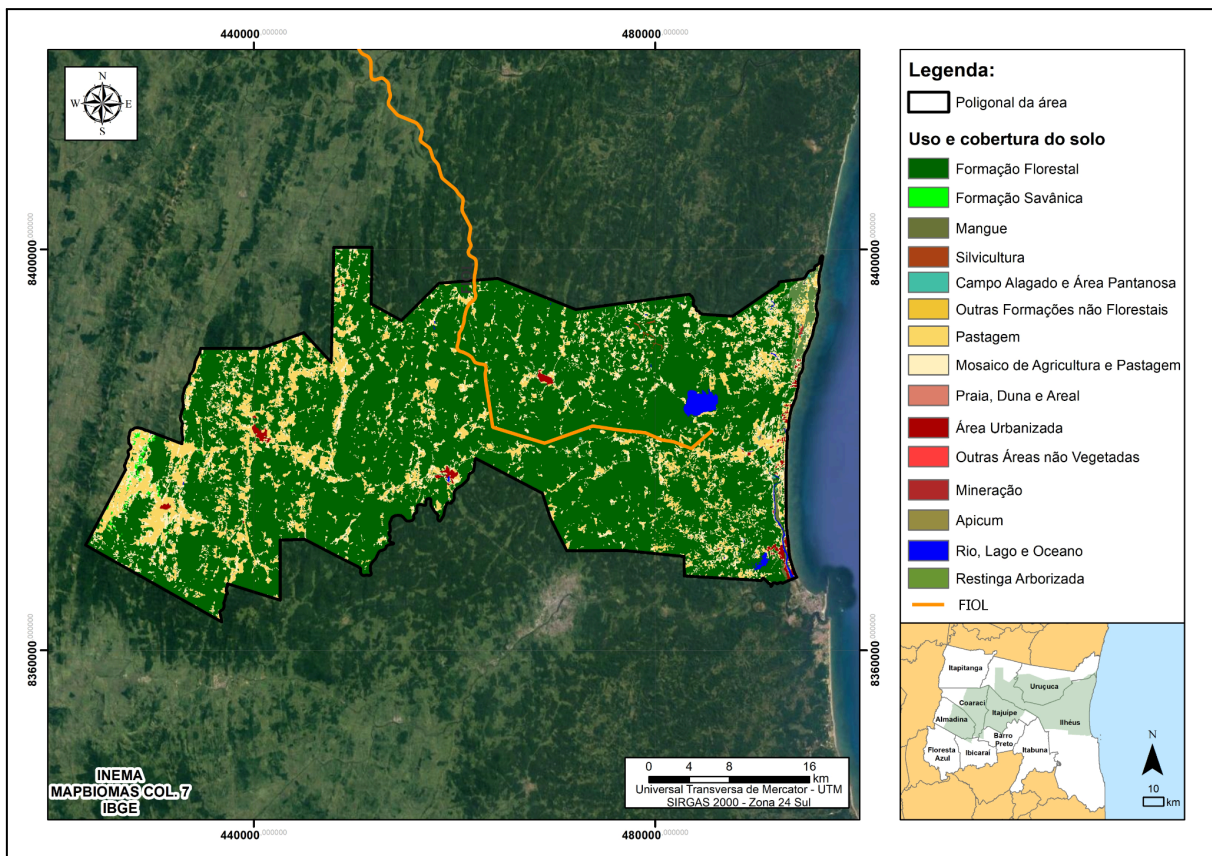
O Porto Sul é um empreendimento diretamente ligado e interdependente da FIOI, uma vez que a ferrovia escoará os produtos transportados pelo mesmo. A Ferrovia tem como objetivo articular o porto marítimo com as regiões produtivas do oeste da Bahia e do Brasil Central.

A construção da FIOI foi concessionada à VALEC Engenharia, Construções e Ferrovias S.A., “uma empresa pública, sob a forma de sociedade por ações, vinculada ao Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil, nos termos previstos na Lei nº11.772, de 17 de setembro de 2008”, que cumpre função social de construção e exploração de infraestrutura ferroviária no país (VALEC, 2008b) e que foi constituída em 2008 justamente para executar o projeto dessa ferrovia na Bahia.

Segmentada em dois trechos, onde o primeiro compreende a região entre as cidades de Barreiras, no oeste da Bahia, e Caetité, no sudoeste, tendo extensão de 500 km, e o segundo interliga as cidades de Caetité e Ilhéus, equivalendo a 527 km de extensão. A escolha dos trechos com início em Barreiras se explica por dois motivos: a produção de soja no Oeste da Bahia e a intenção de interligar a FIOLE com outras duas ferrovias, a FICO (Ferrovia de Integração Centro Oeste), cruzando do extremo oeste da América do Sul, no Porto Ilo no Perú, até a cidade de Campinorte em Goiás, também planejada pelos chineses, e a Ferrovia Norte-Sul. A FIOLE passaria então, estrategicamente, pela macrorregião de Caetité para atender à necessidade logística da empresa Bahia Mineração (BAMIN).

A BAMIN é uma empresa brasileira de mineração com capital estrangeiro e controle acionário da Eurasian Resources Group (ERG) que iniciou suas atividades em 2005 com um projeto pioneiro para o estado da Bahia, o “Projeto Pedra de Ferro”, que pretende produzir 18 milhões de toneladas de minério de ferro por ano. Atualmente as exportações do minério de ferro são feitas provisoriamente pelo Terminal Enseada, em Maragogipe, na Bahia, com uma logística complicada que inclui rodovia e ferrovia. O sistema de transportes que está sendo utilizado pela BAMIN será substituído nos próximos anos através da FIOLE.

Figura 06 – Mapa de uso e ocupação do solo da APA Lagoa Encantada e Rio Almada e Ferrovia Integrativa Oeste-Leste - 2023



Fonte: Elaboração da autora.

Por ser o ponto final da FIOL e área de ancoramento do Porto Sul, a APA Lagoa Encantada e Rio Almada sofrerá mudanças decorrentes dos dois empreendimentos, com grandes modificações em seu uso e ocupação do solo para que comporte não só as estruturas dos empreendimentos propriamente ditos, como também o contingente populacional movido pela geração de emprego e exploração dos recursos naturais.

Inserida em área majoritariamente de formação florestal, o trecho da FIOL (Figura 06) e a área de comporte para pátio de descarga e demais instalações tenderá a causar impactos irreversíveis nos meio biótico e físico, que serão discutidos no artigo 3 da presente pesquisa.

#### 4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sistematização e consolidação do conhecimento produzido e pré-existente na caracterização da APA Lagoa Encantada e Rio Almada permitiram a elaboração de uma base de dados georreferenciada contendo os mapas de hidrografia e uso e ocupação do solo.

A cobertura florestal da APA encontra-se, de maneira geral, conservada no que se refere ao uso e ocupação do solo. Isso se deve, principalmente, ao método de implantação do cacau em cabruca, sendo responsável pela ocupação de 76,37% da área.

Os megaprojetos de infraestrutura que estão sendo implantados dentro da área de preservação devem ser vistos como agentes potentes de transformação da paisagem, modo de vida e conservação da natureza local.

A ferrovia da integração oeste-leste tenderá a impactar a região da APA, a qual servirá de base para escoamento de minério e produtos agrícolas da região oeste ao porto-sul, fazendo-se necessários estudos futuros do uso e ocupação do solo com a finalidade de comparação e averiguação dos impactos causados pelo empreendimento e das mudanças profundas por ele causadas.

## REFERÊNCIAS

BARRETO, A. C.; LIMA, F. H. S. Características químicas e físicas de um solo sob floresta, sistema agroflorestal e pastagem no sul da Bahia. *Caatinga*, v.19, p.415-425. 2006.

BAGGIO, A. A.; MEDRADO, M. J. S. Sistemas Agroflorestais e Biodiversidade. In: SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS SISTEMAS DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, Campo Grande. 2003. Disponível em: <<http://saf.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/05.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2022.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Diário Oficial da União - Seção 1 - 19/7/2000, Página 1 (Publicação Original). Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e outras providências. 2000.

BAHIA. Secretaria de Cultura e Turismo do Estado da Bahia. Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental da Lagoa Encantada. Salvador, 1998. Disponível em: <<http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/unidades-de-conservacao/apa/apa-lagoa-encantada-e-rio-almada/>>. Acesso em: 28 jan. 2023.

BAHIA. Relatório de Impacto Ambiental Porto Sul - RIMA, Derco and Consórcio Hydros. 2011.

BLOISE PIERONI, G.; ZANATTA, A.; BORTOLI, A.; GALVAN, E.; SCHMITH T. J.; GARCIA, L. V. L. Análise ergonômica na atividade de desrama florestal. *Iberoamerican Journal of Project Management*, v. 05, n. 01, p. 23-34.2014.

CADERMATORI, C. V.; MACHADO, M. A fauna de vertebrados de um banhado costeiro em área periurbana no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zootecias* 4: 31-43. 2002.

CRUZ, M. E. G. da; SOARES, C. B. S. S. Análise temporal de uso e ocupação da terra do município de Iranduba entre o período de 1998 a 2009. In: I Seminário Internacional de Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, 2010, Manaus-AM. Anais/I Seminário Internacional de Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, 2010.

D'ARRIGO, R.C.P., LORINI, M.L.; RAJAO, H. A seleção de áreas para conservação na Mata Atlântica Brasileira: Revisão dos estudos voltados para priorização espacial. *Biodiversidade Brasileira-BioBrasil*, (2): 36-49. 2020.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Manual for integrated field data collection. FAO: Rome, Italy, 2012, 175p. 2012.

GAMBA – Grupo Ambientalista da Bahia. Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Ilhéus – Bahia. 2014.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Metodologia do censo agropecuário de 1980. 1984. Série Relatórios Metodológicos.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico de uso da terra, IBGE: Rio de Janeiro, Brazil, 1999, 58p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Manual técnico da vegetação brasileira, 2nd ed., IBGE: Rio de Janeiro, Brazil, 2012. pp.157-160. 2012.

GUILHOTO, J. J. M., AZZONI, C. R., SILVEIRA, F. G., CHIHARA, S. M., DINIZ, B. P. C., & MOREIRA, G. R. C. PIB da Agricultura Familiar: Brasil - Estados. Brasília: MDA. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1803225>. 2011.

GOMES, R. L. Implantação do Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental da UESC: Projeto Piloto – Avaliação da qualidade ambiental da bacia do rio Almada e área costeira adjacente – Relatório Final. Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus (BA). 2010.

LEBIGRE, J. M. Les marais à mangrove et lês tannes. Disponível em: [http://www.futura-sciences.com/fr/print/comprendre/dossiers/doc/t/geographie/d/les-marais-a-mangrove-et-les-tannes\\_683/c3/221/p1/](http://www.futura-sciences.com/fr/print/comprendre/dossiers/doc/t/geographie/d/les-marais-a-mangrove-et-les-tannes_683/c3/221/p1/). Acesso em: 01 nov. 2007

LOBÃO, D. E. ; PINHO, L. M. ; SETENTA, W. C. ; CARVALHO, D. L. . Cacau cabruca um modelo sustentável de agricultura tropical. Indícios Veementes, Brasil, p. 10 - 24, 23 dez. 1997.

LOBÃO, D. E. V. P. Agroecossistema cacauero da bahia: cacau-cabruca e fragmentos florestais na conservação de espécies arbóreas. 98 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinária, Universidade do Estado de São Paulo, Jaboticabal. 2007.

TINOCO, M. S.; LUZ, V. L. F. RESTINGA - Pesquisa e conservação da Herpetofauna do Litoral Norte. Editora Barro de Chão - Salvador, BA. 2019.

MCTI, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Secretaria de Pesquisa e Formação Científica. Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, Brasília, 2020, 620p. 2020.

MASCARENHAS, G. C. C. A atual conjuntura socioeconômica e ambiental da região Sul da Bahia e a agricultura sustentável como uma alternativa concreta. Em: *O desafio da agricultura sustentável: alternativas viáveis para o Sul da Bahia*, organizado por Mariella Camardelli Uzêda, 13-32. Ilhéus, BA: Editus. 2004.

MARIUSA, C. Mangroves du Senegal et de la Gambie: ecologie – pédologie – géochimie, mise en valeur et aménagement. Paris: ORSTOM, 1985. Collection Travaux et Documents, n 193. 1985.

MACHADO, T. C. E., CAMPOS, M. C. C., PAGANI, C. H. P., CUNHA, J. M., & SOARES, M. D. R. Avaliação Do Uso E Ocupação Das Áreas De Preservação Permanente Nos Anos De 2008 E 2013 Na Zona Urbana De Humaitá, Amazonas. Revista Da Universidade Vale Do Rio Verde, 15(2), 744–750. <https://doi.org/10.5892/ruvrd.v15i2.3017>. (2017).

MENEZES, C.M.; Aguiar, L.G.P.A.; Espinheira, M.J.C.L. & Silva, V.I.S. 2009. Florística e fitossociologia do componente arbóreo do município de Conde, Bahia, Brasil. Revista Biociências 15: 44-55.

WEITZMAN, S. H., OYAKAWA, O. T., LIMA, F. C. T. de, CORREA e CASTRO, R. M.; WEITZMAN, M. J. Peixes de água doce da Mata Atlântica. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 2007.

OLIVA JÚNIOR, E. F de. Os impactos ambientais decorrentes da ação antrópica na nascente do Rio Piauí - Riachão do Dantas - SE. Sergipe: Revista Eletrônica da Faculdade José Augusto Vieira, ano V - n 07, 2012. Disponível em: <[http://fjav.com.br/revista/Downloads/ediao07/Os\\_Impactos\\_Ambientais\\_Decorrentes\\_da\\_Acao\\_Antropica\\_na\\_Nascente\\_do\\_Rio\\_Piaui.pdf](http://fjav.com.br/revista/Downloads/ediao07/Os_Impactos_Ambientais_Decorrentes_da_Acao_Antropica_na_Nascente_do_Rio_Piaui.pdf)>. Acesso em: 21 set. 2022.

OLIVEIRA, L. B.; SANTOS, N. A.; CASTRO, J. M. L. A RELAÇÃO SOCIEDADE/NATUREZA E OS IMPACTOS SOCIOESPACIAIS DA INSTALAÇÃO DA FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE-LESTE (FIOL) NO MUNICÍPIO DE IBIASSUCÊ – BA. Revista Geopauta, Volume 01, nº.03,2017. ISSN: 2594-5033. 2017.

PESSÔA, M., & OLIVEIRA, L. UM RETRATO DAS TENSÕES SOCIOECONÔMICAS PRESENTES NO EXTREMO SUL DA BAHIA: INFERÊNCIAS. *Colóquio do Museu Pedagógico-ISSN 2175-5493*, 13(1), 2838-2842. 2019.

PINTO, L. F. G., METZGER, J. P., & SPAROVEK, G. Produção de Alimentos na Mata Atlântica. SOSMA - FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. 2022.

REGO, N. A. C.; BARROS, S. R.; SANTOS, J. W. B. dos. AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA CONCENTRAÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES NA LAGOA ENCANTADA, ILHÉUS, BAHIA, BRASIL. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 4, n. 1, jan. 2010. ISSN 1982-5528. Disponível em: <<http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/54>>. Acesso em: 30 abr. 2023.

SANTOS, T. M. Terras Indígenas protegem as florestas. Disponível em: [www.terrasindigenas.org.br](http://www.terrasindigenas.org.br). Acesso em: 19 set. 2020.

Scarano, F. R. Plant communities at the periphery Of the Atlantic rain forest: Rare-species bias and its risks for conservation. *Biological Conservation*. 142: 1201-1208. 2009.

SILVEIRA, L. F.; BEISIEGEL, B. M.; CURCIO, F. F.; VALDUJO, P. H.; DIXO, M.; VERDADE, V. K.; MATTOX, G. M. T.; CUNNINGHAM, P. T. M. Para que servem os inventários de fauna? *Estudos Avançados*, v. 24, n. 68, p. 173–207, 2010.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. *Manguezal: Ecossistema entre a terra e o mar*. São Paulo, (s/ editora), 64p. 1995.

SOARES, M. L. G. *Laudo Biológico do Sistema Caravelas – Nova Viçosa com vistas a criação da Reserva Extrativista do Cassurubá. Relatório Técnico Final para o Processo de Criação da Unidade de Conservação. Documento Técnico – Brasília: IBAMA. 2006. 246p.*

SOUZA, S. O. Geotecnologias Aplicadas à Análise Espaço-temporal do uso e da Ocupação da Terra na Planície Costeira de Caravelas, Bahia. *Boletim Goiano de Geografia*, 35(1), 71–89. 2015. <https://doi.org/10.5216/bgg.v35i1.35485>

SOUZA, J. R.; MORAES, M. E. B.; SONODA, S. L.; SANTOS, H. C. R. A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso Rio Almada, sul da Bahia, Brasil. *REDE - Revista Eletrônica do Prodem*, v. 8, n. 1, p. 26-45, 2014.

PAULINO, V. T SCHUMANN, A. M.; SILVA, S. C.; RASQUINHO, N. M.; SANTOS, K. M. Impactos ambientais da exploração pecuária em sistemas intensivos de pastagens. *Informe Agropecuário*, v.33, n.266, p.17-24, 2012.

SOUZA-FILHO, J. R.; SILVA, I.R; NUNES, F. C. Avaliação qualitativa dos serviços ecossistêmicos oferecidos pelas praias da APA Lagoa Encantada/Rio Almada, Bahia, Brasil. *Caminhos de Geografia Uberlândia*, 20 (72), pp. 15-32, 2019. DOI 10.14393/RCG207241182.

SCHMIDT, A. J., BEMVENUT, C. E.; DIELE, K. Sobre a definição da zona de apicum e a sua importância ecológica para populações de caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763). *Boletim Técnico Científico do CEPENE* 19, 9–25.2013.

VANNOTE, L. R.; MINSHALL, W. G.; CUMMINS, W. K.; SEDELL, R. J.; CUSHING, E. C.. 1980. The River Continuum Concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. **37**(1): 130-137. 1980. <https://doi.org/10.1139/f80-017>.

VIEIRA, P. H; SILVA, A. C. A; MENDES, A. M. S. Aplicação do SIG na análise do uso e ocupação das terras nas áreas de preservação do ribeirão TATU e seus afluentes no município de Cordeirópolis / SP. Application in Use Analysis and Occupation of Land in Permanent Preservation Ar. 2016. Periódico Eletrônico: Fórum Ambiental Da Alta Paulista, 12, 50–59.

RICE, R. A. AND GREENBERG, R. Cacao Cultivation and the Conservation of Biological Diversity. 2000. *Ambio* 29(3): 167- 173.

ROSA, R. Introdução ao sensoriamento remoto, 5ª edição. Uberlândia. Ed. Da Universidade Federal de Uberlândia, 2003.238 p.

SILVA, L. S.; FRANÇA, C. A. S. S. de M. SIG como ferramenta de mapeamento das formas de uso e ocupação do solo na APA Igarapé São Francisco, Rio Branco, Acre. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE. Anais, 2013.

SETENTA, W. C.; LOBÃO, D. E.; SANTOS, E. S.; VALLE, R. R. Avaliação do sistema cacau-cabruca e de um fragmento de Mata Atlântica. Ilhéus: Editus, p. 605-628. 2005.

TAVARES, J. M. Metais nos Sedimentos Superficiais da Plataforma Continental entre Itacaré e Olivença, Sul da Bahia, Brasil. 2008. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia. 2008.

YOSHIDA, C. Y. M.; PENNA, M. C. V. M. A IMPORTÂNCIA DAS COMUNIDADES TRADICIONAIS PARA A PROTEÇÃO E PRESERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE E DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO-CULTURAL. Revista DIREITO UFMS, Campo Grande, MS,| v. 7 - n. 1, p. 71 - 91, jan./jun. 2021

ZUGAIB, C. C. A; LOBÃO, E. D.; DE PAULA, F. C. F.; CUNHA, M. J. Valoração ambiental do sistema cacau Cabruca para efeito de crédito rural em Barro Preto, Bahia. Brasília: MAPA, 2017.

## **5 ARTIGO 2 - AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS ATRAVÉS DA MATRIZ DE LEOPOLD: FERROVIA INTEGRATIVA OESTE-LESTE (FIOL) E A APA LAGOA ENCANTADA E RIO ALMADA**

### **RESUMO**

A matriz de interação é um método que possui como objetivo a visualização das relações entre os fatores ambientais e as ações antrópicas. O presente artigo tem como objetivo identificar os possíveis impactos ambientais da construção da FIOL na área de estudo, propondo e discutindo as possíveis medidas mitigadoras dos impactos ambientais para a região estudada em: tipos e eficácia. Para avaliar os possíveis impactos ocasionados ao meio físico, biológico e socioeconômico da APA Lagoa Encantada e Rio Almada pelo empreendimento Ferrovia Integrativa Oeste-Leste, foi realizada a identificação das variáveis e dos seus possíveis impactos através da elaboração de uma matriz de interação específica para esse trabalho, a qual consiste de uma adaptação da Matriz de Leopold. Seu preenchimento se deu através da identificação dos impactos, etapa baseada nas revisões do EIA/RIMA da Ferrovia Integrativa Oeste-leste identificando todas as etapas de execução do empreendimento e meios (físico, biótico e socioeconômico) e caracterização dos impactos ambientais quanto às suas causas, características e os efeitos nos meios. Foram identificados vinte e nove possíveis impactos da implementação da Ferrovia Integrativa Oeste-Leste, decorrentes de onze aspectos diferentes. Dentre esses vinte e nove impactos, apenas dois foram classificados como positivos, sendo eles: “Dinamização da economia regional” e “Geração de empregos para a mão de obra local não especializada”, ambos para o meio socioeconômico e de magnitude alta. A magnitude dos vinte e sete impactos negativos foi 5 para “Baixo”, 5 para “Médio”, 12 para “Alto” e 7 para “Muito Alto”. Dentre os vinte e nove impactos, um não foi previsto e citado pelo EIA-RIMA desenvolvido por OIKOS (2009), sendo “Interferência em Unidades de Conservação”. A matriz aplicada no estudo ordenou de forma objetiva os principais impactos ambientais que serão causados pelo empreendimento nos meios, servindo como ferramenta norteadora para as atividades e permitindo aos gestores uma visão ampla dos aspectos e impactos a serem gerados.

**Palavras-chave:** Impacto ferrovias. Unidade de conservação.

### **5.1 INTRODUÇÃO**

Dentre os métodos de avaliação de impacto ambiental, a matriz de interação, conhecida também como matriz causa-efeito, possui como objetivo permitir a visualização das relações entre os fatores ambientais e as ações antrópicas (IBAMA, 1995), método muito eficiente na identificação de impactos diretos (alteração do ambiente que entra em contato com a ação transformadora), visto que relaciona as interações entre os fatores ambientais e os componentes do projeto (FINUCCI, 2010).

Método de identificação de impactos que consistem em quadro de dupla entrada das ações que podem provocar alterações e os elementos do meio que podem ser alterados, a matriz de interação pode ser qualitativa ou quantitativa, onde a matriz qualitativa relaciona a ação humana com o fator ambiental, sem atribuir valores, enquanto a matriz quantitativa confere valores de magnitude e importância a estas relações (VERD, 2000; SOUZA, 2018).

Dentre as matrizes quantitativas, a matriz de Leopold é uma das mais utilizadas (VERD, 2000). Desenvolvida em 1971 pelo Departamento de Pesquisa Geológica do Interior dos Estados Unidos para avaliar o impacto de uma mina de fosfato, foi o primeiro método a ser estabelecido para avaliações de impacto ambiental e é capaz de reconhecer cem ações que podem ser relacionadas com oitenta e oito fatores ambientais (LEOPOLD et al., 1971).

O uso da Matriz de Leopold permite uma rápida identificação, ainda que preliminar, dos problemas ambientais envolvidos em determinado processo, também permite identificar para cada atividade, os efeitos potenciais sobre as variáveis ambientais (TOMMASI, 1994). Todas as possíveis interações entre as ações e os fatores são sinalizadas, para que posteriormente se estabeleça a magnitude e a importância de cada impacto em uma escala que varia de 1 a 10. A partir disso, é possível identificar e avaliar se o impacto em questão é positivo ou negativo (OLIVEIRA; MOURA, 2009).

O aferimento dos valores da magnitude é relativamente objetivo ou empírico, referindo-se ao grau de alteração provocado por determinada ação sobre o fator ambiental, a atribuição da pontuação para a importância de cada impacto é subjetiva ou normativa, visto que envolve atribuição de peso relativo ao fator afetado no âmbito do projeto, e não há distinção dos efeitos a curto e médio prazos (CREMONEZ et al., 2014; TOMMASI, 1994).

O método permite uma fácil compreensão do público em geral, aborda fatores sociais, acomoda dados qualitativos e quantitativos, fornece boa orientação para a realização de estudos e introduz a multidisciplinaridade (CREMONEZ et al., 2014), e pode ser utilizado para empreendimentos de diferentes portes, como o caso de ferrovias.

Dessa maneira, o presente capítulo tem como objetivo identificar os possíveis impactos ambientais da construção da FIOL na área de estudo, propondo e discutindo as possíveis medidas mitigadoras dos impactos ambientais para a região estudada em: tipos e eficácia.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar os possíveis impactos ocasionados ao meio físico, biológico e socioeconômico da APA Lagoa Encantada e Rio Almada pelo empreendimento Ferrovia Integrativa Oeste-Leste, foi realizada a identificação das variáveis e dos seus possíveis impactos através da elaboração de uma matriz de interação específica para esse trabalho, a qual consiste de uma adaptação da Matriz de Leopold (LEOPOLD et al., 1971).

Foi possível identificar os possíveis impactos ambientais, reconhecendo os agravantes gerados no meio físico, biótico e socioeconômico através da revisão de artigos científicos, estudos de impactos ambientais e demais literaturas. Após a análise e reconhecimento dos impactos, os mesmos foram inseridos na Matriz de Leopold adaptada como meio de quantificação através de indicadores e parâmetros (Magnitude, Importância e Significância).

A Matriz de Leopold foi escolhida como método para esse trabalho em função dos seguintes fatores:

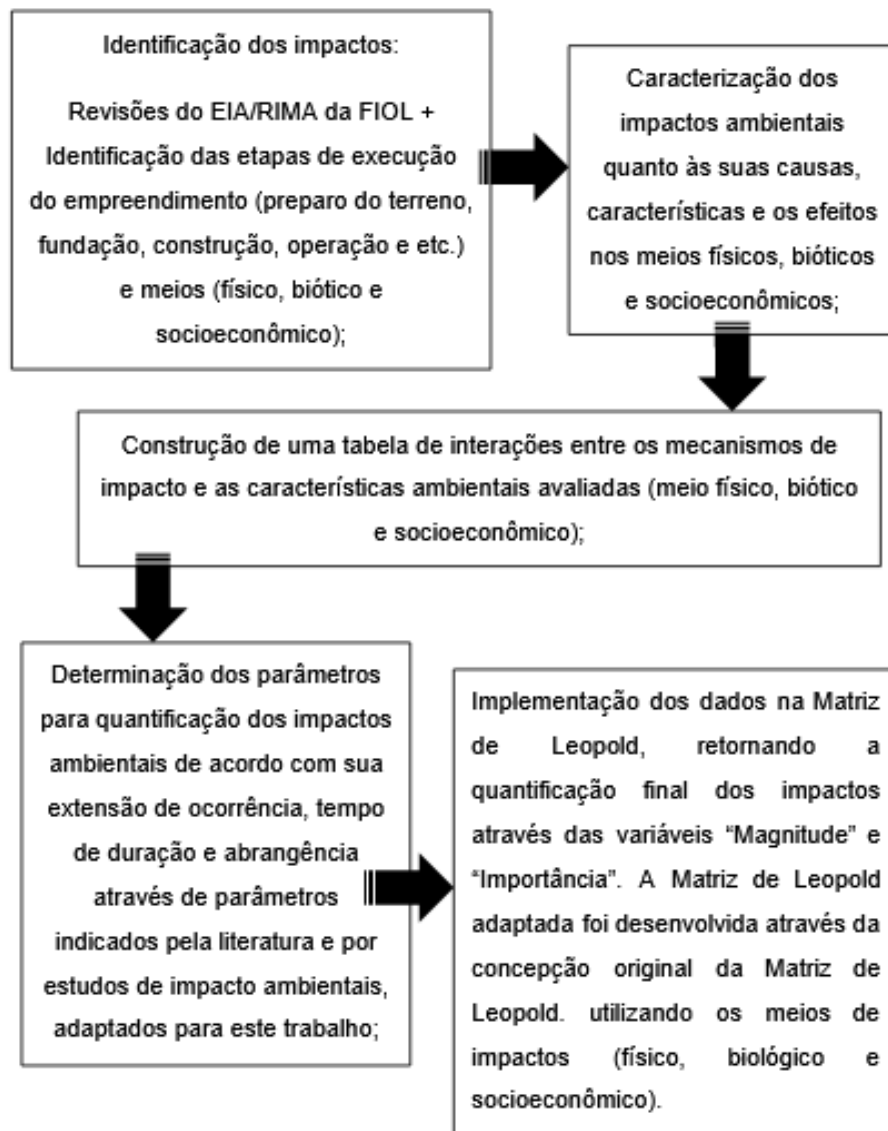
- I) Apresenta abordagem estrutural necessária para Avaliação de Impacto Ambiental de um empreendimento, permitindo sugerir ajustes ao mesmo;
- II) Utilização ampla em Estudos de Impacto Ambiental de diferentes empreendimentos, seja no meio científico ou técnico, facilitando a compreensão dos dados inseridos;
- III) Fácil adaptação de apresentação diante do problema tratado em questão, permitindo uma fácil compreensão da análise e de tomadas de decisões;
- IV) Compatibilidade com o método *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM), utilizado em diversos outros campos de análise, permitindo transporte de dados para outros modelos de avaliação;

Utilizando a Resolução N° 01, de 23 de janeiro de 1986 do CONAMA, que estabelece os requisitos mínimos que uma análise de impacto ambiental deve apresentar, a execução do trabalho seguiu da seguinte maneira:

- 1) Identificação dos impactos - Esta etapa foi realizada baseada nas revisões do EIA/RIMA da Ferrovia Integrativa Oeste-leste identificando todas as etapas de execução do empreendimento (preparo do terreno, fundação, construção, operação e etc.) e meios (físico, biótico e socioeconômico);
- 2) Caracterização dos impactos ambientais quanto às suas causas, características e os efeitos nos meios físicos, bióticos e socioeconômicos;
- 3) Construção de uma tabela de interações entre os mecanismos de impacto e as características ambientais avaliadas (meio físico, biótico e socioeconômico). Os resultados dessa etapa podem ser apreciados nos Apêndices A e B;
- 4) Determinação dos parâmetros para quantificação dos impactos ambientais de acordo com sua extensão de ocorrência, tempo de duração e abrangência através de parâmetros indicados pela literatura e por estudos de impacto ambientais, adaptados para este trabalho;
- 5) Implementação dos dados na Matriz de Leopold, retornando a quantificação final dos impactos através das variáveis “Magnitude” e “Importância”. A Matriz de Leopold adaptada foi desenvolvida através da concepção original da Matriz de Leopold (LEOPOLD et al. 1971), utilizando os meios de impactos (físico, biológico e socioeconômico).

Para melhor visualização das etapas, foi confeccionado o seguinte esquema:

Figura 07 – Esquema representativo da confecção da matriz de Leopold



Fonte: Elaboração da autora.

Conforme a teoria das matrizes de Leopold, cada célula da matriz deve conter a estimativa de dois valores: "Importância" e "Magnitude" do impacto. Conforme Leopold (1971), os impactos apresentam dois atributos principais, onde a importância é a intensidade do efeito na área de influência do empreendimento ou fora dele, correspondente ao fator ambiental e a magnitude é a grandeza em escala espaço-temporal da interação das ações. Importância refere-se à significância da causa sobre o efeito. Magnitude é a medida extensiva, grau ou escala de impacto (RICHIERI, 2006).

A importância de cada impacto ambiental identificado pode variar de uma organização para outra de acordo com o tipo e classe do empreendimento. A NBR

ISO 14004 apresenta que a avaliação de um impacto pode ser facilitada, levando-se em conta a severidade, e probabilidade de ocorrência.

Para esse trabalho, foram utilizados os seguintes critérios:

- A) Importância: determina a classificação do impacto e as ações mitigadoras a serem tomadas. Essa análise é determinada por equação numérica dada pelos coeficientes da Severidade do impacto e Frequência/Probabilidade de ocorrência. A partir do resultado dessa equação é classificado a Importância do impacto em Desprezível, Moderado e Alto.

Desta maneira, a equação do nível de importância se dará pela seguinte equação:

$$\text{Importância} = S + FP$$

Sendo:

S = Severidade;

FP = Frequência/Probabilidade

Onde esses critérios são:

<b>Severidade do impacto</b>	<b>Situação -</b> <b>Normais:</b> Previstos que ocorram em projeto e já possuem avaliação prévia. <b>(+1)</b> <b>Anormais:</b> Não estão previstas ocorrências. <b>(+2)</b>	<b>Grave: 6</b> <b>Alta: 5</b> <b>Média: 4</b> <b>Baixa: 3</b>
	<b>Incidência -</b> <b>Direto:</b> Ocorre devido a uma atividade que está sendo realizada. <b>(+1)</b> <b>Indireto:</b> Se mesmo que o impacto seja decorrente da atividade que está sendo realizada, porém fora da área de controle da ação. <b>(+2)</b> <b>Direto e indireto:</b> Ocorre por conta da ação, podendo também atingir área fora da mesma. <b>(+3)</b>	
	<b>Reversibilidade</b> <b>Reversível:</b> Caso exista a possibilidade de recuperação do	

	ambiente. <b>(+1)</b> <b>Irreversível:</b> Casos em que não há possibilidade de recuperação do meio ambiente. <b>(+2)</b>	
<b>Frequência/Probabilidade e do impacto</b>	<b>Frequência/Probabilidade baixa (B)</b> – Ocorre pontualmente e em um espaço específico de tempo do empreendimento. Existência de procedimentos/controles/gerenciamentos adequados para os aspectos ambientais. <b>(+1)</b>	
	<b>Frequência/Probabilidade média (M)</b> – Ocorre mais de uma vez por mês. Existência de procedimentos/controles/gerenciamentos adequados para os aspectos ambientais. <b>(+2)</b>	
	<b>Frequência/Probabilidade alta (A)</b> – Ocorre diariamente. Existência de procedimentos/controles/gerenciamentos adequados para os aspectos ambientais. <b>(+3)</b>	

Tabela 03. Convenções de importância: conceitos adaptados do Método de Leopold.

Análise da Importância: determinada através do somatório dos índices de Severidade e Frequência/Probabilidade, onde o índice Severidade foi determinado através do somatório dos índices Situação, Incidência, Temporalidade e Reversibilidade de acordo com a equação 1:

$$\text{Severidade} = S + I + R$$

Sendo:

S = Situação;

I = Incidência;

R = Reversibilidade

B) Magnitude: Soma das variáveis Extensão, Periodicidade e Intensidade. A quantificação é realizada pela análise do impacto nos meios físicos, bióticos e socioeconômicos, onde a soma total dos fatores determina a magnitude. Este método permite compreensão facilitada dos resultados, pela abordagem de fatores biofísicos, sociais, dados qualitativos e quantitativos, fornecendo

continuidade dos estudos e possibilitando a introdução da multidisciplinaridade (ALMEIDA, 1994).

Para a escala de extensão será levada em consideração a definição da área de estudo ou influência do projeto, acordada na legislação e prática ambiental brasileira em três tipos de áreas:

1. Área Diretamente Afetada (ADA): É a área necessária para a implantação propriamente dita do empreendimento, incluindo suas estruturas de apoio, vias de acesso privadas que precisarão ser construídas, ampliadas ou reformadas, bem como todas as demais operações unitárias associadas exclusivamente à infraestrutura do projeto, ou seja, de uso privativo do empreendimento.
2. Área de Influência Direta (AID): Área geográfica diretamente afetada pelos impactos decorrentes do empreendimento/projeto e corresponde ao espaço territorial contíguo e ampliado da ADA, e assim como a mesma, deverá sofrer impactos, tanto positivos quanto negativos.
3. Área de Influência Indireta (All): Abrange o território afetado pelo empreendimento, mas no qual os impactos e efeitos decorrentes do empreendimento são considerados menos significativos do que nos territórios das outras duas áreas de influência (ADA e a AID), propiciando uma avaliação da inserção regional do empreendimento e sendo considerado um grande contexto de inserção da área de estudo propriamente dita.

Onde esses critérios são:

<b>Extensão</b> (E - tamanho do efeito ambiental ou área de influência)	<b>Pequena:</b> O impacto é sentido apenas na AID. <b>(+1)</b> <b>Média:</b> O impacto é sentido na ADA. <b>(+2)</b> <b>Grande:</b> O impacto atinge a All ou para além da mesma. <b>(+3)</b> <b>Muito grande:</b> Imensurável. <b>(+4)</b>
<b>Periodicidade</b> (Pe - duração do efeito da ação)	<b>Ação temporária:</b> cessa quando acaba a ação. <b>(+1)</b> <b>Ação variável:</b> não se sabe quando termina o efeito após o fim da ação. <b>(+2)</b> <b>Ação permanente:</b> o efeito perdura

	mesmo após a ação. (+3)
<b>Intensidade</b> (In - força do efeito. Relação da dimensão da ação com o empreendimento)	<b>Pequena:</b> (+1) <b>Média:</b> (+2) <b>Grande:</b> (+3)

Tabela 04. Convenções de magnitude: conceitos adaptados do Método de Leopold.

$$\text{Magnitude} = E + P + I$$

Sendo:

E = Extensão;

P = Periodicidade;

I = Intensidade;

O resultado final de cada quadrícula (interação) é a multiplicação da magnitude pela importância, atribuídas a cada interação, e de acordo com seu resultado, poderá ser Desprezível, Baixo, Moderado ou Alto.

## **EIA RIMA FIOL**

O Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental do empreendimento Ferrovia integrativa Oeste-Leste foi desenvolvido pela OIKOS (2009). O EIA abrange três volumes e o RIMA um único.

A estruturação do EIA é a seguinte:

- Volume 1: “O Empreendimento” - Contém a identificação do Empreendedor e da Consultoria; Dados do empreendimento; Alternativas Tecnológicas e Locacionais e Área de influência do Empreendimento.
- Volume 2: “Diagnóstico Ambiental” - Segmentado em 2A e 2B: “Meio físico”; 2C e 2D: “Meio Biótico - Flora”; 2E, 2F, 2G, 2H, 2I, 2J e 2K: “Meio Biótico - Fauna”; 2L e 2M: “Meio Socioeconômico.
- Volume 3: “Avaliação dos Impactos Ambientais” - Contém Passivos ambientais; Meio físico; Meio biótico; Análise integrada; Prognóstico e Avaliação dos Impactos; Medidas Mitigadoras, Compensatórias e Programas Ambientais; Conclusões.

O RIMA contém informações referentes a: Apresentação do empreendimento; Explicando a Ferrovia; O meio ambiente na região de influência da Ferrovia; Os impactos ambientais; Programas ambientais propostos; Conclusões e equipe técnica envolvida.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Distúrbios antropogênicos têm sido indicados como a principal causa da crise mundial da biodiversidade (BRUMM, 2010). Dentre esses distúrbios, podemos destacar atividades como fragmentação e destruição do habitat, introdução de espécies exóticas e poluição de ambientes com contaminantes químicos (MARZLUFF et al. 2008; GRIMM et al. 2008).

Estradas e ferrovias alteraram fundamentalmente os ecossistemas da Terra por meio de impactos diretos (DOYLE E HAVLICK, 2009). Quando comparadas a outros tipos de empreendimentos, como atividades de mineração, se destacam por causarem impactos ambientais negativos em uma área maior, porém com uma intensidade menor (ALMEIDA et al., 2019).

Na entrada de operação de um sistema de transporte ferroviário de carga irão ocorrer os efeitos decorrentes da utilização do mesmo, da redistribuição da acessibilidade e da movimentação da carga na área de influência prevista, cabendo o monitoramento e o controle dos mesmos (CRUZ, 2004). Os impactos ecológicos profundos podem ser agrupados de uma maneira geral em sete efeitos: mortalidade por acidentes, mortalidade por colisão com veículos, modificação do comportamento animal, alteração do ambiente físico, alteração do ambiente químico, propagação de espécies exóticas e aumento do uso de áreas por seres humanos (TROMBULAK; FRISSELL, 1999).

Os impactos ambientais produzidos pelas obras lineares ocorrem tanto nas fases de planejamento e construção como nas de operação e manutenção. Os impactos ambientais negativos diretos e mais significativos são:

- Destruição da camada vegetal nativa e consequente perda de biodiversidade;
- Contaminação de águas superficiais com óleos, graxas e combustíveis, oriundos dos canteiros de obras, acampamentos e demais estruturas;
- Contaminação do ar e do solo com fuligem, gases, materiais particulados e emissões do escapamento dos veículos e locomotivas (fumaça, hidrocarbonetos aromáticos polinucleares, aerossóis e particulados);
- Geração de ruídos e vibrações por maquinário;

- Aumento da quantidade de sedimentos nos rios e lagos transpostos pelas rodovias, em virtude do transporte de materiais provenientes de áreas de corte (exposição de horizontes do solo com baixa resistência estrutural), aterros e "bota-foras";
- Degradação da paisagem e de sítios culturais (arqueológicos);
- Alteração no uso da terra;
- Alteração nas condições hidrológicas de rios e áreas alagadas, com modificação no sistema natural de drenagem;
- Interferência na circulação ou movimentação de gado, animais silvestres e da população local, podendo, inclusive, interromper rotas migratórias de espécies da fauna nativa, onde o isolamento provocado por ferrovias é, geralmente, muito mais impactante que o proporcionado por rodovias;
- Possibilidade de ocorrência de queimadas acidentais ou provocadas nas margens da ferrovia;
- Aumento na caça e pesca predatória em decorrência da facilitação do acesso proporcionada pelas novas vias terrestres;
- Riscos de acidentes com mortes de animais e pessoas ao cruzar a rodovia e de acidentes ambientais com cargas perigosas (ex. hidrocarbonetos, pesticidas, químicos orgânicos manufaturados);

Foram identificados vinte e nove (29) possíveis impactos da implementação da Ferrovia Integrativa Oeste-Leste, decorrentes de onze (11) aspectos diferentes, sendo eles: Operação de Máquinas e Equipamentos; Terraplanagem, Empréstimos e Botaforas (área de escavações para a obtenção de materiais destinados à complementação de volumes necessários para aterros e área externa à terraplanagem utilizada para dispor materiais escavados nos cortes não aproveitados como aterro, respectivamente); Extração de materiais de Construção; Drenagem e Obras de Arte; Abertura de Caminhos de Serviço; Instalação e Operação de Alojamentos e Canteiros de Obras; Desmatamento e Limpeza do Terreno; Tráfego; Conservação e Restauração; Contratação de Mão de Obra; e Desapropriações;

Dentre esses vinte e nove impactos, apenas dois foram classificados como positivos, sendo eles: “Dinamização da economia regional” e “Geração de empregos para a mão de obra local não especializada”, ambos para o meio socioeconômico e de magnitude alta.

A magnitude dos vinte e sete impactos negativos foi 5 para “Baixo”, 5 para “Médio”, 12 para “Alto” e 7 para “Muito Alto”.

Dentre os vinte e nove impactos, um não foi previsto e citado pelo EIA-RIMA desenvolvido por OIKOS (2009), sendo “Interferência em Unidades de Conservação”. Além disso, o impacto “Alteração dos níveis de ruído e vibrações” foi identificado como impactos distintos para o meio físico e socioeconômico, uma vez que suas origens e consequências são dissemelhantes.

Dos impactos trabalhados na matriz da FIOL, dois não serão abordados aqui, sendo “Risco de perda de patrimônio arqueológico” e “risco de interferência em cavernas”, uma vez que não ocorrerão na área da APA Lagoa Encantada e Rio Almada, e não apresentarão desdobramentos na mesma.

### 3.1. MEIO FÍSICO

A construção de obras lineares, tais como ferrovias, dutos e rodovias, implica necessariamente na interferência com solos e, por vezes, com águas subterrâneas que podem apresentar significativa contaminação em decorrência de atividades que ocorreram no local ou em sua circunvizinhança. Entre os potenciais impactos ambientais decorrentes da execução de obras em uma área contaminada são destaques a possibilidade de contaminação de outros locais por descarte inadequado de solo e água subterrânea contaminados removidos da obra e a ampliação da contaminação existente, além de impactos geralmente relacionados à instabilidade de cortes e taludes ao longo da pista e aos alagamentos causados por má execução ou obstrução do sistema de drenagem (CAGNON et al., 2015; SIMONETTI, 2010, p. 10),

No presente estudo, foram identificados nove (9) impactos referentes a oito aspectos para o meio físico. Dentre os principais impactos levantados na literatura e observados no EIA-RIMA/FIOL destacam-se:

- 1) Alteração dos níveis de ruídos e vibrações;
- 2) Contaminação dos solos e das águas superficiais e subterrâneas por esgotos, óleos e graxas;
- 3) Risco de poluição dos solos e das águas superficiais e subterrâneas devido à disposição inadequada de lixo;
- 4) Poluição aérea por particulados e gases;
- 5) Erosão, assoreamento, compactação dos solos, instabilidade estrutural (escorregamentos, deslizamentos);
- 6) Alagamentos e Represamentos;
- 7) Interferência em Unidades de conservação;

Dos nove impactos, todos foram de caráter negativo, 5 com “baixa” severidade, 1 “média” e 3 “alto”. Quanto à importância, 3 foram “insignificantes”, 2 “baixo”, 3 “médio” e 1 “alto”.

### 3.2. MEIO BIÓTICO

Pesquisas sobre o ambiente de ferrovias geralmente concentram-se nas condições de vida alteradas pela implementação, e pouca atenção tem sido dada às

considerações ambientais e ecológicas (KEI, 2004; LEE et al., 2014). Sabe-se, no entanto, que no meio biótico os impactos mais comuns estão ligados à redução da cobertura vegetal presente na faixa de domínio da via (SIMONETTI, 2010, p. 10).

No presente estudo, foram identificados no meio biótico oito (8) impactos, sendo decorrentes de oito (8) aspectos, onde podemos destacar:

- 1) Risco de redução de habitats da fauna subterrânea;
- 2) Risco de atropelamento de animais;
- 3) Risco de redução de habitats da fauna aquática;
- 4) Subtração da cobertura vegetal com redução da biodiversidade;
- 5) Alterações na circulação da fauna silvestre devido ao efeito barreira;
- 6) Risco de incêndio devido ao grande volume de biomassa seca (inflamável);

Dentre os oito impactos, todos de caráter negativo, o índice de Severidade apresentou-se com 1 “baixo”, 5 “médio” e 2 “grave”, e quanto à Importância, caracterizou-se por 1 “insignificante”, 2 “baixo”, 5 “alto” e 2 “muito alto”.

### 3.3. MEIO SOCIOECONÔMICO

No meio socioeconômico os principais impactos ocasionados por obras lineares estão relacionados às alterações nas atividades econômicas das regiões por onde a trajetória transcorre, ocasionando mudanças nas condições de emprego, e, conseqüentemente, na qualidade de vida dos habitantes. Mas, também, estarão presentes problemas relacionados às emissões de poluentes que afetam diretamente os animais e os seres humanos (SIMONETTI, 2010, p. 10).

Contudo, diferente do que ocorre em rodovias, projetos ferroviários usualmente não possibilitam a circulação e uso público, o que desfavorece a ocupação do solo próximo aos trilhos.

Foram identificados no meio biótico doze (12) impactos, sendo decorrentes de onze (11) aspectos, onde podemos destacar:

- 1) Alterações na circulação das pessoas;
- 2) Risco de interferência com cabeceiras que abastecem habitações rurais;
- 3) Risco da geração de criatórios de insetos que proliferam doenças endêmicas;
- 4) Alterações no uso do solo e deslocamento de contingentes populacionais;

- 5) Seccionamento da propriedade rural e interferências em áreas especiais de acesso à terra.

Este foi o único meio que apresentou impactos positivos, sendo dois (2):

- 6) Geração de empregos para a mão de obra local não especializada;
- 7) Dinamização da economia regional;

Dentre os doze impactos, dois foram de caráter positivo e dez negativo. O valor de Severidade distribui-se com 5 “baixa”, 2 “média”, 3 “alta” e 2 “muito alta”. Quanto a Importância, 2 foram “insignificante”, 2 “baixo”, 4 “média”, 1 “alta” e 2 “muito alta”.

### 3.4. IMPACTOS AMBIENTAIS, SUAS CAUSAS E MEDIDAS MITIGADORAS ASSOCIADAS

Neste tópico são tratados os impactos identificados para o empreendimento ferroviário analisado. São também apresentadas para cada um dos impactos mencionados as possíveis Medidas Mitigadoras a serem aplicadas como formas de redução dos efeitos negativos.

#### 3.4.1. Alteração dos níveis de ruídos e vibrações;

A poluição sonora é a emissão de ruídos desagradáveis que, ultrapassados os níveis legais e de maneira continuada em por determinado tempo, pode causar prejuízo à saúde humana ou ao bem estar da comunidade, além de ser considerado um problema ambiental comum, que afeta a qualidade de vida e a saúde dos seres vivos do planeta Terra (PENIDO et al., 2017; PEREIRA, 2023).

Atividades de construção, de uma maneira geral, induzem níveis de ruído sonoro por volta dos 80 dB(A) - a Organização Mundial de Saúde (OMS) considera intensidades sonoras abaixo de 50 dB(A) como o ideal para a manutenção da saúde humana (PENTEADO E BRITO, ANO).

Durante a fase de instalação de uma ferrovia, alterações dos níveis de ruídos e vibrações serão provenientes do funcionamento de maquinários e do transporte de materiais relacionados às obras, impacto previsto para a AID do meio físico e socioeconômico pelo EIA-RIMA (OIKOS, 2009), e que, para o presente estudo, também foi considerado para o meio biótico.

Já na fase de operação, ferrovias geram barulhos consideráveis, principalmente quando trens de alta velocidade estão em operação. Em uma medição feita a uma distância de 200m, durante a passagem de uma locomotiva com oito vagões, a uma velocidade de 152 km/h, obteve-se um nível de som de 71 dB(A) (ROTHERNBERG, 1974, apud. PEREIRA, 2000), contudo, conforme apresentado pela OIKOS (2009), prevê-se que na operação da FIOI haja significativa redução de vibrações e ruídos gerados na passagem dos truques ferroviários dada a utilização de trilhos soldados em barras longas, e quanto aos ruídos dos motores, os manuais das locomotivas indicam que, com a manutenção adequada, a intensidade raramente ultrapassará 60 dB(A).

Impactos referentes à alteração dos níveis de ruídos e vibrações impactam apenas a Área Diretamente Afetada pela construção da Ferrovia, o que o RIMA destaca:

Como praticamente todo o Traçado atravessa áreas rurais, o impacto (alteração do nível de ruídos e vibrações) é de baixa significância para as populações humanas. Em áreas florestadas pode ocorrer o afastamento de animais, porém este fato ainda não foi criteriosamente observado, sendo, portanto de baixa significância. (OIKOS, 2009. Vol 3. p. 107).

Contudo, o ruído não conhece fronteiras definidas, como as margens de uma ferrovia, e os animais estão sujeitos a uma substancial e descontrolada degradação da percepção de sons importantes para sua reprodução e sobrevivência (BARBER et al., 2010), e já sabe-se que muitos dos efeitos potenciais do ruído audível antropogênico em humanos se aplicam igualmente aos animais (FRANCIS; BARBER, 2013; SHANNON et al., 2016), dessa maneira, se faz imprescindível que monitoramentos relacionados aos níveis de ruídos e medidas mitigadoras sejam aplicados na fase de implantação e operação do empreendimento.

Esse impacto se apresentou para o meio físico e meio socioeconômico, sendo analisados de maneira separada. Para o meio físico, o resultado no nível de Severidade foi “baixo”, e Importância e Magnitude “médias”. Já para o meio socioeconômico, o nível de Severidade foi “alta”, Importância “muito alta” e Magnitude “média”.

As medidas mitigadoras relacionadas a este impacto normalmente são manutenção de máquinas e equipamentos; uso de protetor auricular e demais equipamentos de proteção individual (EPI's) pelos trabalhadores. O EIA-RIMA da FIOI prevê o Plano

Ambiental de Construção, que estabelece diretrizes ambientais relacionadas com impactos ao meio ambiente e à saúde dos funcionários envolvidos na implementação do mesmo.

3.4.2. Contaminação dos solos e das águas superficiais e subterrâneas por esgotos, óleos e graxas, por disposição inadequada de lixo e por cargas perigosas;

O meio físico poderá sofrer a contaminação dos solos e das águas superficiais e subterrâneas com possível alteração da qualidade da água, afetada então pela modificação do escoamento superficial (incorporação de combustíveis, lubrificantes e lixo gerados pelo tráfego), bem como solos erodidos e matéria orgânica. Isso, por sua vez, pode atingir o fluxo e a turbidez das águas superficiais, taxas e capacidade de recarga de aquíferos (TAGGART et al., 1987).

O EIA-RIMA prevê a contaminação do solo, dos mananciais e dos aquíferos em decorrência das instalações industriais que serão implantadas, e na operação, as possibilidades de contaminação poderão ocorrer em decorrência de acidentes envolvendo cargas perigosas (OIKOS, 2009).

O impacto “Contaminação dos solos e das águas superficiais e subterrâneas por esgotos, óleos e graxas” apresentou Severidade “baixa” e Importância e Magnitude “média”, e suas medidas mitigadoras são trabalhadas através do Plano Ambiental de Construção com implantação criteriosa do Programa de Gerenciamento de Riscos Ambientais, além do Plano de Ações Emergenciais com implantação do Subprograma de Monitoramento e Controle dos Resíduos Sólidos, Líquidos e de Serviços de Saúde e Subprograma de Monitoramento e Controle da Qualidade da Água.

Já “Contaminação dos solos e das águas superficiais e subterrâneas por disposição inadequada de lixo” é principalmente relacionada a comportamentos inadequados por parte de subcontratados da instalação (construtoras, terceirizados, etc), ocorrendo de maneira pontual também durante a operação de alojamentos e canteiros de obras, e apresentou Severidade “baixa”, Importância “insignificante” e Magnitude “baixa”.

As medidas mitigadoras relacionadas à disposição inadequada de lixo são detalhadas no Plano Ambiental de Construção, onde o mesmo apresenta o

Subprograma de Monitoramento e Controle dos resíduos sólidos, líquidos e de serviços de saúde para resolução específica do impacto.

Quanto ao impacto relacionado a contaminação dos solos e das águas superficiais e subterrâneas devido a acidentes com cargas perigosas, seu risco maior é na fase de operação e em decorrência de acidentes com cargas perigosas, que no trecho ferroviário em questão serão constituídas, predominantemente, por etanol (OIKOS, 2009). Caracterizado como um impacto de baixa frequência, porém grande intensidade, apresentou Severidade alta”, Importância “média” e Magnitude “muito alta”.

Como medida mitigadora, o EIA-RIMA prevê a elaboração e implantação do Programa de Gerenciamento de riscos de acidentes com cargas perigosas e o respectivo Plano de Ações Emergenciais, considerando a periculosidade das cargas transportadas e a sensibilidade dos ambientes atravessados pela ferrovia.

#### 3.4.3. Poluição aérea por particulados e gases;

Os poluentes do ar são caracterizados como substâncias adicionadas à atmosfera e que resultam em um efeito adverso sobre o meio ambiente. Devido a sua concentração, pode tornar-se nociva à saúde e ao meio ambiente, esses poluentes podem ser encontrados na forma de gases, particulados ou, ainda, na forma de aerossóis (HINRICHS, 2014).

O EIA-RIMA prevê que o trânsito de veículos e equipamentos e as movimentações de terra aumentem a emissão de partículas (poeira) no ar durante a fase de implantação do Empreendimento.

Os impactos na qualidade do ar causados pelo modal ferroviário são geralmente expressos em termos de emissões poluentes por veículos, o que pode aumentar substancialmente durante os períodos de diminuição da velocidade do trem (PROTOPAPAS et al., 2010). Exemplos de poluentes incluem monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidrocarbonetos, compostos orgânicos voláteis e óxido de nitrogênio (GRUYTER e GRAHAN, 2016).

A análise desse impacto apresentou um índice de Severidade “baixa”, Importância “insignificante” e Magnitude “baixa”, principalmente devido a tipologia do empreendimento.

Como medida mitigadora o EIA-RIMA prevê a aplicação criteriosa do Plano Ambiental de Construção, que normalmente indica a utilização de EPI’s para a saúde dos trabalhadores e a manutenção dos maquinários para menor emissão de gases.

3.4.4. Erosão, assoreamento, compactação dos solos, instabilidade estrutural (escorregamentos, deslizamentos);

Diversas atividades realizadas no processo de obras em ferrovias, envolvendo as áreas de apoio, exploração de áreas de empréstimo para a obtenção de materiais de construção, bota-foras, terraplenagem e movimentação de solos e rochas, resultam na degradação do ambiente, ocasionando erosão e/ou contribuindo para o assoreamento dos canais de drenagem e degradação dos terrenos, gerando também locais propícios à proliferação de vetores biológicos (OIKOS, 2009).

Erosões e os assoreamentos são fenômenos associados e, como consequência, o controle dos processos erosivos normalmente interrompe os processos de assoreamento, embora não recupere as áreas já atingidas. A mata ciliar é uma proteção natural contra o assoreamento, e sem ela, a erosão das margens leva terra para dentro do rio e, os sólidos em suspensão trazem prejuízos ecológicos, dificuldade no tratamento de água para abastecimento, entupimento de tubulações de captação e assoreamento e mudando o curso do corpo hídrico. A mata ciliar possui grande importância na manutenção de boa qualidade da água, reduzindo a erosão das margens e conseqüentemente o assoreamento dos rios, que geram sólidos em suspensão e prejudicam a vida aquática e a qualidade da água para uso e consumo humano (SANTOS, 2008; SANTOS et al., 2018).

Esse impacto apresentou Severidade, Importância e Magnitude “altas”, uma vez que sua extensão é grande e periodicidade é permanente, embora seja reversível e de intensidade média.

As medidas mitigadoras previstas pelo EIA-RIMA são relacionadas a implantação criteriosa do Plano Ambiental de Construção, Programa de Proteção Contra Erosão

e dos o Subprograma de Drenagem Superficial e Proteção Contra Erosão, Subprograma de Plantios Paisagísticos e Subprograma de Cobertura Vegetal para Recuperação de Áreas Degradadas.

#### 3.4.5. Alagamentos e Represamentos;

A modificação da drenagem natural para a instalação de cortes e aterros pode causar alterações inadequadas com risco de alagamentos e represamentos.

Na FIOL, os alagamentos podem ser causados especificamente pelos seguintes fatores: A) Implantação de bueiros (tubulares e celulares) com cotas de montante superiores às do fundo dos talvegues que devem dar continuidade; B) Pela implantação de bueiros (tubulares e celulares) que permitem vazão inferior às necessidades das bacias que devem escoar, seja pelo seu pequeno número, seja por terem seção de vazão insuficiente; C) Pela inexistência ou pela insuficiência dos dispositivos que deveriam conduzir as águas até os pontos de escoamento seguro (OIKOS, 2009).

Esse impacto apresentou Severidade, Importância e Magnitude “baixa”. A medida mitigadora sugerida no EIA-RIMA é a implementação do Subprograma de Drenagem Superficial e Proteção Contra Erosão.

#### 3.4.6. Degradação das áreas de extração de materiais de construção;

A extração de materiais de construção causam perdas ambientais consideráveis, tanto pela extração predatória, como pelo desperdício e falta de recuperação das áreas objeto das escavações, atividades que exigem o desmatamento e a remoção do solo orgânico de extensas áreas (OIKOS, 2009), e esse impacto pode acarretar à subtração de cobertura vegetal com redução da biodiversidade, trabalhado no item de número 3.4.8 do presente estudo.

De caráter negativo, esse impacto apresenta baixa frequência e pequena extensão e intensidade, caracterizando-se por Severidade, Importância e Magnitude “baixa”. Suas medida mitigadoras estão associadas a implantação criteriosa do Plano Ambiental de Construção, Programa de Proteção Contra Erosão e Subprogramas dos quais podemos destacar o subprograma de cobertura vegetal para recuperação de áreas degradadas.

#### 3.4.7. Interferência em Unidades de Conservação;

A FIOLE irá interferir em diversas Unidades de Conservação ao longo do seu trecho. A APA Lagoa Encantada e Rio Almada, UC de uso sustentável, sofrerá com as modificações ocasionadas pelo empreendimento do porte da ferrovia, adicionando ainda a estrutura necessária para que a mesma comporte o ponto final do empreendimento.

De uma maneira geral, tendo em vista a importância de UC's e da APA Lagoa Encantada e Rio Almada já trabalhada nos capítulos anteriores, é possível a compreensão da interferência que o empreendimento ocasionará em uma área rica em biodiversidade e importância socioeconômica.

Contudo, por apresentar caráter reversível, baixa frequência e intensidade média esse impacto apresentou Severidade "Baixa", Importância "Insignificante" e Magnitude "Alta". Como medidas mitigadoras, sugere-se a implantação de Unidades de Conservação de Proteção Integral e implantação de corredores locais de Fauna relacionados como compensação, atendendo a Resolução CONAMA nº 369/2006 e CONAMA nº 371/2006.

#### 3.4.8. Subtração da cobertura vegetal com redução da biodiversidade;

O principal impacto causado sobre a flora pela implantação da Ferrovia é a supressão da vegetação, sendo esse o primeiro passo para o início das obras de terraplanagem e demais obras de engenharia civil, que poucas vezes deverão superar os 80 m de largura da faixa de domínio (OIKOS, 2008).

A supressão ou descaracterização da vegetação nativa altera a dinâmica das comunidades animais, restringindo ou inviabilizando sua permanência nas paisagens alteradas. Esse é um problema de perda irreversível de biodiversidade, de abrangência localizada - limitada ao fragmento afetado - e, na maioria das vezes, não traz ameaça grave ao restante dos fragmentos remanescentes da mesma formação fora da ADA. Contudo, a supressão excessiva da vegetação nativa leva ao colapso da biodiversidade, o que implica na perda dos serviços que a natureza presta gratuitamente para as populações humanas e esse colapso pode acontecer de modo brusco, quando a porcentagem da vegetação nativa de uma paisagem é reduzida para além de um certo limiar (ROCHA et al., 2012).

A análise desse impacto resultou em Severidade “média”, Importância “baixa” e Magnitude “Alta”, sendo apresentados seis programas com dezesseis subprogramas para medidas mitigatórias, como o Programa de Proteção da Fauna o Subprograma de Resgate da Fauna nas Frentes de Desmatamento e subprograma de implantação de Passagens Inferiores de Fauna.

Além disso, o EIA-RIMA prevê a implantação de Unidades de Conservação de proteção integral e implantação de corredores locais de Fauna relacionados como compensação para atender a Resolução CONAMA nº 369/2006 e CONAMA nº 371/2006, ambas abordadas no Capítulo 8 do volume 3.

#### 3.4.9. Risco de redução de habitats da fauna subterrânea;

Esse impacto está relacionado principalmente a execução da terraplenagem e execução de escavações para a extração de materiais para construção, tocas, brechas de rochas e outros locais de refúgio e circulação da fauna subterrânea que podem ser removidos ou profundamente alterados, embora também permaneça durante à operação da ferrovia, devido ao impacto dos vagões sobre os trilhos.

A perda de habitat é um impacto ambiental que é bastante ocasionado na fase de construção/implantação e que afeta a fauna silvestre. Quando acontece a perda de habitat ou de cobertura, as espécies endêmicas podem ser extintas do ecossistema, há perda de sítio reprodutivo e conseqüente alteração da composição e abundância de espécies, ocasionando a alteração em suas comunidades (OLIVEIRA et al., 2021).

Esse impacto apresentou Severidade e Importância “média” e magnitude “alta”, e como medidas mitigadoras, foram apresentados o Plano Ambiental de Construção com implantação do Subprograma de Educação Ambiental e Subprograma de Capacitação dos Trabalhadores no Plano Ambiental de Construção; implantação criteriosa Programa de Proteção da Fauna e do Subprograma de Resgate da Fauna nas Frentes de Desmatamento e Subprograma de Implantação de Passagens Inferiores de Fauna.

#### 3.4.10. Risco de atropelamento de animais;

Segundo o EIA-RIMA, os atropelamentos na fase de implantação tem como causas principais o excesso de velocidade, aliado ao vandalismo. Já na fase de operação, devido à baixa frequência de trânsito de trens e a velocidade dos mesmos, os atropelamentos “não devem constituir um impacto significativo sobre a fauna, embora contribua para a perda de mais alguns indivíduos, já expostos a diversos outros riscos” (OIKOS, 2009).

Contudo, alguns estudos têm sido feitos para análise de impactos de travessias em ferrovias, número crescente devido à expansão do sistema ferroviário ao redor do mundo (GRUYTER E CURRIE, 2016). Contar animais mortos ao longo das ferrovias é mais desafiador do que nas estradas, uma vez que ferrovias geralmente cruzam áreas remotas e sua acessibilidade é frequentemente difícil (túneis, topografia íngreme, etc.) (DORSEY et al., 2015; WELLS et al., 1999). Portanto, a maioria dos estudos relata contagens obtidas pelo pessoal da agência de transporte - maquinistas e trabalhadores de manutenção, que muitas vezes não têm experiência com a vida selvagem, levando a identificações imprecisas e subestimação da mortalidade (WELLS et al., 1999).

A análise desse impacto apresentou Severidade “média”, Importância “alta” e Magnitude “média”. Como medidas mitigadoras, o EIA-RIMA apresenta a implantação do Subprograma de Educação Ambiental, Subprograma de Capacitação dos Trabalhadores no Plano Ambiental de Construção, implantação criteriosa Programa de Proteção da Fauna com o Subprograma de Resgate da Fauna nas Frentes de Desmatamento e Subprograma de Implantação de Passagens Inferiores de Fauna.

#### 3.4.11. Alterações na circulação da fauna silvestre devido ao efeito barreira;

O efeito barreira é um dos grandes responsáveis pela fragmentação e isolamento das populações de animais silvestres, que juntamente com a perda de habitat, geram uma redução do tamanho populacional e, conseqüentemente, aumentam os riscos de extinções locais de inúmeras espécies (FORMAN E ALEXANDER, 1998, p. 481). O efeito de barreira causados por rodovias ou ferrovias constituem importantes

obstáculos à movimentação de vertebrados, sendo a principal causa de fragmentação de habitats (LAYREN, 2001, p. 96).

A alteração do movimento de algumas espécies, impedido a circulação total ou parcial entre os habitats é relacionada a respostas comportamentais que podem ocorrer pela simples presença das via ou pela evitação das espécies a presença de veículos, alto tráfego ou ruídos, resultando no isolamento das populações e dificuldade de acesso a recursos, com consequente redução e dificuldade de persistência das populações, especialmente devido à falta de fluxo gênico (COSTA, 2014, p. 19).

Além da estrutura física da ferrovia, a barreira física criada é constituída também pela descaracterização da cobertura vegetal nas adjacências do traçado, com consequente efeito de borda onde as áreas próximas da interface externa acabam ficando mais iluminadas, quentes e secas (OIKOS, 2009).

Com caráter negativo e irreversível, esse impacto apresentou Severidade “média”, Importância e Magnitude “alta”, e as medidas mitigadoras apresentadas são a criteriosa aplicação do Programa de Proteção da Fauna, com Subprograma de Resgate da Fauna nas Frentes de Desmatamento e Subprograma de Implantação de Passagens Inferiores de Fauna. Além disso, o EIA-RIMA prevê a implantação de Unidades de Conservação de proteção integral e Corredores Locais de Fauna, detalhadas no Capítulo 8 do volume 3, como compensação para atender a Resolução CONAMA nº 371/2006 e CONAMA nº 369/2006.

3.4.12. Alteração temporária da circulação da fauna aquática e Risco de redução de habitats da fauna aquática;

O impacto de alteração temporária da circulação da fauna aquática está relacionada à fase de instalação, associada aos bueiros e galerias situados nos leitos dos cursos d'água, com risco de incremento temporário dos sedimentos em suspensão, ruídos e movimentos dos operários nessas frentes de serviço (OIKOS, 2009).

Caracterizado por baixa frequência e média intensidade, esse impacto apresentou Severidade “baixa”, Importância “insignificante” e Magnitude “baixa”.

Já o impacto relacionado ao risco de redução de habitats da fauna aquática está intrínseco aos represamentos e assoreamentos, abordados anteriormente (itens 3.4.4 e 3.4.5). Durante a abertura de caminhos de serviço, sobretudo nas travessias de cursos d'água e de suas cabeceiras, podem ocorrer represamentos e/ou assoreamentos pontuais que inviabilizam a permanência da fauna aquática nos locais afetados.

Uma vez que a FIOLE contará com estruturas sobre cursos d'água ou próximas de rios e lagoas, como no caso específico da Lagoa Encantada e Rio Almada presente na APA, e a mesma conta com comunidade e povos tradicionais que dependem da pesca artesanal e ou do turismo nesses corpos hídricos, o monitoramento do mesmo é de extrema importância.

A análise do impacto "Risco de redução de habitats da fauna aquática" resultou em nível "médio" para Severidade, com Importância "baixa" e "alta" Magnitude. Como medidas mitigatórias, o EIA-RIMA prevê aplicação criteriosa do Plano Ambiental de Construção para evitar a redução de habitats.

#### 3.4.13. Colonização por espécies ruderais e introdução de espécies exóticas;

Espécies ruderais são aquelas que ocorrem em ambientes altamente perturbados pela ação humana, podendo espécies nativas ou exóticas. Um terreno abandonado, um local de descarte de entulhos ou uma área desmatada podem todos ser ocupados por uma comunidade de espécies ruderais, que eventualmente poderá iniciar o processo de sucessão ecológica (MORO et al., 2012).

Espécies invasoras são um grave problema ambiental, mas nem todas as espécies invasoras geram danos realmente apreciáveis. Algumas se restringem a ocupar áreas degradadas (ruderais) e não são capazes de competir com espécies nativas em áreas bem conservadas, contudo, o que define se uma espécie exótica tornou-se ou não invasora é a sua capacidade de dispersão, de se espalhar na nova região (PYSEK et al., 2004).

Espécies exóticas invasoras são reconhecidas como uma das principais causas de perda de biodiversidade no planeta, e dado o aumento global no fluxo de pessoas e bens a tendência é que espécies potencialmente invasoras sejam cada vez mais disseminadas, ampliando seus impactos ambientais (VITOUSEK et al. 1997;

SECRETARIADO DA CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA, 2006; GARDENER et al. 2012).

Ferrovias são reconhecidas como meios de introdução de espécies, como exemplo da Estrada de Ferro Sorocabana – Ligação Ferroviária Mairinque–Santos, responsável pela dispersão de espécies exóticas durante o transporte de grãos, onde muitos caem dos vagões e germinam no próprio local, ou são transportados pela fauna (PAULA et al., 2011). Quando próximas de Unidades de Conservação, como o caso da APA Lagoa Encantada e Rio Almada, o perigo de introdução de espécies exóticas e potenciais invasoras deve ser ainda mais alarmante.

Esse impacto caracteriza-se por Severidade “grave”, Importância “alta” e Magnitude “muito alta”, principalmente por sua extensão, potencial intensidade e caráter permanente.

#### 3.4.14. Risco de incêndio devido ao grande volume de biomassa seca (inflamável);

Segundo o EIA-RIMA, a execução do desmatamento e limpeza do terreno, com a remoção da vegetação e seu estoque na lateral da via para posterior aproveitamento, biomassa bastante inflamável (OIKOS, 2009).

A causalidade de faíscas em partículas em estruturas ferroviárias pode estar associada aos sistemas de combustão e escape, mas também, e, principalmente, aos sistemas de frenagem, constituídos pelos rodados e cepos de freio que, sujeitos a elevado aquecimento, são passíveis de libertarem fragmentos metálicos incandescentes. As linhas férreas são afectadas por incêndios florestais nas suas imediações e/ou contiguidade que, mesmo quando têm origem exógena a essa estrutura ferroviária, acabam por afectar e perturbar o normal funcionamento da circulação. Por sua vez, quando endógenas podem afetar a circulação ferroviária e, causar danos relevantes nas áreas agrícolas/florestais adjacentes à via férrea (LOURENÇO E ROCHA, 2010).

A análise do seguinte impacto resultou em Severidade “grave”, Importância “alta” e Magnitude “muito alta”, sendo um impacto irreversível e de grande intensidade. Como medidas mitigatórias, são apresentados o Programa de Gerenciamento de Riscos Ambientais e Plano de Ações Emergenciais com Subprograma de Educação

Ambiental, Subprograma de Capacitação dos Trabalhadores no Plano Ambiental de Construção e Subprograma de Prevenção contra Queimadas.

#### 3.4.15. Alterações na circulação das pessoas;

Segundo OIKOS (2009), durante a execução dos cortes e aterros, rodovias e acessos podem ser temporária ou permanentemente modificados visando o bom andamento das atividades construtivas e a manutenção da segurança das pessoas.

Casos relacionados a esse impacto gerado pela FIOLE já foram documentados, mesmo que as obras não tenham sido finalizadas completamente em nenhum dos seus trechos. Segundo Oliveira et al. (2017), as estradas do município de Ibiassucê, Bahia, encontravam-se cheias de buraco e poeira, ocasionando impedimento para a população local usufruir de seus veículos e atrapalhando o deslocamento das pessoas na área que abrange o traçado da ferrovia.

Em outro estudo relacionado aos impactos socioeconômicos da FIOLE, dessa vez nas comunidades quilombolas do território Araçá/Volta, no município de Bom Jesus da Lapa, Bahia, dificuldades na circulação da população foram registrados (GONZAGA, 2017; Associação de Advogados e Trabalhadores Rurais, 2019).

Caracterizado por alta frequência e grande intensidade de impacto, o mesmo apresentou Severidade “baixa”, Importância “média” e Magnitude “alta”, e as medidas mitigadoras apresentadas foram a sinalização ostensiva das modificações nos fluxos de pessoas e veículo, criteriosa aplicação do Plano Ambiental de Construção (PAC) e dos programas de Comunicação Social, Relocação de Infraestrutura e gerenciamento de riscos ambientais e Plano de Ações Emergenciais, além da aplicação dos subprogramas de Educação Ambiental e de Capacitação dos Trabalhadores no PAC.

#### 3.4.16. Risco de acidentes e à segurança das pessoas;

Na fase de implantação, diversas atividades relacionadas à construção podem aumentar o risco de acidentes e a segurança das pessoas, principalmente por obras de terraplenagem e o movimento de grandes volumes que gera tráfego intenso de veículos pesados, nuvens de poeira e lama.

Já na fase de operação, uma vez que o traçado intercepta uma série de regiões com a presença de populações residentes, são necessárias obras para evitar ou minimizar o cruzamento da Ferrovia com pessoas e veículos, como alternativas de cruzamento viáveis e condizentes com a realidade daquelas populações.

Contudo, um dado relevante relacionado à acidentes é que, Segundo OIKOS (2009), o risco se reduz em 20 vezes ao substituir os transportes rodoviários pelos ferroviários.

Dessa maneira, esse impacto apresentou Severidade “Baixa”, Importância “Média” e Magnitude “Alta”, principalmente pela sua grande intensidade e periodicidade permanente.

#### 3.4.17. Risco de interferência com cabeceiras que abastecem habitações rurais;

Durante a execução de cortes e aterros e na abertura de caminhos de serviço para a implantação da ferrovia, sobretudo nas travessias de cabeceiras que abastecem habitações rurais, podem ocorrer represamentos e assoreamentos pontuais que prejudicam a quantidade e a qualidade da água captada nesses locais (OIKOS, 2009).

Embora a APA Lagoa Encantada e Rio Almada não tenha nenhuma cabeceira em seu perímetro, a mesma poderá sofrer de maneira indireta com este impacto. O mesmo apresentou Severidade “baixa”, Importância “insignificante” e Magnitude “alta”.

Como medidas mitigadoras, o EIA-RIMA prevê criteriosa aplicação do Plano Ambiental de Construção e de normas ambientais da VALEC relacionadas a controle da poluição e da degradação ambiental na construção, educação ambiental, desapropriações, compensações e indenizações e drenagem superficial e proteção contra erosão.

Além disso, há o comprometimento em garantir a quantidade e a qualidade da água necessária ao abastecimento das habitações e propriedades rurais a jusante das travessias, contudo não são especificadas as maneiras para tal ou normas e planos de ação que garantam o proposto.

3.4.18. Risco da geração de criatórios de insetos que proliferam doenças endêmicas;

Na fase de implantação, durante a abertura de caminhos de serviço, principalmente nas travessias de cursos d'água e de suas cabeceiras e nas proximidades de núcleos habitacionais, podem ocorrer represamentos pontuais propícios à reprodução de insetos que proliferam doenças endêmicas (OIKOS, 2009).

Historicamente, ferrovias possuem uma relação intrínseca com proliferação de doenças endêmicas, como a malária e febre amarela, que dizimaram a vida de muitos trabalhadores de estradas de ferro no final do século 19 e começo do 20 (ZANCANARI, 2022), contudo, isso pode ser principalmente associadas a más condições sanitárias, de alimentação e trabalho da época (GHIRARDELLO, 2002).

Esse impacto apresentou Severidade “baixa”, Importância “insignificante” e Magnitude “média”, e como medidas mitigatórias, prevê-se aplicação criteriosa do Plano Ambiental de Construção e de treze subprogramas relacionados a Recuperação de Áreas Degradadas, gestão de resíduos (sólidos, sanitários e industriais), entre outros.

3.4.19. Seccionamento da propriedade rural e interferências em áreas especiais de acesso à terra;

Desapropriações, e seccionamento de propriedades podem inviabilizar ou alterar profundamente o modo de vida e as fontes de sobrevivência de populações residentes.

A FIOOL prevê a perda de áreas que, segundo o EIA-RIMA, atualmente são destinadas à produção agropastoril. Estas serão ocupadas pela obra ferroviária e pelos futuros corredores locais de fauna. Além disso, áreas remanescentes das desapropriações também podem ser afetadas por isolamento dos mananciais de abastecimento, ou por serem muito pequenas para permitir o uso que o produtor rural fazia dela, ou por também terem sido atingidas a sede ou outras benfeitorias essenciais (OIKOS, 2009).

Esse impacto apresentou Severidade “Média”, Importância “Baixa” e Magnitude “Muito alta”. Como medidas mitigadoras, prevê-se criteriosa aplicação dos

programas de Indenização, reassentamento e desapropriação; de Comunicação social; e de Relocação de infraestrutura, além de subprogramas de averbação e relocação de reservas legais interceptadas, administração da mão de obra, entre outros.

#### 3.4.20. Alterações no uso do solo e deslocamento de contingentes populacionais;

Na etapa de implantação da Ferrovia será necessária a desapropriação, na maioria dos casos parcial, de diversas propriedades, ocasionando alterações no uso do solo (OIKOS, 2009). Além das modificações causadas pelas desapropriações, a FIOLE irá mudar o uso e ocupação devido ao porte do empreendimento e modificações na economia regional.

Esse impacto apresentou Severidade “Grave”, Importância “Alta” e Magnitude “Muito alta”. As medidas mitigadoras previstas são o Registro das áreas excedentes da desapropriação e uso como corredores de fauna na categoria de RPPN; Criteriosa aplicação dos programas de Comunicação Social; de Relocação de Infraestrutura; e de Indenização, reassentamento e desapropriação; Criteriosa aplicação dos seguintes subprogramas: o de Educação ambiental; e o de Averbação e relocação de Reservas legais interceptadas.

#### 3.4.21. Geração de empregos para a mão de obra local não especializada;

Segundo OIKOS (2009), a contratação de mão-de-obra com origem local tende a ser restrita ao pessoal não especializado, e a mão de obra local não especializada poderá ser mobilizada com impactos positivos, ainda que de pequena magnitude, sobre o emprego e a renda.

Com caráter positivo, esse impacto apresentou Severidade “alta”, Importância “média” e Magnitude “alta”, principalmente justificada pelo porte do empreendimento. Como medidas mitigadoras, a execução do Programa de Gerenciamento da Mão-de-Obra, com subprogramas de Administração da Mão de Obra, de Educação Ambiental, de Segurança e Saúde da Mão de Obra e o de Capacitação dos Trabalhadores no Plano Ambiental de Construção.

É apresentado o reconhecimento da difícil execução, uma vez que há necessidade de interferência na liberdade econômica dos indivíduos e das empresas brasileiras,

recomendando a contratação do maior número possível de trabalhadores nas localidades próximas à obra e do maior número possível de serviços e aquisição de produtos disponíveis nos mercados locais.

3.4.22. Dinamização da economia regional e Redução do emprego no modo rodoviário, provavelmente compensado pela geração de empregos em virtude da dinamização econômica;

A FIOLE tem por objetivo facilitar o escoamento da produção de minério e grãos, além de outros produtos, permitindo um potencial crescimento da produção mineral, agrícola e industrial. Inequivocamente a FIOLE fomentará o crescimento e o desenvolvimento econômico dos municípios baianos e tocantinenses envolvidos no seu traçado, mas, como está previsto, provocará também reflexos no âmbito nacional (SOBREAL NETO E BAIARDI, 2021).

De caráter positivo, a Dinamização da economia regional apresentou Severidade “alta” e Importância e Magnitude “muito alta”, e não são apresentadas medidas mitigadoras para o mesmo.

Quanto ao impacto de “Redução do emprego no modo rodoviário”, caracterizou-se por Severidade “baixa”, Importância “média” e Magnitude “muito alta”, e não apresenta medidas mitigadoras uma vez que compensa-se por si mesmo.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A Matriz de Leopold permitiu o diagnóstico dos possíveis impactos da implementação da Ferrovia Integrativa Oeste-Leste, servindo como banco de dados para a elaboração de planos de controle ambiental.

A metodologia adotada alcançou 29 impactos do empreendimento nos três meios analisados. Dentre esses, apenas dois foram classificados como positivos, sendo eles, ambos para o meio socioeconômico e de magnitude alta. A magnitude dos vinte e sete impactos negativos foi 5 para “Baixo”, 5 para “Médio”, 12 para “Alto” e 7 para “Muito Alto”. Dentre os vinte e nove impactos, um não foi previsto e citado pelo EIA-RIMA desenvolvido por OIKOS (2009), sendo “Interferência em Unidades de Conservação”. A identificação e a avaliação dos aspectos e impactos ambientais do empreendimento, apontou como os mais significativos: Risco de contaminação dos solos e das águas superficiais e subterrâneas devido a acidentes com cargas perigosas, Colonização por espécies ruderais e introdução de espécies exóticas, Risco de incêndio devido o grande volume de biomassa seca, Seccionamento da propriedade rural e interferências em áreas especiais de acesso à terra, Alterações no uso do solo e deslocamento de contingentes populacionais, Dinamização da economia regional e Redução do emprego no modo rodoviário.

A matriz aplicada no estudo ordenou de forma objetiva os principais impactos ambientais que serão causados pelo empreendimento nos meios físico, biótico e socioeconômico, ferramenta norteadora para atividades mais impactantes, permitindo aos gestores uma visão ampla dos aspectos e impactos a serem gerados. Esse instrumento é indispensável para um setor de gestão ambiental, sendo utilizado para identificar onde devem ser implantadas uma proposta de mitigação ou até mesmo, se possível e viável, alterações de atividades no processo.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. N.; RODRIGUES, N. G.; VIEIRA, L. C. G.; COUTO JUNIOR, A. F. Problemas nos estudos de impacto ambiental de rodovias e ferrovias. **Rev. Bras. Gest. Amb. Sustent.** [online]. 2019, vol. 6, n. 12, p. 129-136. ISSN 2359-1412. DOI: 10.21438/rbgas.061210

Associação de Advogados e Trabalhadores Rurais. “#FIOL FORA DOS TRILHOS”. 2019. Disponível em: <https://www.aatr.org.br/post/fiolforadostrilhos>. Acesso 21 de novembro de 2022.

BARBER, J. R.; CROOKS, K. R.; FRISTRUP, K. M. The costs of chronic noise exposure for terrestrial organisms. *Trends Ecol Evol* 25:180–189. 2010. DOI: 10.1016/j.tree.2009.08.002

BRUMM, H. Anthropogenic noise: implications for conservation. *Encycl. Anim. Behav.* 1, 89–93378. 2010.

CAGNON, F. A., LIEGGIO JUNIOR, M.; ALVES, C. F.; BARBOSA, A. de O., & FAGUNDES, M. G. Implantação de ferrovias de alta velocidade: contribuição metodológica para o gerenciamento ambiental de obras lineares em áreas contaminadas e potencialmente contaminadas. *TRANSPORTES*, 23(2), 117–123. 2015. DOI: <https://doi.org/10.14295/transportes.v23i2.746>

COSTA, A. S. Efeitos de Escalas Temporais na Definição de Medidas Mitigação de Impactos de Rodovias. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, 81 páginas. 2014.

CREMONEZ, F. E., CREMONEZ, P. A., FEROLDI, M., CAMARGO, M. P. de, KLAJN, F. F., & FEIDEN, A. Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil. *Revista Monografias Ambientais*, 13(5), 3821–3830. 2014. DOI: <https://doi.org/10.5902/2236130814689>.

CRUZ, I. Gestão Ambiental da Operação do Transporte Ferroviário de Carga. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes). Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 115 p. 2004.

DOYLE, M. W.; HAVLICK, D. G. Infrastructure and the Environment. *Annual Review of Environment and Resources*, 34(1), 349–373. 2009. DOI: 10.1146/annurev.environ.022108.

FORMAN, R. T.; ALEXANDER, L. E. Estradas e seu principal efeito ecológico. *Revista anual de ecologia e evolução*, Palo Alto, v.29, p. 207-231, Nov. 1998.

FRANCIS, C. D.; BARBER, J. R. A framework for understanding noise impacts on wildlife: an urgent conservation priority. *Front Ecol Environ* 11:305–313. 2013. DOI: 10.1890/120183.

GARDENER, M.R.; BUSTAMANTE, R.O.; HERRERA, I., DURIGAN, G.; PIVELLO, V.R.; MORO, M.F.; STOLL, A.; LANGDON, B.; BARUCH, Z.; RICO, A.; ARREDONDO-NUNÉZ, A. & FLORES, S. Plant invasions research in Latin America: fast track to a more focused agenda. 2012. DOI: 10.1080/17550874.2011.604800.

GONZAGA, A. V. Conflitos em territórios quilombolas: a elaboração de uma cartilha para o enfrentamento do racismo ambiental. Dissertação de Mestrado Profissional em Sustentabilidade junto a Povos e Terras Tradicionais (MESPT), Universidade de Brasília, Brasília, Brasil. 2017.

GHIRARDELLO, N. À beira da linha: formações urbanas da Noroeste Paulista. São Paulo: Editora UNESP. 2002.

GRIMM, N. B.; FAETH, S. H.; GOLUBIEWSKI, N. E.; REDMAN, C. L.; WU, J.; BAI, X.; BRIGGS, J. M. Global change and the ecology of cities. *Science* 319:756–760. 2008.

GRUYTER, C.; GRAHAM, C. Rail-road crossing impacts: an international synthesis, *Transport Reviews*, 2016. DOI: 10.1080/01441647.2016.1188429.

HINRICHS, R. A. Energia e meio ambiente. 5ª Ed. São Paulo: Cengage, 2014

KEI - Korea Environment Institute. A Study on the Major Environmental Impacts of Railway Construction Projects; Korea Environment Institute: Seoul, Korea. pp. 1–206, 2004.

LAUREN, M. S. A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: um guia de procedimentos para tomada de decisão. Porto Alegre, 2012.

LOURENÇO, L. E ROCHA, J. Risco de ignição de incêndios florestais associado à circulação de material ferroviário em linhas de caminho de ferro, *Territorium, Revista da Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança*, 17, pp. 71–81. 2012.

LEOPOLD, L. B. A procedure for evaluating environmental impact. *Geological Survey Circular*, Washington, n. 645, p. 1-16. 1971.

LEE, M.J.; KIM, M.K.; LEE, S.D. Weight setting of major environmental assessment items using analytical hierarchy Process-Case for the selection of railroad route. *J. Korean Soc. Environ. Impact Assess.* 2014, 23, 517–526

MARZLUFF, J. M.; SHULENBERGER, E.; ENDLICHER, W.; ALBERTI, M.; BRADLEY, G.; RYAN, C.; SIMON, U.; ZUMBRUNNEN, C. *Urban ecology: an international perspective on the interaction between humans and nature.* Springer, Boston. 2008.

MORO, M.F.; SOUZA, V.C.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; QUEIROZ, L.P.; FRAGA, C.N.; RODAL, M.J.N.; ARAÚJO, F.S. & MARTINS, F.R. Alienígenas na sala: o que fazer

com espécies exóticas em trabalhos de taxonomia, florística e fitossociologia? *Acta Botanica Brasilica* 26: 981-989. 2012.

OLIVEIRA, N.; FABÍOLA, A.; BESERRA, R.; PEREIRA, ALMEIDA, I. N. Impactos ambientais oriundos da implantação de rodovia Environmental impacts arising from the road implantation. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 7, p. 69543-69557, 2021.

OLIVEIRA, L. B. de; SANTOS, N. A. dos; CASTRO, J. M. L. A RELAÇÃO SOCIEDADE/NATUREZA E OS IMPACTOS SOCIOESPACIAIS DA INSTALAÇÃO DA FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE-LESTE (FIOL) NO MUNICÍPIO DE IBIASSUCÊ – BA. **Geopauta**, [S. l.], v. 1, n. 3, p. 22-37, 2017. DOI: 10.22481/rg.v1i3.2019. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/geo/article/view/2019>. Acesso em: 19 jun. 2023.

PAULA, G. C. R.; ANTUNES, A. Z.; VILELA, F. E. S. P.; ARZOLLA, F. A. R. D. P.; ESTON, M. R. OCORRÊNCIA E CONSERVAÇÃO DA ANTA *Apirus terrestris* (Linnaeus, 1758) NA RESERVA FLORESTAL DO MORRO GRANDE, SP, BRASIL. **Rev. Inst. Flor.** v, v. 22, n. 1, p. 51-60, 2010.

PENTEADO, M. de L.; BRITO, J. de. FACTORES CONDICIONANTES NA SELECÇÃO DO PROCESSO CONSTRUTIVO DAS ESTACAS DE BETÃO. *Revista Geotecnia* nº 08. 2009.

PENIDO, E. C.; AZEVEDO, F. R.; & DE SOUZA, J. H. POLUIÇÃO SONORA: ASPECTOS AMBIENTAIS E SAÚDE PÚBLICA. *Revista Vianna Sapiens*, 2(1), 21. 2007.

PEREIRA MARTINS, L. A Poluição Sonora e a Busca pelo Silêncio: Qual o valor do Silêncio?. **MusiMid: Revista Brasileira de Estudos em Música e Mídia**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 56–67, 2023. Disponível em: <https://revistamusimid.com.br/index.php/MusiMid/article/view/113>. Acesso em: 17 maio. 2023.

PROTOPAPAS, A.; ROOP, S.; MORGAN, C.; WARNER, J.; OLSON, L. Quantifying the public impacts of highway–rail grade crossings on surface mobility: Regional impact model. *Transportation Research. Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2149, 103–107. 2010.

PYSEK, P.; RICHARDSON, D.M.; REJMÁNEK, M.; WEBSTER, G. L., WILLIAMSON, M.; KIRSCHNER, J. Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. **Taxon** 53: 131-143. 2004.

RICHERI, S. M. M. Estudo do impacto das mudanças climáticas globais nos mangues tropicais. 2006. 117f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Escola de Engenharia Mauá, São Caetano do Sul, 2006.

ROCHA, P. L. B.; AFONSO, F.; BARROS, F. C.R.; CAMPOS, L.; CARVALHO, G.; DOBROVOLSKI, R.; EL-HANI, C. N.; HURBATH, F.; MAIA, M. P.; MARIANO-NETO, E.; ROQUE, N.; VIANA, B. F. Supressão de vegetação nativa na Bahia: o que estamos perdendo. Salvador: UFBA, IMATERRA, Frente Parlamentar Ambientalista da Bahia, 2020. 39 p.

SANTOS, I. J. de A., SILVA, J. A. G. da, SILVA, J. da, MENDES, T. R. M., SOUZA, D. O. de, & SILVA, G. S. da. LEVANTAMENTO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS E MEDIDAS MITIGADORAS PARA A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DO RIO ESTIVA. *Caderno De Graduação - Ciências Exatas E Tecnológicas - UNIT - ALAGOAS*, 4(2), 111. 2018.

SANTOS, D.G.; DOMINGOS, A.F.; GISLER, C.V.T.. Gestão de Recursos Hídricos na Agricultura: O Programa Produtor de Água. IN: Manejo e conservação da água no contexto e mudanças ambientais. XVII Reunião brasileira de manejo e conservação do solo e da água. Rio de Janeiro, 10 a 15 de agosto de 2008.

SOBRAL NETO, R. R. S., & BAIARDI, A.. ICMS Ecológico: viabilidade de sua utilização a partir do passivo ambiental gerado pela FIOL. *Research, Society and Development*, 10 (17). 2021.

SOUZA, C. J. R. Integração entre Matriz de Leopold e Sobreposição de Mapas na Avaliação de Impacto Ambiental / Cecília Jardim Reis Souza. 2018. 81 f.

SANTOS, G. B. ANÁLISE MULTIVARIADA DE PARÂMETROS QUÍMICOS PARA AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA LAGOA ENCANTADA, ILHÉUS, BAHIA. Tese de doutorado - Universidade Federal da Bahia UFBA, Bahia. Pós-Graduação em Química. 2012.

Secretariado da Convenção sobre Diversidade Biológica. **Panorama da biodiversidade global 2** Brasília, Ministério do Meio Ambiente. 2006.

SHANNON, G.; MCKENNA, M. F.; ANGELONI, L. M. A synthesis of two decades of research documenting the effects of noise on wildlife. *Biol Rev* 91:982–1005. 2016. DOI: 10.1111/brv.12207.

SIMONETTI, H. Estudo de impactos ambientais gerados pelas rodovias: sistematização do processo de elaboração de EIA/RIMA. Trabalho de conclusão de curso. Departamento de engenharia civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

TROMBULAK, SC.; FRISSELL, C. A. Review of the ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conserv. Biol.* 14:18–30. 1999.

TAGGART, R., LAURIA, P., GROAT, G., REES, C., & BRICK-TURIN, A. Evaluating grade-separated rail and highway crossing alternatives (Report No. 288). Washington, DC. Transportation Research Board.1987.

TOMMASI, L. R. Estudo de Impacto Ambiental. 1° ed., São Paulo, CETESB, 355 p. 1994.

VITOUSEK, P.M., MOONEY, H.A., LUBCHENCO, J. & MELILO, J.M. Human Domination of Earth's Ecosystems. **Science** **277**: 494-499.1997.

ZANCANARI, N. S. ESTRADAS, DOENÇAS ENDÊMICAS E O PROCESSO DE ABERTURA DE ESTRADAS E FERROVIAS NO OESTE PAULISTA. **História e Cultura**, v. 11, n. 1, p. 359-380. 2022.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS DA DISSERTAÇÃO**

O caminho percorrido ao longo do presente estudo forneceu a sistematização e consolidação do conhecimento produzido e pré-existente na caracterização da APA Lagoa Encantada e Rio Almada e o diagnóstico dos possíveis impactos da implementação da Ferrovia Integrativa Oeste-Leste, servindo como banco de dados para a elaboração de planos de controle ambiental e apresentando uma base de dados georreferenciada contendo os mapas de hidrografia e uso e ocupação do solo da área antes da implantação do empreendimento.

Tendo em vista as modificações na estrutura de paisagem, nos modos de vida das comunidades afetadas direta e indiretamente pelos empreendimentos e na conservação da natureza local, os megaprojetos de infraestrutura que estão sendo implantados dentro da área de preservação devem ser vistos como agentes potentes de transformação.

A área da APA servirá de base para escoamento de minério e produtos agrícolas da região oeste ao porto-sul, e a mesma servirá de zona de impacto para os 29 impactos do empreendimento identificados nos três meios analisados através da Matriz de Leopold gerada no presente estudo.

É necessário que sejam realizados estudos futuros acerca do uso e ocupação do solo com a finalidade de comparação e averiguação dos impactos causados pelo empreendimento e das mudanças profundas por ele causadas, e se faz indispensável que o setor público acompanhe a gestão ambiental dos empreendimentos causadores de impacto.

## REFERÊNCIAS FINAIS

ALMEIDA, T. M., SOUZA, A. M., MOREAU, M. S., PIRES, M. M., FONTES, E.O., GÓES, L. M. 2008. Reorganização Socioeconômica no Extremo Sul da Bahia Decorrente da Introdução da Cultura do Eucalipto. *Sociedade & Natureza*, 20 (2) , pp. 5-18. 2008.

AQUINO, M. D; MOTA, S. Proposta de uma matriz para avaliação de impactos ambientais. In: VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Vitória, ES. p.9. 2002. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/sibesa6/ccxiii.pdf>>. Acesso em 01 nov. 2022.

CERQUEIRA NETO, S. P. G. Construção Geográfica do Extremo Sul da Bahia. *Revista de Geografia UFPE, Recife*, v. 30, n. 1, p. 246-264, 2013.

CARNEIRO, R. A. F. A indústria de papel e celulose no Extremo Sul: estágio atual e perspectivas. *Bahia: Análise e Dados, Salvador, CEI*, v.4, n.2/3, p.206- 217. 1994.

DE SOUZA, K. V., VERDE, R. B. D. R. V., ALAMINO, R. D. C. J., FERNANDES, F. R. C. . Mineração na Região Nordeste do Brasil: quadro atual e perspectivas. In *Recursos Minerais e Comunidade: Impactos Humanos, Socioambientais e Econômicos*; Cetem/Mcti: Rio de Janeiro, Brasil, pp 117–123. 2014.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. Centro de Tecnologia Mineral. *Mineração e desenvolvimento sustentável: desafios para o Brasil*. Editor Maria Laura Barreto. Rio de Janeiro: CETEM; MCT, 2001. 216 p., il.

BRASIL. MANUAL DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL FEDERAL. Ministério da Infraestrutura, Brasil. 2020.

BAHIA Zoneamento da APA Lagoa Encantada. Coordenação de Desenvolvimento do Turismo - CODETUR, Resolução CEPRAM nº 1.802, 23 de outubro de 1998. Boletim Técnico.

BURROUGH, P. A. Principles of geographical information systems for land resources assessment. Oxford: Claredon Press, 1986. 320p.

CAMPANILI, M.; PROCHNOW, M. Mata Atlântica: uma rede pela floresta. Brasília: RMA, 322p.2006.

DIAS, I.R., MIRA-MENDES, C.V., SOLÉ, M. Rapid inventory of herpetofauna at the APA (Environmental Protection Area) of the Lagoa Encantada and Rio Almada, Southern Bahia, Brazil. *Herpetology Notes* 7: 627–637. 2014.

FUNDAÇÃO SOS Mata Atlântica. MG volta a liderar ranking de desmatamento da Mata Atlântica: Histórico do desmatamento. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica. 2016a. Disponível em: <

<https://www.sosma.org.br/105066/mg-volta-liderar-ranking-de-desmatamento-da-mata-atlantica/>>. Acesso em: 27 nov. 2016.

FUNDAÇÃO SOS Mata Atlântica. Observando os rios: O retrato da qualidade da água em rios das regiões sul, sudeste e nordeste do Bioma Mata Atlântica e Distrito Federal. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica. 2016. Disponível em: <[https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2016/03/relatorio\\_rios\\_2016.pdf](https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2016/03/relatorio_rios_2016.pdf)>. Acesso em: 22 nov. 2016.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica no período 2013-2014: Relatório Técnico. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2015. Disponível em: <[http://mapas.sosma.org.br/site\\_media/download/atlas\\_2013-2014\\_relatorio\\_tecnico\\_2015.pdf](http://mapas.sosma.org.br/site_media/download/atlas_2013-2014_relatorio_tecnico_2015.pdf)>. Acesso em: 23 nov. 2016.

FUNDAÇÃO SOS Mata Atlântica. Relatório Anual de 2021, São Paulo, Brasil. 2021.

GOMES, R.L.; MARQUES, E. A. Utilização de técnicas de mapeamento geotécnico para a avaliação da adequabilidade da bacia do Almada para implantação de obras lineares. In: MORAES, MEB., and LORANDI, R., orgs. Métodos e técnicas de pesquisa em bacias hidrográficas Ilhéus, BA: Editus, pp. 57-79. 2016

GOMES, R. L. AVALIAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL E VULNERABILIDADE NATURAL À PERDA DE SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ALMADA. Boletim de Geografia, v. 31, n. 3, p. 41-53, 2013.

KINZEY, W.G. Distribution of primates and forest refuges. In: PRANCE, G. T. Biological Diversification in the Tropics. New York, Columbia University Press, p. 455-482.1982.

KALISKI, A. D.; FERRER, T.R.; LAHM, R. A. Análise temporal do uso do solo através de ferramentas de geoprocessamento-estudo de caso: município de Butiá/RS. Para Onde!?,4(2), p. 01-16. 2010.

PRADO, R. M; ROCHA C. E.; GIUDICE G.M.L. Mamíferos de médio e grande porte em um fragmento de Mata Atlântica, Minas Gerais, Brasil. R. Árvore, Viçosa-MG, v.32, n.4, p. 741-749, 2008.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. Biologia da Conservação. Londrina: E. Rodrigues. 328 p. 2001.

LA ROVERE, E. L. Instrumentos de planejamento e gestão ambiental para à Amazônia, cerrado e pantanal-demandas e propostas: Metodologia de avaliação de impacto ambiental. 2.ed. IBAMA: Brasília. 54p. 2001.

MORAES, M. E. B., Gomes, R. L., Thévenin, J. M. R., da Silva, G. S., & da Costa Viana, W. R. C. ANÁLISE DA PAISAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO

ALMADA (BA) COM BASE NA FRAGMENTAÇÃO DA VEGETAÇÃO. Caminhos de Geografia Uberlândia v. 13, n. 41, p. 159–169. 2021.

MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., FONSECA, G. A. B., KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403, 853-858. 2000. DOI: 10.1038/35002501

MITTERMEIER, R. A.; GIL, R. P.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, G. C.; LAMOREUX, J.; FONSECA, A. B. G. Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions an Inspiring Update to an Unparalleled Biodiversity Resource. Cemex Conservation Book Series 12. Conservation International. 391p. 2005.

MMA. Mata Atlântica: patrimônio nacional dos brasileiros / Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Núcleo Mata Atlântica e Pampa; organizadores Maura Campanili [e] Wigold Bertoldo Schaffer. – Brasília: MMA, 2010. 408 p. : il. color. ; 23 cm. - (Biodiversidade, 34). 2010.

MENEGUZZO, I. S; CHAICOUSKI, A. Reflexões acerca dos conceitos de degradação ambiental, impacto ambiental e conservação da natureza. Revista Geografia, Londrina – PR, v. 9, n. 1, p. 181- 185. 2010.

MELLO, K.;TANIWAKI, R. H.; PAULA, F. R.; VALENTE, R. A., RANDHIR, T. O.; MACEDO, D. R.; LEAL, C, G.; RODRIGUES, C. B.; HUGHES, R. M. (2020). Multiscale land use impacts on water quality: Assessment, planning, and future perspectives in Brazil. Journal of Environmental Management,270, 110879, p. 01-16.

MURGEL, E. Especificação do Pavimento como Agente de Controle de Ruído de Tráfego. Anais do XIX Encontro da SOBRAC. 2000.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. Programa de Aceleração do Crescimento: Ações do MT. 2013. Disponível em: [www.transportes.gov.br/conteúdo](http://www.transportes.gov.br/conteúdo). Acesso: mar/2022.

NABAIS, R. J. da S. Manual básico de engenharia ferroviária. São Paulo. Oficina de Textos, 2014.

OLIVEIRA, F. F. G. D., & MEDEIROS, W. D. D. BASES TEÓRICO-CONCEITUAIS DE MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM EIA/RIMA. Mercator - Revista de Geografia da UFC, 6(11),79-92. [fecha de Consulta 8 Jun. 2023]. ISSN: . Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273620627009>. 2007.

PEDREIRA, M. da S. Complexo florestal, desenvolvimento e reconfiguração do espaço rural: o caso da Região Extremo Sul baiano. Bahia análise e dados, Salvador, v.13, n.4, p.1005-1018. 2004.

PALOMO, K. G. S. Fronteiras e Sobreposições: A implantação do Porto Sul e a conservação da biodiversidade no Sul da Bahia. *Investigação Qualitativa em Ciências Sociais*. Volume 3. 2015.

ROMANINI, P. U. Rodovias e meio ambiente: principais impactos ambientais, incorporação da variável ambiental em projetos rodoviários e sistema de gestão ambiental. 2001. 127 f. Tese de Doutorado, Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2001.

RYLANDS, A. B E BRANDON, K. Unidades de conservação brasileiras. *MEGADIVERSIDADE*. Volume 1 - Nº 1. Julho. 2005.

SANTOS, A. C. de A.; SCHIAVETTI, A.; VIANA, B. F.; FARIA, D.; CAMPOS, L.; ROQUE, N.; CARVALHO, de C. A. L. 2022. Biodiversidade na Bahia. *ACADEMIA DE CIÊNCIAS DA BAHIA*.

REGO, N. A. C.; BARROS, S. R.; SANTOS, J. W. B. AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA CONCENTRAÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES NA LAGOA ENCATADA, ILHÉUS, BAHIA, BRASIL. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 4, n. 1, jan. 2010. ISSN 1982-5528. Disponível em: <<http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/54>>. Acesso em: 26 fev. 2023.

SILVA, E. Avaliação qualitativa de impactos ambientais do reflorestamento no Brasil. 1994, 309 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 1994.

SILVA, E. Técnicas de avaliação de impactos ambientais. Departamento de Engenharia Florestal - Centro de Ciências Agrárias, Viçosa, Brasil, 64 p. 1999.

SOUZA, J. R.; MORAES, M. E. B.; SONODA, S. L.; SANTOS, H. C. R. G. 2014. A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. *REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA*, Fortaleza, v. 8, n. 1, abr. 2014. ISSN 1982-5528. Disponível em: <<http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/217>>. Acesso em: 26 fev. 2023.

SCARANO, F.; CEOTTO, P. Brazilian Atlantic forest: impact, vulnerability, and adaptation to climate change. *Biodiversity and Conservation*, v. 24, n. 9, p. 2319-2331, 2015.

SEVEGNANI, L.; SCHROEDER, E. Biodiversidade catarinense: Características, potencialidades, ameaças. Santa Catarina, Blumenau. Editora Edifurb, 252p. 2013.

SANTOS, F. S. Veículo Leve sobre Trilhos: simulação do impacto ambiental acústico em Brasília – DF. 2016. xvi, 105 f., il. Dissertação de Mestrado em Transportes, Universidade de Brasília, Brasília. 2016.

SANTOS, M. S. 2021. Formação regional inicial do Extremo, A. "A FORMAÇÃO REGIONAL INICIAL DO EXTREMO SUL DA BAHIA (1945-1960)." *CONSELHO EDITORIAL CIENTÍFICO*. 2021.

SOUZA FILHO, J. R. D. Gestão Costeira Municipal: Métodos e Ferramentas para o Gerenciamento do Litoral da Apa Lagoa Encantada/Rio Almada, Sul do Estado da Bahia. Tese de mestrado, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geologia, 165p. 2017.

SILVA, T. O.; ROCHA, A. F.; OLIVEIRA, M. A.P.; OLIVEIRA, P. E. Avaliação do Ecoturismo em um Povoado da Área de Proteção Ambiental da Lagoa Encantada, Ilhéus, BA. *Estudos Geográficos, Rio Claro*, 5(1): 15-26, 2007.

SANTOS, C. S.; SILVA, J. L. C. Os impactos do plantio de eucalipto e da produção de celulose em comunidades tradicionais no extremo sul baiano. *Alerta contra Desertos Verdes, Bahia*, 2021.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. PIB Municipal: estrutura setorial do PIB Municipal – Bahia – 2015. Salvador: SEI, [2016?]a. Disponível em: [https://www.sei.ba.gov.br/images/pib/xls/municipal/setorial\\_pib\\_2015.xls](https://www.sei.ba.gov.br/images/pib/xls/municipal/setorial_pib_2015.xls). Acesso em: 17 out. 2022.

STAMM, H. G. Método para avaliação de impacto ambiental (aia) em projetos de grande porte: estudo de caso de uma usina termelétrica. 2003. 265f. Tese de Doutorado em Engenharia Industrial, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. Disponível em: <<http://www.universoambiental.com.br/Arquivos/impactoambiental.pdf>>. Acesso em 20 out. 2022.

TEIXEIRA, F. Z; GONÇALVES, L. O.; BIASOTTO, L. D.; NÓBREGA, R. A. A.; ANDREAS, K. Ferramentas geográficas para análise e mitigação de impactos ambientais causados por infraestruturas viárias de transporte terrestre. *GEOPROCESSAMENTO NA ANÁLISE AMBIENTAL*, Universidade Estadual de Santa Catarina, 2020. Cap. 8.

TUCCI, C.E.M. Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Editora da Universidade/ABRH, cap.1, p.25-33; cap.22, p.849-75.1993.

TABARELLI, M., MELO, M.D.V.C. & LIRA, O.C. A Mata Atlântica do nordeste. In: Campanili, M. & Prochnow, M. (eds.). *Mata Atlântica - uma rede pela floresta*. RMA, Brasília, pp. 1-17.2006.

THOMAS, W. M. W.; A. M. V., CARVALHO, A. M .A. ; AMORIM, J. ;GARRISON, e ARBELÁEZ, A. L.; Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation*. v. 7:311-322. 1998.

VALENTE, O.F.; CASTRO, P.S. (1983). A bacia hidrográfica e a produção de água. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.9, p.54-6, 1983.

ZAIDAN, R. T. GEOPROCESSAMENTO CONCEITOS E DEFINIÇÕES. Revista de Geografia - PPGeo - UFJF, v. 7 n. 2. 2017. DOI: <https://doi.org/10.34019/2236-837X.2017.v7.18073>.

ZANATA, REVISTA GEONORTE, Edição Especial, V.2, N.4, p.1262 - 1272. 2012.

## APÊNDICE A

IMPACTO	MEIO	CARÁTER	SITUAÇÃO	INCIDÊNCIA	REVERSIBILIDADE	FREQÜÊNCIA	EXTENSÃO	PERIODICIDADE	INTENSIDADE	RESULTADO
Alteração temporária da circulação da fauna aquática	BIOT	NEGAT	NORM (+1)	Direta (+1)	Reversível (+1)	Baixa (+1)	Pequena (+1)	Temporária (+1)	Média (+2)	Severidade: Baixa Importância: Insignificante Magnitude: Baixa
Risco de redução de habitats da fauna aquática	BIOT	NEGAT	NORM (+1)	Direta (+1)	Irreversível (+2)	Baixa (+1)	Pequena (+1)	Permanente (+3)	Grande (+3)	Severidade: Média Importância: Baixa Magnitude: Alta
Colonização por espécies ruderais e introdução de espécies exóticas	BIOT	NEGAT	NORM (+1)	DI (+3)	Irreversível (+2)	Baixa (+1)	Muito grande (+4)	Permanente (+3)	Grande (+3)	Severidade: Grave Importância: Alta Magnitude: Muito alta
Risco de incêndio devido o grande volume de biomassa seca (inflamável)	BIOT	NEGAT	NORM (+1)	DI (+3)	Irreversível (+2)	Baixa (+1)	Muito grande (+4)	Variável (+2)	Grande (+3)	Severidade: Grave Importância: Alta Magnitude: Muito alta
Alterações na circulação das pessoas	SOCIOEC	NEGAT	NORM (+1)	Direta (+1)	Reversível (+1)	Alta (+3)	Média (+2)	Permanente (+3)	Grande (+3)	Severidade: Baixa Importância: Média Magnitude: Alta
Risco de acidentes e à segurança das pessoas	SOCIOEC	NEGAT	NORM (+1)	Direta (+1)	Reversível (+1)	Alta (+3)	Média (+2)	Permanente (+3)	Grande (+3)	Severidade: Baixa Importância: Média Magnitude: Alta
Risco de interferência com cabeceiras que abastecem habitações rurais	SOCIOEC	NEGAT	NORM (+1)	Direta (+1)	Reversível (+1)	Baixa (+1)	Grande (+3)	Permanente (+3)	Pequena (+1)	Severidade: Baixa Importância: Insignificante Magnitude: Alta
Risco da geração de criatórios de insetos que proliferam doenças endêmicas	SOCIOEC	NEGAT	NORM (+1)	Direta (+1)	Reversível (+1)	Baixa (+1)	Média (+2)	Temporária (+1)	Média (+2)	Severidade: Baixa Importância: Insignificante Magnitude: Média
Secionamento da propriedade rural e interferências em áreas especiais de acesso à terra	SOCIOEC	NEGAT	NORM (+1)	Direta (+1)	Irreversível (+2)	Baixa (+1)	Grande (+3)	Permanente (+3)	Grande (+3)	Severidade: Média Importância: Baixa Magnitude: Muito alta
Alteração dos níveis de ruídos e vibrações	SOCIOEC	NEGAT	NORM (+1)	DI (+3)	Reversível (+1)	Alta (+3)	Média (+2)	Variável (+2)	Média (+2)	Severidade: Alta Importância: Muito alta Magnitude: Média
Alterações no uso do solo e deslocamento de contingentes populacionais	SOCIOEC	NEGAT	NORM (+1)	DI (+3)	Irreversível (+2)	Baixa (+1)	Muito grande (+4)	Permanente (+3)	Grande (+3)	Severidade: Grave Importância: Alta Magnitude: Muito alta
Geração de empregos para a mão de obra local não especializada	SOCIOEC	POSIT	NORM (+1)	DI (+3)	Reversível (+1)	Baixa (+1)	Muito grande (+4)	Temporária (+1)	Grande (+3)	Severidade: Alta Importância: Média Magnitude: Alta
Dinamização da economia regional	SOCIOEC	POSIT	NORM (+1)	DI (+3)	Reversível (+1)	Alta (+3)	Muito grande (+4)	Variável (+2)	Grande (+3)	Severidade: Alta Importância: Muito alta Magnitude: Muito alta
Redução do emprego no modo rodoviário, provavelmente compensado pela geração de empregos em virtude da dinamização econômica	SOCIOEC	NEGAT/POSIT	NORM (+1)	Direta (+1)	Reversível (+1)	Alta (+3)	Muito grande (+4)	Variável (+2)	Grande (+3)	Severidade: Baixa Importância: Média Magnitude: Muito alta

IMPACTO	MEIO	CARÁTER	SITUAÇÃO	INCIDÊNCIA	REVERSIBILIDADE	FREQÜÊNCIA	EXTENSÃO	PERIODICIDADE	INTENSIDADE	RESULTADO
Alteração dos níveis de ruídos e vibrações	FIS	NEGAT	NORM (+1)	Direta (+1)	Reversível (+1)	Alta (+3)	Média (+2)	Temporária (+1)	Média (+2)	Severidade: Baixa Importância: Média Magnitude: Média
Contaminação dos solos e das águas superficiais e subterrâneas por esgotos, óleos e graxas	FIS	NEGAT	NORM (+1)	DI (+3)	Reversível (+1)	Baixa (+1)	Grande (+3)	Variável (+2)	Pequena (+1)	Severidade: Alta Importância: Média Magnitude: Média
Risco de poluição dos solos e das águas superficiais e subterrâneas devido a disposição inadequada de lixo	FIS	NEGAT	NORM (+1)	Direta (+1)	Reversível (+1)	Baixa (+1)	Pequena (+1)	Variável (+2)	Pequena (+1)	Severidade: Baixa Importância: Insignificante Magnitude: Baixa
Risco de contaminação dos solos e das águas superficiais e subterrâneas devido a acidentes com cargas perigosas	FIS	NEGAT	NORM (+1)	DI (+3)	Reversível (+1)	Baixa (+1)	Muito grande (+4)	Permanente (+3)	Grande (+3)	Severidade: Alta Importância: Média Magnitude: Muito alta
Poluição aérea por particulados e gases	FIS	NEGAT	NORM (+1)	Direta (+1)	Reversível (+1)	Baixa (+1)	Pequena (+1)	Temporária (+1)	Pequena (+1)	Severidade: Baixa Importância: Insignificante Magnitude: Baixa
Erosão, assoreamento, compactação dos solos, instabilidade estrutural (escorregamentos, deslizamentos)	FIS	NEGAT	NORM (+1)	DI (+3)	Reversível (+1)	Médio (+2)	Grande (+3)	Permanente (+3)	Média (+2)	Severidade: Alta Importância: Alta Magnitude: Alta
Alagamentos e Represamentos	FIS	NEGAT	NORM (+1)	Direta (+1)	Reversível (+1)	Médio (+2)	Média (+2)	Temporária (+1)	Pequena (+1)	Severidade: Baixa Importância: Baixa Magnitude: Baixa
Degradação das áreas de extração de materiais de construção	FIS	NEGAT	NORM (+1)	Direta (+1)	Reversível (+1)	Baixa (+1)	Pequena (+1)	Temporária (+1)	Pequena (+1)	Severidade: Baixa Importância: Baixa Magnitude: Baixa
Interferência em Unidades de Conservação	FIS	NEGAT	NORM (+1)	Direta (+1)	Reversível (+1)	Baixa (+1)	Grande (+3)	Permanente (+3)	Média (+2)	Severidade: Baixa Importância: Insignificante Magnitude: Alta
Subtração da cobertura vegetal com redução da biodiversidade	BIOT	NEGAT	NORM (+1)	Direta (+1)	Irreversível (+2)	Baixa (+1)	Média (+2)	Permanente (+3)	Grande (+3)	Severidade: Média Importância: Baixa Magnitude: Alta
Risco de redução de habitats da fauna subterrânea	BIOT	NEGAT	NORM (+1)	Direta (+1)	Irreversível (+2)	Alta (+3)	Pequena (+1)	Permanente (+3)	Grande (+3)	Severidade: Média Importância: Alta Magnitude: Alta
Risco de atropelamento de animais	BIOT	NEGAT	NORM (+1)	Direta (+1)	Irreversível (+2)	Alta (+3)	Pequena (+1)	Temporária (+1)	Grande (+3)	Severidade: Média Importância: Alta Magnitude: Média
Alterações na circulação da fauna silvestre devido ao efeito barreira	BIOT	NEGAT	NORM (+1)	Direta (+1)	Irreversível (+2)	Alta (+3)	Média (+2)	Permanente (+3)	Grande (+3)	Severidade: Média Importância: Alta Magnitude: Alta