

# VIII Seminário Socioambiental em Infraestrutura de Transportes



## LICENCIAMENTO AMBIENTAL RETOMANDO DIÁLOGOS

V7. N.1 (2024) E-ISSN 2675-2700

MINISTÉRIO DOS  
TRANSPORTES

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO



**VIII SEMINÁRIO SOCIOAMBIENTAL EM  
INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES**  
**LICENCIAMENTO AMBIENTAL: RETOMANDO DIÁLOGOS**  
**VIA VIVA 2024**

**V. 7. N.1. (2024)**  
**e - ISSN - 2675-2700**

## **REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

**LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA**

*Presidente*

## **MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES**

**JOSÉ RENAN VASCONCELOS CALHEIROS FILHO**

*Ministro*

**GEORGE ANDRÉ PALERMO SANTORO**

*Secretário Executivo*

**CLOVES EDUARDO BENEVIDES**

*Subsecretário de Sustentabilidade*

## **COORDENAÇÃO TÉCNICA EXECUTIVA**

**GEORGE YUN**

*Coordenador-Geral de Projetos Especiais e Mudança do Clima*

**CAMILA LOURDES DA SILVA**

*Coordenadora-Geral de Licenciamento Ambiental*

## **EQUIPE TÉCNICA**

**FANI MAMEDE**

**FERNANDA DE CARVALHO BORGES**

**HENRIQUE FRANK DOS SANTOS**

**ISABELLE MIRANDA DE SOUSA**

**JOÃO PEDRO DA VEIGA PACHECO NETO**

**JOYCE CORREIA DOS ANJOS DA SILVA**

**MARIA LUIZA DA SILVA SANTOS**

**MARÍLIA DE OLIVEIRA CORREA DA CUNHA**

**ROSÂNGELA FINOCKETI PINNA**

**RICARDO LUIZ MEDEIROS MEIRELLES**

**THIAGO OLANTE CASAGRANDE**

As ideias, opiniões e conclusões dos artigos técnico-científicos desta obra não necessariamente expressam opiniões do Ministério dos Transportes acerca do tema e eventuais erros ou omissões são de responsabilidade exclusiva dos autores.

## **COMITÊ EDITORIAL**

**COORDENADOR:** GEORGE YUN

**MEMBROS:**

GEORGE YUN

JOÃO PEDRO DA VEIGA PACHECO NETO

JOSÉ PEDRO FRANCISCONI JUNIOR

MANOEL DE ANDRADE E SILVA REIS

RICARDO LUIZ MEDEIROS MEIRELLES

SANDRO FILIPPO

THIAGO OLANTE CASAGRANDE

VALENTÍN SANTANDER RAMÍREZ

## **EQUIPE REVISORA**

RICARDO LUIZ MEDEIROS MEIRELLES

THIAGO OLANTE CASAGRANDE

## **PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO**

GEORGE YUN

## **CAPA**

GEORGE YUN

## **PALAVRAS DO MINISTRO**

É com grande entusiasmo que damos início à apresentação da oitava edição do livro VIA VIVA. Esta publicação marca um importante momento de reflexão e engajamento em torno de um tema crucial: o licenciamento ambiental na infraestrutura de transportes.

Sob o título “Licenciamento Ambiental: Retomando Diálogos”, esta edição busca promover uma profunda reflexão sobre a intersecção entre o desenvolvimento de infraestrutura de transporte e a conservação do meio ambiente. Reconhecemos a importância vital do licenciamento ambiental em todas as etapas do ciclo dos ativos, desde o planejamento de políticas até a implementação de projetos.

Como Ministério dos Transportes e suas entidades vinculadas, assumimos o compromisso de liderar essa discussão e promover uma abordagem integrada que concilie o avanço da infraestrutura com a conservação dos recursos naturais e a qualidade de vida das comunidades.

Ao longo das páginas deste livro, serão apresentados casos, estudos e análises que demonstram a importância do diálogo e da cooperação entre os diversos atores envolvidos. Estamos confiantes de que este material contribuirá significativamente para o aprimoramento das políticas, planos, projetos e ações de transporte em todo o país.

Que esta publicação seja referência para a continuidade do comprometimento com a causa da sustentabilidade no setor de transportes. Agradeço a todos que contribuíram para tornar possível esta publicação e espero que possamos aproveitar ao máximo as discussões e aprendizados.

**JOSÉ RENAN VASCONCELOS CALHEIROS FILHO**

Ministro de Estado dos Transportes

## **PALAVRAS DO SECRETÁRIO EXECUTIVO**

É uma honra apresentar o Livro Via Viva 2024, um marco significativo que acompanha a realização do VIII Seminário Socioambiental em Infraestrutura de Transportes, promovido pelo Ministério dos Transportes. Este evento, já consolidado como um dos principais fóruns de debate sobre a interface entre a infraestrutura de transportes e sustentabilidade no Brasil, traz para este ano um tema de extrema relevância: “Licenciamento Ambiental: Retomando Diálogos.”

O licenciamento ambiental é um instrumento essencial para garantir que as obras de infraestrutura de transportes sejam realizadas de forma equilibrada, respeitando tanto a necessidade de desenvolvimento quanto a conservação ambiental. No entanto, para que esse processo seja eficaz, é indispensável que haja um diálogo contínuo e construtivo entre todos os atores envolvidos – governo, empresas, comunidades e sociedade civil.

Enxergamos o licenciamento não como um obstáculo, mas como uma oportunidade para fazer melhor, para desenvolver projetos que sejam não apenas economicamente viáveis, mas também social e ambientalmente responsáveis.

O tema escolhido para o Via Viva 2024 reflete nosso compromisso em fortalecer e retomar esses diálogos. É fundamental que revisitemos práticas, repensemos procedimentos e, principalmente, promovamos uma cultura de transparência e cooperação.

Agradeço a todos os participantes, palestrantes e colaboradores que tornaram este evento possível e desejo a todos uma leitura proveitosa e inspiradora.

**GEORGE ANDRÉ PALERMO SANTORO**

Secretário Executivo do Ministério dos Transportes

## **PALAVRAS DO SUBSECRETÁRIO DE SUSTENTABILIDADE**

É com grande satisfação que apresento o Livro Via Viva 2024. Os artigos que compõem este livro abrangem uma diversidade de temas que ressaltam a complexidade e a importância do diálogo sobre a sustentabilidade na infraestrutura de transportes. Desde a análise do impacto da tecnologia Free Flow em pedágios na BR-101, que destaca soluções inovadoras para mitigar os impactos ambientais das concessões rodoviárias, até a cultura da restauração na compensação ambiental em projetos ferroviários no Bioma Cerrado, vemos como o licenciamento pode ser uma ferramenta poderosa de transformação socioambiental.

Outro tema crucial abordado é a dualidade entre preservação ambiental e o avanço da infraestrutura, como exemplificado no estudo sobre a BR-319/AM, onde o desafio é encontrar um equilíbrio entre o desenvolvimento necessário para a integração regional e a preservação da biodiversidade. Este equilíbrio é também o foco do artigo que discute a racionalidade compensatória no licenciamento ambiental, sugerindo que este processo deve ser visto como um espaço de diálogo para promover o direito de consulta livre, prévia e informada das comunidades indígenas e quilombolas.

Os desafios do licenciamento ambiental são ainda mais evidentes nas discussões sobre expansão da infraestrutura ferroviária e os obstáculos para a modernização do setor, bem como na análise dos impactos das mudanças climáticas em estações ferroviárias. Estes estudos nos lembram da necessidade de fortalecer a articulação institucional e promover um trabalho conjunto entre os stakeholders para superar os desafios e garantir que os projetos de infraestrutura sejam sustentáveis e socialmente responsáveis.

Ao longo das páginas deste livro, esperamos que as discussões e reflexões aqui apresentadas inspirem novas abordagens para um licenciamento ambiental que seja, acima de tudo, um facilitador de um desenvolvimento equilibrado e sustentável. Agradeço aos envolvidos por suas contribuições valiosas e desejo a todos uma leitura enriquecedora.

**CLOVES EDUARDO BENEVIDES**

Subsecretário de Sustentabilidade do Ministério dos Transportes

## APRESENTAÇÃO

Anualmente, o Ministério dos Transportes realiza o “Via Viva - Seminário Socioambiental em Infraestrutura de Transportes”, fórum que congrega atores diversos para a discussão socioambiental no escopo da infraestrutura de transportes, alinhado aos objetivos estratégicos e às Diretrizes de Sustentabilidade da Pasta.

Em 2024, o tema escolhido foi **Licenciamento ambiental: retomando diálogos**, com foco na discussão do tema com os diferentes órgãos públicos, instituições e setor privado envolvidos no processo de obtenção de licenças ambientais, de cumprimento de condicionantes, de melhoria de processos e de governança.

Aliada ao evento, é promovida, anualmente, a chamada pública para submissão de artigos técnico científicos que comporão a publicação do Via Viva (e-ISSN – 2675-2700) no respectivo ano. A presente publicação consiste na compilação de trabalhos técnicos submetidos ao VIII Via Viva, do ano de 2024.

Os artigos aqui publicados foram avaliados e aprovados por um Comitê Editorial formado por professores, pesquisadores e profissionais com amplo conhecimento nos temas abordados.

Nesta edição, são apresentados 09 (nove) trabalhos, divididos em quatro eixos abordando os fatores do Licenciamento Ambiental.

A publicação busca consolidar, a partir dos trabalhos apresentados, parte do amplo espectro do Licenciamento Ambiental, que envolve as políticas, planos e projetos na área de transportes, em um processo contínuo de aperfeiçoamento da agenda ambiental e climática a ser incorporada de forma permanente por todos aqueles que atuam em transportes e setores correlatos.





Foto Ricardo Botelho

## COMITÊ EDITORIAL

### GEORGE YUN

Mestre em Engenharia Civil pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG, MBA em Gestão Pública com ênfase em projetos pela Fundação Getúlio Vargas - FGV, Especialista em Avaliações e Perícias em Engenharia pelo IBAPE/PUCMINAS, Especialista em Plantas Ornamentais e Paisagismo pela Universidade Federal de Lavras - UFLA. Especialista em Gestão Master BIM. Arquiteto e Urbanista. Atua como Analista de Infraestrutura do Ministério da Gestão e Inovação em Serviços Públicos com autorização de exercício no Ministério dos Transportes, desde 2008. Ocupou os cargos de Coordenador e Coordenador-Geral de Desapropriação no Departamento de Gestão Ambiental e Desapropriação na Secretaria Nacional de Transportes Terrestre e Aquaviário do Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil - DGAD/SNTTA/MTPA e atualmente ocupa o cargo de Coordenador-Geral de Projetos Especiais e Mudança do Clima da Subsecretaria de Sustentabilidade - SUST no Ministério dos Transportes. (Membro Técnico e Coordenador do Comitê Editorial)

### JOÃO PEDRO DA VEIGA PACHECO NETO

Engenheiro Civil pela Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas (FEC-UNICAMP), com especialização como Engenheiro de Campo, modalidade Construção e Montagem Industrial pela Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP. Atuou por 18 anos na área de construção civil no gerenciamento de obras residenciais e industriais, com destaque para o gerenciamento das obras de implantação de uma nova unidade de fabricação de transformadores e uma nova unidade de fabricação de capacitores de potência para a Siemens em Jundiaí-SP.

Atuou por 13 anos na INFRAERO, sendo 12 deles na área de meio ambiente, onde foi responsável pela elaboração de Estudos de Dispersão de Poluentes Atmosféricos para os Aeroportos de Congonhas e Campo de Marte, além de Inventários de Poluentes Atmosféricos, Inventários de Gases de Efeito Estufa e Planos de Gerenciamento de Recursos Hídricos para diversos aeroportos da rede INFRAERO. Participou do processo de certificação do Aeroporto do Rio de Janeiro / Santos Dumont no programa Airport Carbon Accreditation, ficando depois responsável pelas ações necessárias para a manutenção e renovação anual desta certificação.

Atualmente atua na Subsecretaria de Sustentabilidade do Ministério dos Transportes, auxiliando em todos os temas relacionados à sustentabilidade na infraestrutura federal de transportes, tais como: Mudança do Clima; Adaptação e mitigação às mudanças climáticas; Finanças sustentáveis e ESG. (Membro Técnico)

### JOSÉ PEDRO FRANCISCONI JUNIOR

Especialista ambiental e em transportes do Laboratório de Transportes e Logística da Universidade Federal de Santa Catarina - LabTrans/UFSC. Mais de quatorze anos de experiência na estruturação de projetos de infraestrutura, incluindo o gerenciamento de empreendimentos financiados por organismos internacionais de crédito, licenciamento ambiental, desenvolvimento de estudos e métodos de quantificação de emissão de gases de efeito estufa (GEE) e adaptação da infraestrutura às mudanças climáticas. Anteriormente, atuou como Assessor de Meio Ambiente da Secretaria de Estado da Infraestrutura e Mobilidade de Santa Catarina (SIE) e participou da concepção do Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ) do Porto Organizado de Itaquí/MA. Em 2016, realizou a coordenação técnica do estudo das Diretrizes Socioambientais do Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil (MTPA). Formação acadêmica: Mestrado em Engenharia de Transportes pelo Instituto Militar de Engenharia - IME; Especialização em Gestão Ambiental pela Universidade Estadual de Maringá - UEM e em Gerenciamento de Projetos pela Faculdade de Tecnologia do

Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC) e Graduação em Engenharia Agrícola pela UEM e *Universidad Nacional Agraria La Molina* - Peru (UNALM). (Membro Técnico)

## **MANOEL DE ANDRADE E SILVA REIS**

Engenheiro Naval e Mestre em Engenharia pela Escola Politécnica da USP-Universidade de São Paulo e *Ph.D* pelo MIT - *Massachusetts Institute of Technology*. Na Fundação Getúlio Vargas, em São Paulo, é professor de Logística e Gestão de Cadeias de Abastecimento e Coordenador do Curso de Mestrado em Logística e Cadeia de Suprimentos e do Curso de Logística Empresarial de Educação Continuada. Foi fundador do Centro de Estudos de Logística e Cadeia de Suprimentos - FGVcelog. No FGVcelog, desenvolve pesquisas em diversos temas. É Coordenador de Projetos da FGV Projetos, onde desenvolve temas associados à logística, transportes, mobilidade urbana, gestão de estoques, portos e cidades inteligentes. No passado, foi Diretor da Divisão de Engenharia Naval e Oceânica do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT; Diretor de Sistemas de Engenharia da Ductor Implantação de Projetos; Diretor de Logística do Grupo Libra de Navegação; Diretor Superintendente da Grancarga Marítima; Professor do Departamento de Engenharia Naval da Escola Politécnica da USP; Assessor do Secretário de Logística e Transportes do Estado de São Paulo, nas áreas de portos e sistemas de transporte; Coordenador do grupo de trabalho da Secretaria de Logística e Transportes do Estado de São Paulo, para a transferência da gestão do Porto de Santos do Governo Federal para o Estado de São Paulo e Representante do Governo do Estado de São Paulo no CAP – dos portos de Santos e São Sebastião e no Conselho de Administração da FEPASA - Ferrovia Paulista S.A. (Membro Técnico).

## **RICARDO LUIZ MEDEIROS MEIRELLES**

Engenheiro Civil. Mestre em Engenharia de Transportes pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP), Especialista em Avaliações e Perícias em Engenharia pelo IBAPE/PUCMINAS, MBA em Gestão Pública com ênfase em Projetos pela Fundação Getúlio Vargas - FGV e Especialização em Gestão Master BIM. Atua como Analista de Infraestrutura do Ministério da Gestão e Inovação em Serviços Públicos desde 2008, estando em exercício descentralizado no Ministério dos Transportes. Ocupou os cargos de Chefe do Serviço de Construção, Chefe do Serviço de Desapropriação, Reassentamento e Meio Ambiente e Chefe do Serviço de Manutenção na Superintendência Regional do DNIT no Estado de Minas Gerais (SREMG). Exerceu a função de Superintendente Substituto da SREMG durante o ano de 2020 e atualmente é membro da equipe da Coordenação Geral de Projetos Especiais e Mudança do Clima da Subsecretaria de Sustentabilidade – SUST/SE no Ministério dos Transportes. (Membro Técnico)

## **THIAGO OLANTE CASAGRANDE**

Engenheiro Ambiental pela Universidade do Vale do Itajaí (2009), com especializações MBA em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável e MBA em Construções Sustentáveis. 10 anos de experiência na gestão ambiental e sustentabilidade em aeroportos, pela INFRAERO. Atualmente atua na Subsecretaria de Sustentabilidade do Ministério dos Transportes, auxiliando em todos os temas relacionados à sustentabilidade na infraestrutura federal de transportes, como: Mudança do Clima: Adaptação e mitigação; Finanças sustentáveis; ESG: Externalidades socioambientais, Governança e regulação da sustentabilidade, Regularização territorial. (Membro Técnico)

## **SANDRO FILIPPO**

Possui Doutorado em Engenharia de Transportes pela COPPE/UFRJ (2008), Mestrado em Engenharia de Transportes pelo Instituto Militar de Engenharia (2000), Especialização em

Administração Pública pela UGF (2014), Especialização em Engenharia de Saúde Pública pela ENSP/Fiocruz (1995) e Graduação em Engenharia Civil pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1991). Em 1993, concluiu o Curso de Formação de Oficiais do Quadro de Engenheiros Militares - QEM no Instituto Militar de Engenharia - IME do Exército Brasileiro, na especialidade de Engenharia de Fortificação e Construção. No ano de 2009, participou do Programa de Intercâmbio entre Pessoal Militar, trabalhando como pesquisador no Engineer Research and Development Center do U.S. Army Corps of Engineers - ERDC/USACE, em Vicksburg, Estado do Mississippi, nos EUA. Entre 2000 e 2005, atuou como Professor nomeado no IME, na graduação e pós-graduação, lecionando principalmente nas áreas de saneamento básico, instalações hidráulicas, transportes e meio ambiente. Entre 2010 e 2017, exerceu, como engenheiro militar, as funções de adjunto, chefe e assessor no Departamento de Engenharia e Construção e na Diretoria de Patrimônio Imobiliário e Meio Ambiente do Exército Brasileiro. Em 2019, foi Coordenador-Geral de Gestão Ambiental e Territorial na Secretaria de Nacional de Transporte Terrestres do Ministério da Infraestrutura. Entre os anos de 2019 e 2024 trabalhou como consultor técnico na Agência Nacional das Águas (ANA) e no Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) em parceria com organismos internacionais (UNESCO, OEI e IICA) e como Assessor Técnico no Superior Tribunal Militar (STM) e na Diretoria de Patrimônio Imobiliário e Meio Ambiente (DPIMA) do Exército Brasileiro. Possui como condecorações principais: Medalha da Ordem do Mérito Militar, Medalha do Pacificador, Medalha Militar de Prata, Medalha de Serviço Amazônico e U.S. Army Commendation Medal (Membro Técnico).

## **VALENTÍN SANTANDER RAMÍREZ**

Contador Público e Auditor, Universidade de Talca, Chile (1989). Mestre em Administração de Empresas, Instituto de Desenvolvimento Executivo, IEDE, Chile (2004). Mestre em Gestão e Organização de Negócios, Universidade de Lleida, Espanha (2009). Doutor em Ciências Humanas e Sociais, Universidade de Almería, Espanha, (2016). Acadêmico na Escola de Administração e Auditoria, *Universidade Católica del Maule*, Chile, anos 2000 a 2018. Acadêmico da Escola de Auditoria e Engenharia em Controle de Gestão, na Universidade de Talca, Chile, ano 2018 até a presente data. Atualmente, diretor do Centro de Pesquisa e Estudos Contábeis da Universidade de Talca. Acadêmico no programa de mestrado em Educação, Menção Curricular e Gestão, da Universidade Católica de Maule. Hoje, professor do programa de Mestrado em Gerenciamento e Planejamento Tributário da Universidade de Talca. Revisor de artigos para a revista CAPIC Review. (Membro Técnico)



## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACCV - Associação Cuidar Clube de Vantagens

ACV - Avaliação do Ciclo de Vida

AEC - Arquitetura, Engenharia e Construção

AGU - Advocacia-Geral da União

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil

ANTT - Agência Nacional De Transportes Terrestres

APP - Área de Preservação Permanente

ARTESP - Agência de Transporte do Estado de São Paulo

ASV - Autorizações de Supressão de Vegetação

AVM - *Automated Valuation Model*

BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento

BIM - *Building Information Modeling*

BRA - Bônus de Resultado de Aprendizagem

CAPEX - *CAPital EXpenditure*

CCR - Companhia de Concessões Rodoviárias

CCR RioSP - Concessionária do Sistema Rodoviário Rio-São Paulo S.A

CE - Consumo Energético

CEAGESP - Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo

CEFET-MG - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CF - Constituição Federal

CNT - Confederação Nacional do Transporte

CNUMAD - Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

CO - Monóxido de Carbono

CO<sub>2</sub> - Dióxido de carbono

COEPE - Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão

COGEAE - Coordenadoria Geral de Especialização, Aperfeiçoamento e Extensão

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONEP - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa

CONTRAN - Conselho Nacional de Trânsito

COP - *Conference of the Parties*

COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental

COPPE - Coordenação dos Programas de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia

CTS - Comitê de Territórios e de Sustentabilidade

DER-DF - Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal

DGAD - Direção Geral de Administração

DILIC - Diretoria de Licenciamento Ambiental

DNER - Departamento Nacional de Estradas e Rodagem

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

DPGU - Defensoria Pública-Geral da União

DPU - Defensoria Pública da União

ECI - Estudo do Componente Indígena

EE - Energia Embutida

EESC - Escola de Engenharia de São Carlos

EFC - Estrada de Ferro Carajás

EFVM - Estrada de Ferro Vitória Minas

EIA - Estudo de Impacto Ambiental

ENSP - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca

EPI - Equipamentos de Proteção Individual

EPL - Empresa de Planejamento e Logística S.A

ERDC/USACE - *Engineer Research and Development Center do U.S. Army Corps of Engineers*

ESG - *Environmental, Social, and Governance*

EVTEA - Estudo de Viabilidade Técnico e Econômico e Ambiental

FAMEESP - Faculdade Metropolitana do Estado de São Paulo

FCA - Ficha de Caracterização do Empreendimento

FD - Faixa de Domínio

FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente

FEC-UNICAMP - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas

FEPASA - Ferrovia Paulista S.A.

FGV - Fundação Getúlio Vargas

FGVcelog - Centro de Excelência em Logística e Supply Chain

FIA - Fundação de Instituto de Administração

FIEAM - Federação das Indústrias do Estado do Amazonas

Fiocruz - Fundação Oswaldo Cruz

FMEA - *Failure Mode and Effect Analysis*

Free Flow - Fluxo Livre

FUNAI - Fundação Nacional dos Povos Indígenas

FUNIP - Faculdade Única de Ipatinga

GEE - Gases Do Efeito Estufa

GEHPA - Gerência de Padrões Empreendimentos Críticos

GER - *Gross Energy Requirement*

HC - *Habeas Corpus*

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBAPE - Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia

IBET - Instituto Brasileiro de Estudos Tributários

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBICT - Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia

ICMBIO- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IDP - Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa

IEDE - Instituto de Desenvolvimento Executivo

IESF-MA - Instituto de Ensino de Superior Franciscano do Maranhão

IFMA - Instituto Federal do Maranhão

IICA - Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura

IME - Instituto Militar de Engenharia

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

INFRAERO - Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária

IPAAM - Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas

IPAM - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia

IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima

IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

IPOG - Instituto de Pós-Graduação e Graduação

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

IRA - Índice de Risco Ambiental

ISO - *International Organization for Standardization*

JPA - Juntos pelo Araguaia

LabTrans - Laboratório de Transportes

LI - Licença de Instalação

LO - Licença de Operação

LP - Licença Prévia

MBA - *Master in Business Administration*

MDR - Ministério do Desenvolvimento Regional

MIT - *Massachusetts Institute of Technology*

MME - Ministério de Minas e Energia

MRS – MRS Logística

MTPA - Ministério dos transportes, portos e aviação civil

NCE/UFRJ - Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro

NDC - Contribuição Nacionalmente Determinada

NUP - Número Único de Protocolo

OAE - Sistema de Gestão de Obras de Arte Especiais

OCR - *Optical Character Recognition*

OIT - Organização Internacional do Trabalho

OJN - Orientação Jurídica Normativa

ONU - Organização das Nações Unidas

OPEX - *Operational Expenditure*

PBA - Plano Básico Ambiental

PDZ - Plano de Desenvolvimento e Zoneamento

PFE - Posto Fiscal Eletrônico

PGF - Procuradoria-Geral Federal

PI - Portaria Interministerial

PIB - Produto Interno Bruto

PNMA - Política Nacional do Meio Ambiente

PNMR - Plano Nacional de Manutenção Rodoviária

PPCDAM - Plano de Prevenção de Combate ao Desmatamento na Amazônia

PROARTE - Programa de Manutenção e Reabilitação de Estruturas

PROCROFE - Programa de Concessões de Rodovias Federais

PUC Minas - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

PUC-SP - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

QEM - Quadro de Engenheiros Militares

QGIS - Quantum GIS

RDT - Recursos de Desenvolvimento Tecnológico

REVIT - *Building Information Modeling*

RIMA - Relatório de Impacto Ambiental

RL - Reservas Legais

RMP - Rumo Malha Paulista

RTE - Requisitos Totais de Energia

RUMO - Ferrovia Malha Central

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SEE/MG - Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais

SEI - Sistema Eletrônico de Informações

SEINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Mobilidade

SEMAB/MG - Serviço de Desapropriação, Reassentamento e Meio Ambiente de Minas Gerais

SEMACE - Superintendência Estadual de Meio Ambiente



SEMAD/MG - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais

SENAC - Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SGA - Sistema de Gestão Ambiental

SGO - Sistema de Gerenciamento de Obras de Arte Especiais

SICRO - Sistema de Custos Referenciais de Obras

SIDAC - Sistema de Informação do Desempenho Ambiental da Construção

SIE - Serviço de inspeção Estadual

SINAFLO - Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais

SNTF - Secretaria Nacional de Transporte Ferroviário

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação

STF - Supremo Tribunal Federal

SUFRAMA - Superintendência da Zona Franca de Manaus

SUPRAM/LM - Superintendência de Regularização Ambiental do Leste de Minas

SUST - Subsecretaria de Sustentabilidade

TAC - Termo de Ajuste de Conduta

TAG - Dispositivo de Identificação Eletrônica

TKU - Tonelada por Quilômetro Útil

UBC - Universidade Braz Cubas

UC - Unidades de Conservação da Natureza

UCB - Universidade Católica de Brasília

UECE - Universidade Estadual do Ceará

UEM - Universidade Estadual de Maringá

UFAM - Universidade Federal do Amazonas

UFC - Universidade Federal do Ceará

UFG - Universidade Estadual de Goiás

UFLA - Universidade Federal de Lavras

UFMA - Universidade Federal do Maranhão

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

UFPR - Universidade Federal do Paraná

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

UFU - Universidade Federal de Uberlândia

UGF - Universidade Gama Filho

UN - *United Nations*

UNALM - *Universidad Nacional Agraria La Molina* – Peru

UNB - Universidade de Brasília

UNICSUL - Universidade Cruzeiro do Sul

UPIS - União Pioneira de Integração Social

USP - Universidade de São Paulo

WCED - Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| INTRODUÇÃO .....                                                                                                                                                                                      | 22  |
| EIXO I                                                                                                                                                                                                |     |
| LICENCIAMENTO AMBIENTAL .....                                                                                                                                                                         | 24  |
| BR-319/AM: DUALIDADE ENTRE A PRESERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE E O AVANÇO DA INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES.....                                                                                            | 25  |
| <i>João Mateus Silva de Souza Guedes; Camila Lourdes da Silva; Henrique Frank dos Santos</i>                                                                                                          |     |
| A RACIONALIDADE COMPENSATÓRIA DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL: construindo um espaço dialógico na infraestrutura de transportes para operacionalizar o direito de consulta livre, prévia e informada. .... | 45  |
| <i>Meire Cristina Cabral de Araújo; Aline Figueiredo Freitas Pimenta; Juliana Sarti Roscoe</i>                                                                                                        |     |
| RELAÇÃO ENTRE O PRAZO DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL E O CRONOGRAMA DE OBRAS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES: RENOVAÇÃO DAS LICENÇAS DE INSTALAÇÃO DAS OBRAS DA BR-381/MG E DA BR-222/CE.....            | 68  |
| <i>Leandro Eustáquio Tito Muniz; Edson Souza Alves</i>                                                                                                                                                |     |
| DESENVOLVIMENTO DA INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA: Necessidade de expansão Logística sustentável e os desafios para o licenciamento ambiental .....                                                       | 92  |
| <i>Jefferson Vasconcelos Santos</i>                                                                                                                                                                   |     |
| A CULTURA DA RESTAURAÇÃO E AÇÕES SOCIOAMBIENTAIS SINÉRGICAS AO LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE FERROVIAS: O caso da Ferrovia Malha Central no Bioma Cerrado .....                                          | 116 |
| <i>Wesley Faria Dias; Jonathan Gusso; Patrícia Ruth Ribeiro</i>                                                                                                                                       |     |
| EIXO II                                                                                                                                                                                               |     |
| TECNOLOGIA.....                                                                                                                                                                                       | 138 |
| O IMPACTO DO FREE FLOW FRENTE À IMPLANTAÇÃO DE PRAÇAS DE PEDÁGIOS CONVENCIONAIS Estudo de caso BR-101 trecho Rio-Santos.....                                                                          | 139 |
| <i>Bárbara Emilly dos Santos Ferreira; Fernando Barbelli Feitosa; Roger da Silva Pegas</i>                                                                                                            |     |
| ANÁLISE COMPARATIVA DE CONSUMO ENERGÉTICO, EMISSÃO DE CO <sub>2</sub> E CUSTOS DO CICLO DE VIDA APLICADO ÀS VIGAS PRÉ-MOLDADAS EM CONCRETO E EM VIGAS METÁLICAS DE PONTES RODOVIÁRIAS .....           | 154 |

*Betânia Alves Paulino; Marly Iwamoto Maeda; Pedro Henrique Dantas de Medeiros*

EIXO III

USO DOS RECURSOS NATURAIS.....174

PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO AMBIENTAL DE UMA EMPRESA DE SERVIÇOS DE LAVAGENS DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (LAVA A JATO) NO MUNICÍPIO DE SÃO BENTO/MA.....175

*Miqueias Olin Amaral Ferreira; Benedito Alex Marques de Oliveira Santos*

EIXO IV

MUDANÇA DO CLIMA.....195

ANÁLISE DE RISCO DE INUNDAÇÃO DE ESTAÇÕES FERROVIÁRIAS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS .....196

*Cristiene Nascimento Ribeiro; Andréa Souza Santos*





## INTRODUÇÃO

A sustentabilidade na infraestrutura de transportes terrestres tem se tornado um tema central nas discussões sobre o desenvolvimento econômico e social do Brasil. À medida que o país avança na modernização de suas rodovias, ferrovias e outras modalidades de transporte, torna-se imprescindível que este progresso esteja alinhado com práticas que preservem o meio ambiente e respeitem as comunidades impactadas. O equilíbrio entre a necessidade de expansão da infraestrutura e a conservação ambiental é, hoje, um dos maiores desafios enfrentados pelo setor de transportes.

O Livro Via Viva 2024 reflete essa realidade, reunindo artigos que abordam de maneira abrangente os diversos aspectos do licenciamento ambiental no contexto das infraestruturas de transportes. O tema central do VIII Seminário Socioambiental em Infraestrutura de Transportes, "Licenciamento Ambiental: Retomando Diálogos," serve como fio condutor para as discussões aqui compiladas, que vão desde a análise de tecnologias inovadoras até a importância do diálogo com comunidades locais.

Um dos destaques desta coletânea é o estudo sobre a tecnologia Free Flow aplicada a praças de pedágio na BR-101, que discute como inovações tecnológicas podem contribuir para a redução dos impactos ambientais, ao mesmo tempo em que melhoram a eficiência dos sistemas de cobrança. Este é um exemplo de como a modernização dos transportes pode ser conduzida de forma sustentável.

Outro tema de grande relevância é a cultura da restauração na compensação ambiental, com foco na Ferrovia Malha Central no Bioma Cerrado. Este artigo enfatiza a importância de práticas de restauração ecológica como parte integrante dos projetos de infraestrutura, especialmente em regiões de grande sensibilidade ambiental.

O desafio de equilibrar o desenvolvimento e a preservação é também abordado no artigo sobre a BR-319/AM, que explora as tensões entre a necessidade de integração regional e a proteção da biodiversidade. Este estudo evidencia a complexidade do licenciamento ambiental em áreas de alta relevância ecológica.



A discussão sobre a racionalidade compensatória no licenciamento ambiental, que aborda o direito de consulta livre, prévia e informada das comunidades indígenas e quilombolas, destaca a importância de garantir que o desenvolvimento de infraestruturas de transporte respeite os direitos das populações tradicionais.

Finalmente, temos o artigo que discute os obstáculos para a modernização do setor ferroviário e os impactos das mudanças climáticas em estações ferroviárias, reforçando a necessidade de articulação institucional e a importância do planejamento estratégico para enfrentar os desafios futuros.

Este livro é, portanto, um convite à reflexão e ao diálogo, com o objetivo de construir um futuro no qual a infraestrutura de transportes terrestre no Brasil avance de forma sustentável e inclusiva.

# EIXO I

## LICENCIAMENTO AMBIENTAL





## BR-319/AM: DUALIDADE ENTRE A PRESERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE E O AVANÇO DA INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES.

*João Mateus Silva de Souza Guedes; Camila Lourdes da Silva; Henrique Frank dos Santos.*

### RESUMO

A restauração da BR-319 é um tema complexo que exige um equilíbrio sensível entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental, especialmente diante das crescentes preocupações sobre os impactos causados pelas mudanças climáticas. O presente trabalho tem como objetivo discutir a dualidade entre a preservação do meio ambiente e o avanço da infraestrutura de transportes, com foco na rodovia BR-319/AM. Essa análise se justifica pelos cenários de realização e não realização das obras de pavimentação, considerando os impactos ambientais, socioeconômicos e de desenvolvimento regional. Destaca-se a importância da rodovia para a integração e o acesso da população local a serviços essenciais, bem como os riscos de aumento do desmatamento e da degradação ambiental.

Para abordar esses conceitos, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre a rodovia, utilizando o método dedutivo, que segue a abordagem do geral para o particular, a partir de princípios, leis ou teorias consideradas verdadeiras e dedutíveis. Os resultados indicam que, mesmo sem a obra de pavimentação da rodovia, o desmatamento nas áreas adjacentes tem aumentado, fenômeno que se assemelha ao desmatamento observado na Amazônia Legal. Conclui-se que a preservação ambiental e o desenvolvimento regional não devem ser encarados como opostos, mas como elementos complementares que requerem um planejamento estratégico integrado. A estruturação de uma governança eficaz e a promoção de um debate participativo com as partes interessadas são fundamentais para encontrar soluções equilibradas que atendam às necessidades socioeconômicas da região, sem comprometer a biodiversidade e os ecossistemas locais.

**Palavras-chave:** rodovia BR-319/AM, preservação, infraestrutura, desmatamento, governança.

**João Mateus Silva de Souza Guedes**, Estudante de Engenharia Florestal na Universidade de Brasília. Possui certificados em inglês, licenciamento ambiental, hidrologia e drenagem. Experiência em trabalhos de campo, Python, QGIS e sensoriamento remoto. Habilidades em comunicação, trabalho em equipe, liderança e tecnologias. Estagiário no Ministério dos Transportes (desde fev/2023).

**Camila Lourdes da Silva**, Mestre em Ciências Florestais pela Universidade de Brasília - UnB (conclusão: 1/2014). Especialista em Gestão Pública, com ênfase em Gestão Governamental e Políticas Públicas pela União Pioneira de Integração Social - UPIS (Conclusão: 2/2009). Graduada em Engenharia Florestal pela Universidade de Brasília (Conclusão: 2/2007). Atuou como Analista Superior IV - Engenheira Florestal na Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária - INFRAERO de fevereiro de 2010 até janeiro de 2020. Trabalha na Subsecretaria de Sustentabilidade - SUST, no Ministério dos Transportes desde 27 de janeiro de 2020, onde atuou como Coordenadora de Assuntos Territoriais de novembro de 2023 a 16 de agosto de 2024. Sendo atualmente, Coordenadora Geral de Licenciamento Ambiental e Assuntos Territoriais, substituta.

**Henrique Frank dos Santos**, Engenheiro Ambiental pela Universidade Braz Cubas – UBC (Conclusão 2/2008), especialista em Gestão Ambiental pela Universidade Cruzeiro do Sul – UNICSUL (Conclusão 1/2020), e especialista em Gestão Florestal pela Universidade Federal do Paraná – UFPR (Conclusão 1/2012). Em 2009 atuou como analista ambiental pela Fundação de Instituto de Administração – FIA nas atividades da Secretaria Estadual de Meio Ambiente de São Paulo. Em 2011 trabalhou como analista ambiental no Plano Básico Ambiental - PBA da linha de transmissão de Furnas pela Consultoria Atol. Ainda em 2011 ingressou na Infraero, como Engenheiro Ambiental onde atuou por aproximadamente dez anos em gestão ambiental de aeroportos, assumindo os cargos de Encarregado de meio ambiente e Supervisor Técnico de Meio Ambiente. Atualmente trabalha na Subsecretaria de Sustentabilidade - SUST do Ministério dos Transportes (desde 12 de março de 2022), onde atua como analista da Coordenação Geral de Licenciamento Ambiental.

# 1. INTRODUÇÃO

Uma nova etapa dos programas de desenvolvimento do governo brasileiro para a exploração econômica da região amazônica teve início em 1966, com o foco do planejamento de desenvolvimento regional deslocado para a região relativamente isolada do norte do país (KOHLHEPP, 2002).

Segundo Sathler *et al.* (2009) e Souza (2000), a urbanização nos Estados amazônicos passou por duas fases historicamente distintas: na primeira, anterior aos anos 1960, esse processo nascia e se desenvolvia predominantemente pelos rios; a segunda fase foi marcada pelo crescimento urbano impulsionado pela exploração mineral e por grandes projetos, com a infraestrutura rodoviária desempenhando um papel fundamental a partir dos anos 1960.

Durante as décadas de 1960 e 1970, a cidade de Manaus experimentou um aumento significativo em sua população, em decorrência dos planos implementados pelo governo na região Norte (LUZ, 2013). Nesse contexto, é importante ressaltar que a construção de rodovias no Brasil, especialmente na região amazônica, teve implicações geopolíticas voltadas para a integração do território e a necessidade de conectar aspectos diversos (OLIVEIRA; NOGUEIRA, 2022).

A BR-319/AM foi construída entre 1968 e 1976, dentro do contexto de integração da Amazônia promovida pelo regime militar. Seu objetivo era ligar as capitais do Norte, Porto Velho e Manaus, conectando assim a população de Manaus à região central do Brasil, por meio da BR-364/AM, e proporcionando um fluxo constante de veículos até o final da década de 1980. Após esse período, houve uma interrupção que durou até 2015 (DNIT, 2021).

Ainda segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), os estudos geopolíticos militares destacaram a importância dos transportes para a integração territorial, justificando a construção de rodovias na Amazônia entre as décadas de 1960 e 1970. Contudo, a rodovia se tornou praticamente intransitável, especialmente no trecho entre os km 250 e 655,7, conhecido como “Trecho do Meio”, devido ao abandono e à falta de manutenção (DNIT, 2021).

Durante os anos 1990, houve diversas tentativas malsucedidas de reabrir a rodovia para o tráfego, por meio de programas de investimento em infraestrutura, como os planos plurianuais: Brasil em Ação (1996-1999), Avança Brasil (2000-2003), Plano Brasil de Todos (2004-2007), Programa de Aceleração do Crescimento - PAC 1 (2007-2010) e PAC 2 (2011-2014). No entanto, somente nos últimos programas governamentais foram realizadas ações concretas voltadas para a conclusão das obras (OLIVEIRA NETO; NOGUEIRA, 2016).

A partir de 2015, a rodovia passou a oferecer, de forma precária, passagem para ônibus e caminhões, com o reinício das viagens intermunicipais e interestaduais a partir de outubro de 2015, de maneira sazonal (OLIVEIRA NETO, 2021). Nesse mesmo ano, o IBAMA impôs um embargo que paralisou as obras de manutenção, resultando na formação de diversos grupos de movimentos sociais favoráveis à conclusão das obras, como a operação Beija Flor, que visa mobilizar a população da região para

melhorar, por conta própria, as condições da estrada. (OLIVEIRA NETO & NOGUEIRA, 2020).

De acordo com Oliveira Neto e Nogueira (2016), atualmente, os obstáculos à reativação do fluxo na rodovia não se restringem apenas à falta de recursos, incluindo também entraves institucionais e barreiras de natureza ambiental. A existência de uma infraestrutura que permita o fluxo de mercadorias e pessoas em um território é fundamental, sendo a mobilidade essencial para as vidas dos indivíduos e das coletividades. Assim, a rodovia é a base para a existência de diversas redes, desempenhando um papel crucial na conectividade e mobilidade da região. Sem a rodovia restaurada, a única forma de chegar a Manaus é por barco ou avião. Pelo Rio Madeira, a viagem dura de 4 a 5 dias, percorrendo 1.239 quilômetros. Com a restauração da rodovia, o tempo de viagem é drasticamente reduzido para apenas 10 a 12 horas, além de proporcionar mais segurança (DNIT, 2021).

Em um cenário de mudanças climáticas cada vez mais evidentes, o debate sobre a rodovia enfrenta complexos desafios ao buscar equilibrar desenvolvimento econômico e preservação do equilíbrio ambiental, tarefa indispensável para assegurar o futuro da maior floresta tropical do planeta e de suas comunidades. Isso exige uma abordagem cuidadosa que considere os aspectos econômicos e socioambientais de forma coordenada. Nesse sentido, este artigo tem como objetivo discutir a dualidade entre a preservação do meio ambiente e o avanço da infraestrutura de transportes na rodovia BR 319/AM, explorando a influência de anos de negligência histórica resultante do isolamento social e da ausência de políticas públicas na região, ao mesmo tempo em que analisa as perspectivas e obstáculos enfrentados pela rodovia.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 Problemática e metodologia**

O A discussão sobre a restauração da BR-319 envolve um equilíbrio delicado entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental, especialmente diante das crescentes preocupações acerca dos impactos causados pelas mudanças climáticas. É fundamental considerar tanto os aspectos econômicos quanto os socioambientais de forma integrada ao abordar a revitalização dessa importante via de transporte na região amazônica.

Virga e Neves (2023) já se debruçaram sobre esse tema, destacando um paradoxo presente em diversos estudos e análises sobre a Amazônia, onde se abordam conjuntamente infraestrutura e meio ambiente: a falsa dicotomia entre a geração de riquezas e empregos e a preservação da floresta. Para construir uma nova economia baseada em produtos e serviços da floresta, pautada em inovação e tecnologia, e promover transformações mais sustentáveis e inclusivas, é necessário, a priori, superar os desafios logísticos e de comercialização mais básicos na região.

A ausência de políticas públicas eficientes para a conservação e proteção ambiental, aliada à corrupção e à impunidade, contribui para o avanço do desmatamento na Amazônia. A falta de fiscalização e punição aos responsáveis pelo desmatamento ilegal perpetua essa prática de forma desenfreada, e essas ocorrências precisam ser abordadas pelos atores responsáveis dentro da Administração Pública.

Diante desse cenário, é essencial considerar cuidadosamente todos os aspectos envolvidos ao discutir a restauração da BR-319, dada a complexidade da questão que envolve o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental na região amazônica. Por um lado, a rodovia é crucial para a integração da região Norte e o escoamento de produtos, além de facilitar o acesso a serviços básicos para as comunidades locais. Por outro, sua pavimentação pode resultar em impactos significativos na biodiversidade e no desmatamento da Amazônia. Nesse contexto, é fundamental compreender os diversos aspectos envolvidos, como as características da área de estudo, o processo de licenciamento ambiental, os impactos socioeconômicos e ambientais, bem como as perspectivas e os obstáculos para a conclusão das obras.

Para a realização da pesquisa, será utilizado o método dedutivo, que segue uma abordagem do geral para o particular, a partir de princípios, leis ou teorias consideradas verdadeiras e dedutíveis. Esse método possibilita obter conclusões de maneira formal, baseando-se exclusivamente na lógica (GIL, 2008).

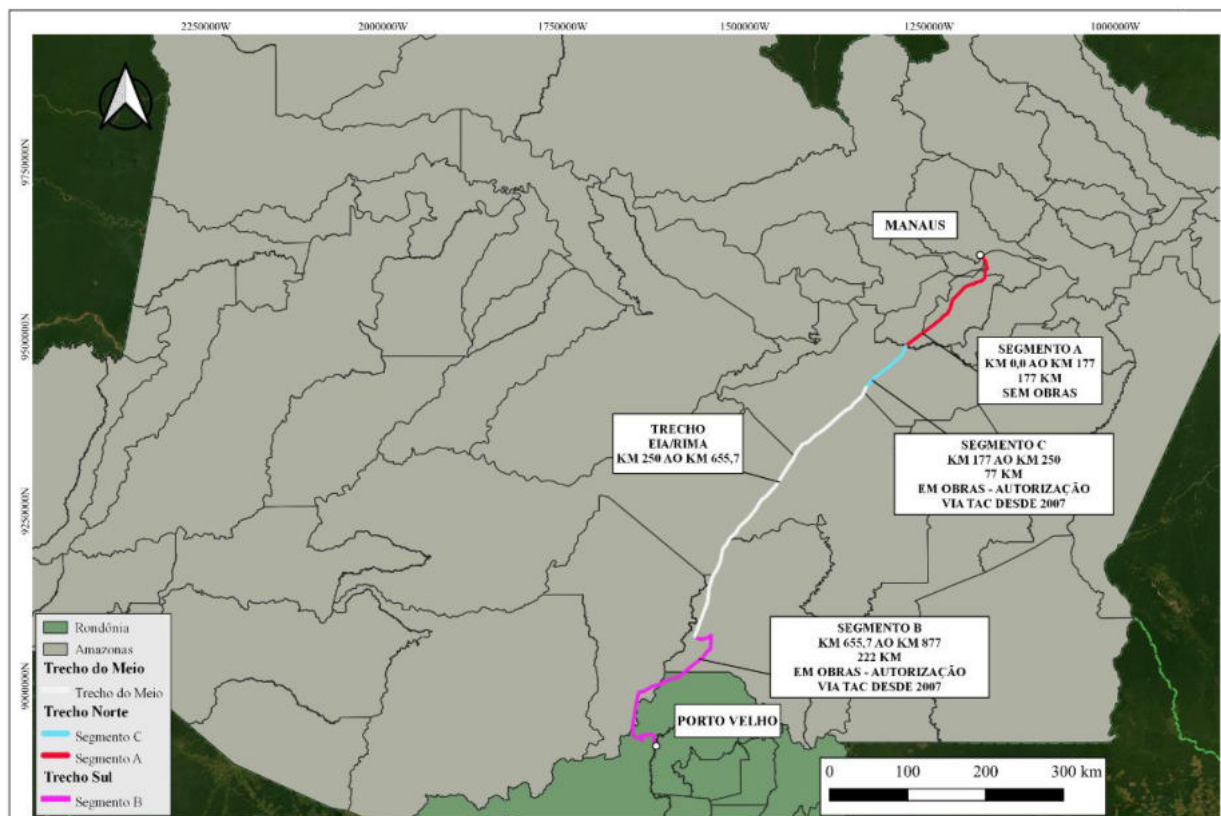
## **2.2 Fundamentação Teórica**

### **2.2.1 Localização do empreendimento e contextualização do licenciamento ambiental**

A área de estudo abrange a extensão completa da rodovia BR-319/AM, que conecta Manaus/AM a Porto Velho/RO. Oficialmente denominada Rodovia Álvaro Maia, também é conhecida como Rodovia Manaus-Porto Velho e possui 918 quilômetros de extensão, ligando os estados do Amazonas e de Rondônia ao restante do Brasil, atravessando o Bioma Amazônico.

A rodovia foi dividida em quatro segmentos: A, B, C e o Trecho do Meio, por meio de um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) assinado entre o DNIT e o IBAMA. Os segmentos A, B e C são trechos com maior grau de antropização, apresentando grande parte de suas vias já pavimentadas e autorizadas pelo órgão ambiental licenciador, o Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM). O Trecho do Meio representa a área de maior sensibilidade ambiental, possuindo grande biodiversidade e sendo o segmento mais crítico para o licenciamento. No entanto, recebeu a aprovação da análise de viabilidade ambiental, realizada por meio do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) apresentado ao IBAMA, órgão ambiental licenciador, que, por sua vez, emitiu a Licença Prévia (LP) nº 672/2022 (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de Localização da área de estudo, correspondente à rodovia e seus segmentos.



Fonte: elaboração própria.

Com relação ao licenciamento ambiental, foi realizada a seguinte estruturação: para os Segmentos A (do km 0,0/Manaus ao km 177,80/Rio Tupanã) e B (do km 655,70 ao km 877,40), foram autorizadas obras de manutenção, conservação e restauração, incluindo a recuperação dos passivos ambientais da rodovia. No entanto, permanece a exigência de autorizações para a exploração de jazidas, construção de canteiros de obras, bota-fora, acessos, remoção de vegetação ou qualquer outra atividade que demande autorizações específicas.

Quanto ao Segmento C, que vai do km 177,80/Rio Tupanã ao km 250,00, foi autorizado ao DNIT proceder com a finalização das obras de pavimentação e reconstrução, bem como a instalação ou substituição de obras de arte, além de realizar a recuperação das áreas degradadas e o controle e prevenção de processos erosivos, mitigando os impactos ambientais já ocorridos (Figura 2).



Figura 2 - Registro de obra de instalação de obra de arte no segmento C



Fonte: Ministério dos Transportes (2022).

Para o segmento mais crítico, conhecido como Trecho do Meio, foi definido no TAC que a continuidade das obras de pavimentação/reconstrução ficaria condicionada ao licenciamento ambiental ordinário da rodovia pelo IBAMA e à comprovação de viabilidade ambiental do empreendimento, por meio da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental.

Cabe ressaltar que, após recomendação do Ministério Público Federal em abril de 2016, o IBAMA emitiu a licença para a manutenção da rodovia (Licença de Instalação nº 1.111/2016), a qual permite apenas obras de recomposição mecanizada de aterro, revestimento primário, limpeza lateral, roçada, reforma, recomposição e substituição de pontes de madeira e bueiros metálicos rompidos.

Em 2022, o Trecho do Meio recebeu a aprovação da análise de viabilidade ambiental, realizada por meio da aprovação do Estudo de Impacto Ambiental apresentado pelo DNIT ao órgão ambiental licenciador, que é o IBAMA. Este, por sua vez, emitiu a Licença Prévia (LP) nº 672/2022. Neste momento, cabe ao DNIT solicitar a Licença de Instalação, cumprindo as condicionantes estabelecidas na LP, visando à autorização para a atividade de pavimentação.

### 2.2.2 Contexto Socioambiental da Região

Atualmente, Manaus possui cerca de 2 milhões de habitantes, Porto Velho conta com 460 mil e Boa Vista, 410 mil. Somando a população dos municípios na área de abrangência da BR-319, como Humaitá, Lábrea, Manicoré, Careiro Castanho e Careiro da Várzea, o total ultrapassa 3 milhões de

pessoas que seriam diretamente beneficiadas com a abertura da rodovia (IBGE, 2022).

O contexto socioeconômico nos municípios ao redor da BR-319 é marcado por uma notável heterogeneidade, com contrastes significativos entre as capitais, Manaus e Porto Velho, e os demais municípios do interior. Nessas capitais, a indústria e o setor de serviços têm uma presença mais acentuada, representando um percentual maior da riqueza produzida a nível municipal. Essa dinâmica se reflete em uma maior arrecadação de tributos, proporcionando mais recursos para a administração pública municipal. Além disso, nesses centros urbanos, observa-se uma menor informalidade no mercado de trabalho e uma renda média dos habitantes superior à dos municípios do interior (FGV, 2020).

Ainda de acordo com a FGV (2020), a realidade nos municípios do interior é distinta, apresentando uma maior concentração relativa de crianças e adolescentes na população, além de uma informalidade mais acentuada, que chega a superar os 70% em todos esses municípios. A participação da Administração Pública no Produto Interno Bruto (PIB) desempenha um papel relevante para a economia desses locais, superando os 40% em mais da metade deles. Entretanto, existem exceções a esse padrão geral, como os municípios de Humaitá e Itacoatiara, que se destacam por possuírem um setor de serviços com importância semelhante à das capitais, representando mais de 30% do PIB. Esses mesmos municípios também apresentam uma participação de impostos no PIB e uma renda média mais elevada em comparação aos demais municípios do interior.

Para compreender a importância desse empreendimento para a região, é necessário considerar a vulnerabilidade da maioria da população local. Segundo a FGV (2020), a área sob influência da BR-319 é marcada pela carência de infraestrutura básica, o que torna o deslocamento das comunidades um desafio diário. Diversas comunidades ribeirinhas, indígenas e tradicionais dependem da via para o acesso a serviços essenciais, como saúde e educação.

As hidrovias formadas pelo Rio Amazonas e seus afluentes representam a principal rota de transporte e logística de cargas e passageiros na Região Norte do Brasil. Ao contrário da maioria dos rios do centro-sul do país, a topografia plana e a profundidade significativa da calha dos rios da Amazônia os tornam ideais para a navegação. Essas características favorecem a ampla utilização desses rios para o transporte de pessoas, mercadorias, produtos, animais e muito mais (DNIT, 2023).

Economicamente, a ampliação da rede hidroviária pode favorecer o desenvolvimento regional, atraindo investimentos e gerando empregos. No entanto, é necessário avaliar se os benefícios estão sendo distribuídos de forma justa e se há mecanismos para evitar a concentração de renda e a exploração predatória dos recursos naturais. No âmbito ambiental, a intensificação do transporte hidroviário e a implementação de megaprojetos podem gerar impactos significativos nos ecossistemas amazônicos, como a poluição das águas, o desmatamento e a perda de biodiversidade. Assim, é essencial um planejamento adequado e medidas de mitigação e compensação para minimizar esses impactos, garantindo a preservação do meio ambiente e o uso sustentável dos recursos (STACCIARINI; FELDMANN, 2020).

A ampla utilização das embarcações evidencia a importância das "Interações Espaciais", conforme descritas por Corrêa (1997), que desempenham um papel crucial na organização da vida e do cotidiano nas regiões internas da Amazônia. Em muitas cidades menores, a principal forma de conexão com o mundo exterior é através dos rios, tornando comum a visualização de uma variedade de produtos sendo transportados no convés das embarcações (STACCIARINI; FELDMANN, 2020).

Ainda em referência a Stacciarini e Feldmann (2020), a importância histórica e atual da rede hidroviária do estado do Amazonas é ressaltada, destacando as transformações territoriais impulsionadas por novos agentes econômicos que, nas últimas décadas, ampliaram a infraestrutura e os fluxos relacionados a esse meio de transporte. Contudo, é necessário refletir sobre os impactos sociais, ambientais e econômicos decorrentes dessas mudanças.

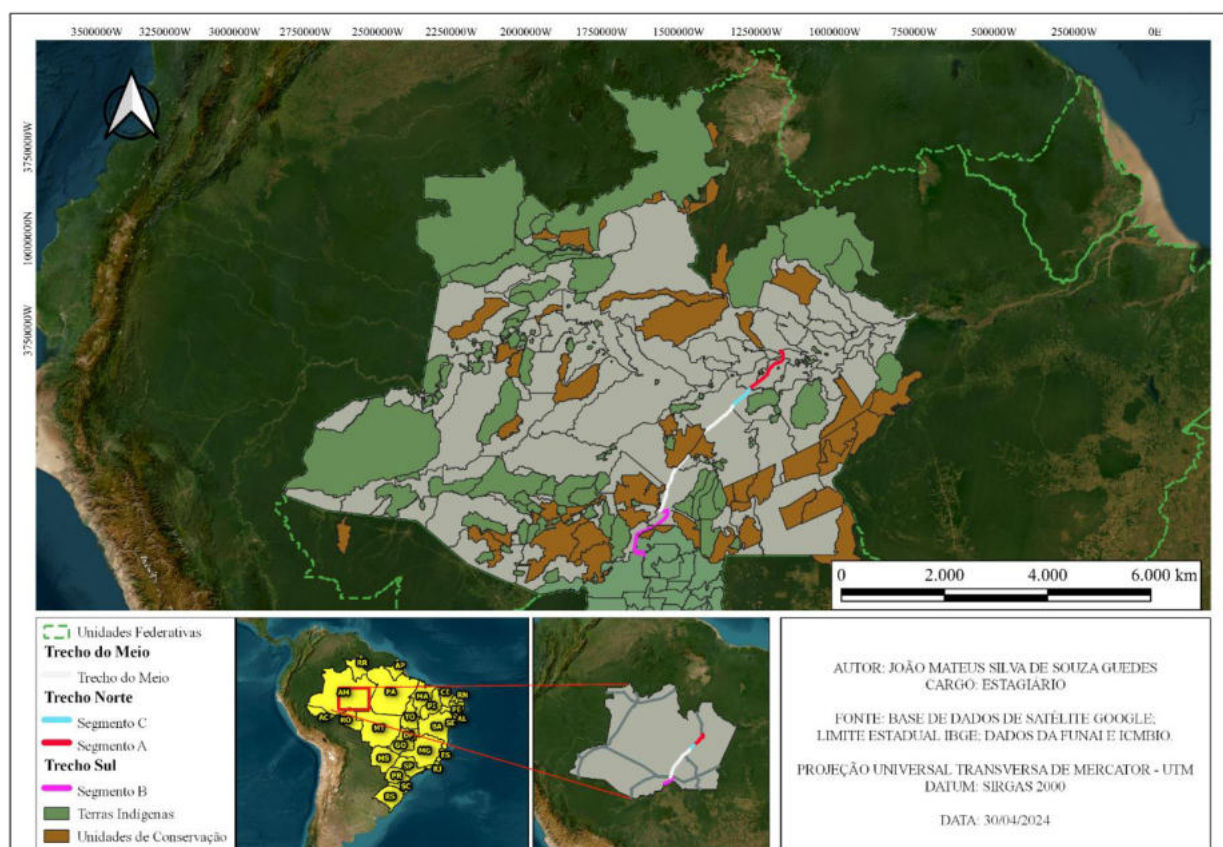
Recentemente, em 2023, a região enfrentou grandes dificuldades devido a uma seca histórica no Amazonas, que impactou a navegação e o abastecimento de Manaus. A situação mais crítica ocorreu na foz do Rio Madeira e na região do Tabocal, no município de Itacoatiara, onde a navegação tornou-se impraticável. Para propor alternativas que mitigassem os impactos da seca, foi realizada, em março de 2024, a reunião ordinária do Conselho de Administração da Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa). Entre os temas abordados, a Federação das Indústrias do Estado do Amazonas (FIEAM) defendeu e cobrou a conclusão dos serviços de recuperação e conservação da BR-319, que é de grande importância durante os períodos de estiagem, quando a navegação dos rios se torna mais problemática. A recuperação da rodovia será um elemento fundamental para melhorar a infraestrutura de escoamento de produtos e insumos na região (TABOSA, 2024).

Do ponto de vista social, é necessário considerar se a ampliação da rede hidroviária tem beneficiado de forma igualitária a população local, especialmente as comunidades ribeirinhas e indígenas que dependem dos rios para sua subsistência e locomoção (STACCIARINI; FELDMANN, 2020).

Outro fator relevante para a caracterização desse território é a presença de Unidades de Conservação e Terras Indígenas (Figura 3). De acordo com o Estudo de Impacto Ambiental (DNIT, 2021) realizado para a região, o Estudo do Componente Indígena (ECI) envolveu o levantamento de cinco Terras Indígenas localizadas no entorno da BR-319/AM, a saber: a TI Apurinã do Igarapé São João (etnia Apurinã), a TI Apurinã do Igarapé Tauá Mirim (etnia Apurinã), a TI Lago Capanã (etnia Mura), a TI Ariramba (etnia Mura) e a TI Nove de Janeiro (etnia Parintintin).



Figura 3 - Mapa de localização das Terras Indígenas e Unidades de Conservação no Estado do Amazonas.



Fonte: Elaboração própria

Destaca-se também a presença de terras indígenas ainda em processo de demarcação, localizadas próximas à rodovia. Essas áreas pertencem principalmente às etnias Apurinã e Mura, ao norte da BR-319, e a grupos indígenas isolados, ao sul da rodovia (FGV, 2020). A forte presença de comunidades indígenas com seus territórios delimitados ou em processo de reconhecimento ao longo da BR-319 evidencia a necessidade de uma abordagem cuidadosa e respeitosa em relação aos impactos de quaisquer intervenções nessa região, visando à proteção dos direitos e modos de vida tradicionais dessas populações.

Devido à sensibilidade ambiental da região, em 2008, um Grupo de Trabalho Interministerial da BR-319, criado pelo Governo Federal, teve a função de planejar e definir a criação de Unidades de Conservação da Natureza (UC), além de apresentar medidas preventivas a serem adotadas em relação aos impactos decorrentes do empreendimento, de forma a impedir o desmatamento e a descaracterização do bioma amazônico ao longo da estrada.

## 2.3 Análise dos Resultados

### 2.3.1 Desafios na Pavimentação da BR-319/AM: Análise de Cenários e Estratégias de Gestão

A proposta de pavimentação do Trecho do Meio da BR-319 deve considerar as particularidades da Região Amazônica, tanto pelo seu aspecto ambiental único quanto por suas dimensões sociais e econômicas. Segundo Augusto Rocha, professor de Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), em entrevista ao jornal Estadão: "não se trataria de fazer uma rodovia a qualquer custo, cometendo os mesmos erros cometidos na Transamazônica, sem salvaguardas ambientais. Mas de enfrentar o assunto tecnicamente, através de um modelo contemporâneo de uma rodovia sustentável, utilizando conhecimento técnico e a tecnologia existente para isso" (ROCHA, 2024).

É fundamental que a obra incorpore mecanismos eficientes para a preservação dos recursos naturais, de forma a alavancar o desenvolvimento socioeconômico da região entre as capitais Manaus/AM e Porto Velho/RO, bem como dos demais municípios inseridos em sua zona de influência. Até porque, não realizar as obras também pode ser uma alternativa a ser considerada.

Essa hipótese é ressaltada nos estudos ambientais exigidos pelo órgão licenciador. De acordo com o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) (DNIT, 2021), entre os benefícios dessa decisão destacam-se: a preservação da fauna e flora da região, a redução dos riscos de grilagem e ocupação irregular, a diminuição das probabilidades de incêndios florestais e desmatamento ilegal, além da mitigação dos riscos de atropelamento de fauna silvestre e da contaminação do ar, água e solos locais.

Por outro lado, o EIA também destaca os impactos negativos da não pavimentação, tais como a lentidão e a insegurança nos deslocamentos pela rodovia, a interferência em Unidades de Conservação, dificultando sua gestão e acesso, além do aumento dos riscos de desmatamento ilegal, incêndios florestais e ocupação irregular (DNIT, 2021). Ademais, a não pavimentação compromete o desenvolvimento econômico regional e a integração da BR-319/AM com as rodovias estaduais e/ou federais planejadas ou já implantadas.

Chagas *et al.* (2022) defende que, na construção de rodovias como a BR-319, não existem apenas impactos negativos; há benefícios que podem contribuir para o desenvolvimento sustentável, desde que as regras e leis de preservação ambiental sejam cumpridas.

O EIA/RIMA elaborado pelo empreendedor analisou diversos cenários essenciais para avaliar a viabilidade do empreendimento. Assim, a realização das obras de pavimentação, juntamente com a adoção de medidas mitigadoras (programas ambientais), poderia auxiliar na redução dos impactos negativos previstos no RIMA (DNIT, 2021). Isso inclui a proteção de habitats, a diminuição da fragmentação da vegetação e a implementação de estratégias para garantir a segurança da fauna. Além disso, é possível promover o desenvolvimento econômico das comunidades locais mediante atividades sustentáveis.

Ao analisar o cenário de realização das obras de pavimentação da BR-319/AM, observa-se uma

combinação de benefícios e impactos negativos. Entre os benefícios destacam-se a execução sustentável das obras, com controle dos impactos ambientais, o aumento da presença do poder público na região, a melhoria no acesso à rodovia e à região, bem como a maior segurança viária (DNIT, 2021). Além disso, há geração de empregos e renda, o desenvolvimento econômico regional, a potencialização do turismo local e o aumento do acesso à cultura e ao lazer. Ademais, a manutenção da cobertura vegetal, o controle da incidência e proliferação de vetores, a redução dos riscos de grilagem, ocupação irregular, incêndios florestais e desmatamento ilegal, bem como a minimização dos riscos de atropelamento de fauna silvestre, a menor interferência em áreas protegidas, a proteção do solo e dos recursos hídricos, e a redução do risco de alagamentos são outros benefícios observados.

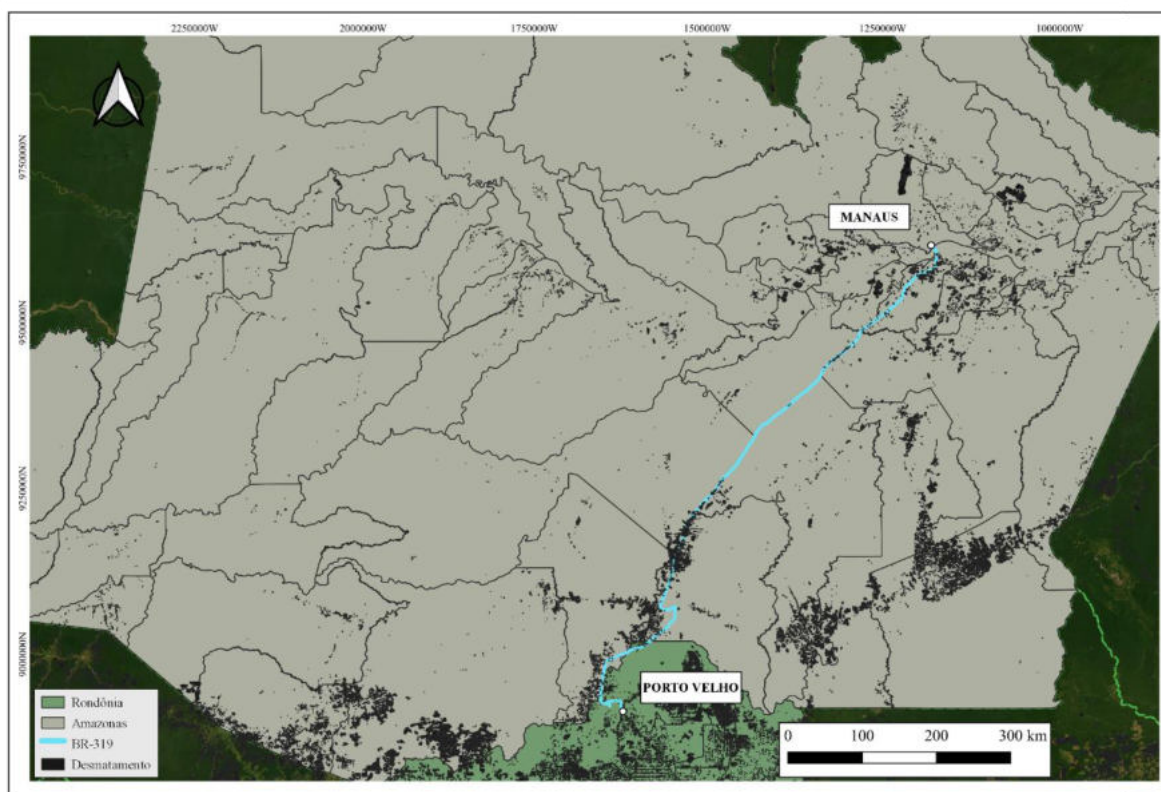
Por outro lado, os impactos negativos incluem a alteração temporária da qualidade do ar, o risco de contaminação do solo, a alteração temporária dos recursos hídricos e a diminuição da fauna aquática, o afugentamento e a alteração da fauna, a interferência nas comunidades locais, tradicionais e não tradicionais, o aumento do fluxo populacional (migração), a pressão sobre a infraestrutura e os serviços públicos locais, além da especulação imobiliária e grilagem.

Nesse sentido, conforme o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2021), a pavimentação é uma obra ambientalmente viável, desde que sejam implementadas todas as medidas mitigadoras e compensatórias propostas. O estudo ainda aponta que a pavimentação trará benefícios como a melhoria no acesso e a expansão da malha viária, facilitando o desenvolvimento de atividades rurais e florestais, além de impulsionar o turismo na região.

Há grande preocupação quanto ao aumento da pressão sobre áreas protegidas, ao crescimento do desmatamento e à fragmentação da vegetação, especialmente na parte sul do trecho, onde o desmatamento tem se intensificado (ver Figura 4).



Figura 4 - Mapa de desmatamento próximo à BR-319



Fonte: Elaboração própria (Dados INPE e IBGE)

Segundo estudo do Observatório BR-319 (2023), entre 2016 e 2022, houve um aumento de 68% nos ramais no entorno da BR-319, passando de 3.031,2 km em 2016 para 5.092,2 km em 2022. A Figura 5 apresenta a série histórica de desmatamento nas cidades interceptadas pela BR-319, evidenciando um crescimento contínuo do desmatamento nos últimos 10 anos, mesmo antes da autorização para a pavimentação da BR-319/AM.

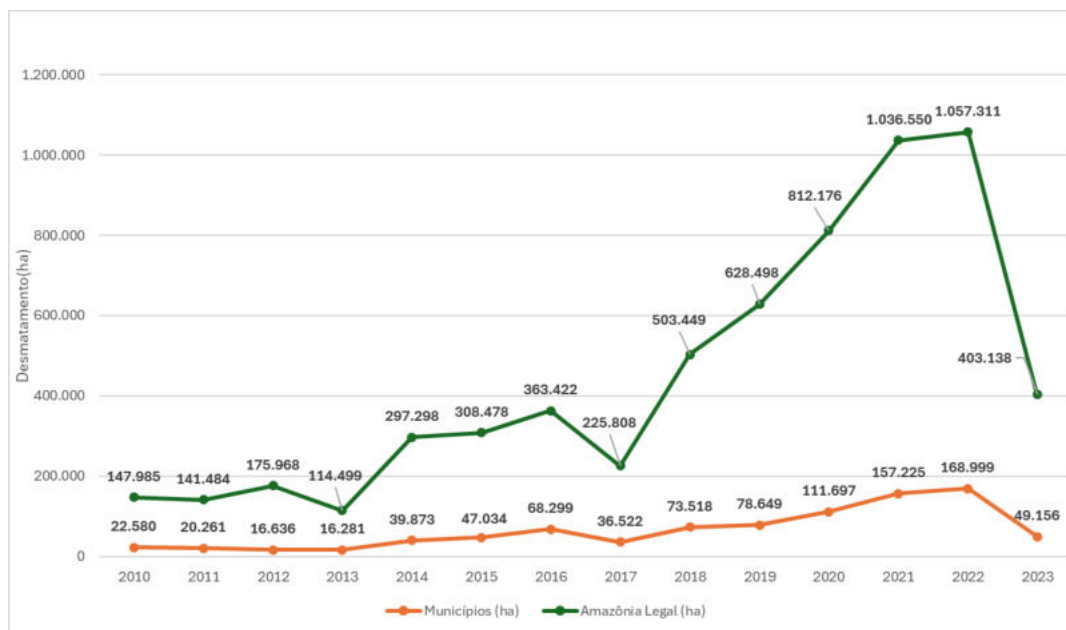
Meirelles *et al.* (2018), em sua análise ambiental e socioeconômica dos municípios sob influência da rodovia BR-319, verificaram que, entre 2000 e 2016, os 13 municípios analisados registraram um desmatamento de 2.293.780 hectares. Embora o município de Beruri tenha apresentado o menor quantitativo de desmatamento em comparação aos demais, perdeu 22.260 hectares de vegetação nativa. Já os municípios de Porto Velho, Lábrea e Manicoré juntos representaram 67% do total do desmatamento acumulado na região. É notável que Porto Velho não apenas tenha a maior área desmatada, mas também o maior percentual de seu território devastado (27%).

De acordo com Marinho (2024), em 2023, as áreas monitoradas pelo Observatório BR-319 registraram uma queda acentuada no desmatamento. A Amazônia Legal, incluindo os estados do Amazonas e Rondônia, bem como os municípios da área de influência da BR-319, apresentaram os menores índices dos últimos seis anos (2017-2023).

É importante destacar que, neste estudo, observou-se um padrão similar em relação ao aumento

do desmatamento na Amazônia Legal, ao comparar os anos de 2010 a 2023. Nos municípios da BR-319, a queda foi de 71%, passando de 168.999 hectares em 2022 para 49.156 hectares em 2023. A Figura 5 ilustra os dados de desmatamento (em hectares) na Amazônia Legal e nos 13 municípios sob influência da BR-319, conforme analisado por Marinho (2024).

Figura 5 - Desmatamento (em hectares) na Amazônia Legal e municípios sob influência da BR-319.



Fonte: Adaptado de Marinho (2024)

Dessa forma, percebe-se que há uma correlação entre as causas do avanço do desmatamento na região, seja pela falta de fiscalização, seja pelo avanço da fronteira agrícola e pela grilagem de terras, sendo necessário investigar os motivos subjacentes nos últimos anos.

As causas do desmatamento da Amazônia são variadas e frequentemente inter-relacionadas. Entre os diversos fatores, destaca-se a abertura de estradas e a pavimentação, que, segundo Soares-Filho *et al.* (2005), promovem a viabilidade econômica da agricultura e da exploração madeireira na Amazônia central, resultando na valorização das terras. No entanto, não parece razoável restringir o deslocamento das pessoas em função da ausência de ações de fiscalização por parte do poder público.

Fearnside e Graça (2009) entendem que a pavimentação se torna um facilitador para a migração no "Arco do Desmatamento", gerando espaço para a atividade pecuária na região e, consequentemente, provocando danos ambientais irreparáveis. Um estudo da Lagesa (2020) projeta um aumento de quatro vezes na área desmatada em decorrência da restauração da via.

Na visão de Fearnside (2020) e Das Chagas *et al.* (2022), a construção de rodovias na região amazônica envolve intervenções potencialmente geradoras de impactos ambientais, onde os fatores desflorestamento e, sobretudo, desmatamento fundamentam as relações de um processo de gerenciamento ambiental em rodovias. Isso se torna ainda mais relevante em uma região que requer

cautela em relação às ações de natureza ecológico-ambiental, especialmente no contexto da reconstrução de uma rodovia inserida no bioma Amazônia.

Diante desse cenário, o Plano de Prevenção de Combate ao Desmatamento na Amazônia (PPCDAM) representa uma importante iniciativa de gestão integrada do governo federal para apoiar a mitigação desse impacto. O plano classifica os eixos de atuação, define objetivos estratégicos, estabelece linhas de atuação e divide as responsabilidades entre os entes do governo, além de estabelecer metas e indicadores como medidas eficazes para o controle do desmatamento. Além de seu exemplo de gestão, é crucial que a proposta de pavimentação da BR-319 esteja alinhada com as diretrizes deste plano.

A gestão integrada, envolvendo diversos atores do governo federal, pode ser uma ferramenta valiosa para o desenvolvimento do controle ambiental e para o cumprimento das exigências legais na liberação da licença de instalação. Essa abordagem, de certa forma inovadora, pode servir como modelo para grandes empreendimentos na região Amazônica. Futuros comitês também poderiam ser estabelecidos para a continuidade e o monitoramento das ações realizadas na BR-319, visando evitar impactos ambientais, especialmente no controle do desmatamento, além de manter um nível de gestão socioambiental sobre o empreendimento.

Dessa forma, conforme a análise dos dados apresentados, conclui-se que a atual situação da rodovia já contribui para o desmatamento na região, evidenciando a falta de governança para contê-lo nos últimos 14 anos. Por essa razão, o DNIT (2021) sugere que, para mitigar esses impactos, sejam criadas áreas protegidas nessa região sensível, além da implementação de programas como o Zoneamento Ecológico-Econômico e a educação ambiental.

Diante dessas estratégias de gestão, é oportuno o desenvolvimento das atividades e do Relatório do Grupo de Trabalho da BR-319. Conforme Brasil (2024), o GT aponta para a necessidade de cooperação entre múltiplos órgãos da administração pública para a implementação do projeto, destacando que o principal desafio para a concretização do empreendimento é a ausência de governança entre os diversos órgãos e entidades competentes para atuar em cada aspecto do projeto. O relatório menciona que a falta de monitoramento das ações acordadas para viabilizar a pavimentação da BR-319 foi um fator determinante para o insucesso dos grupos de trabalho anteriores. Propõe ainda que o Ministério dos Transportes, com o apoio da Casa Civil, celebre acordos técnicos para cooperação e endereçamento das condicionantes impostas pelo Ibama, estabelecendo um cronograma e metas com prazos para a conclusão das atividades. Nas audiências realizadas pelo Grupo de Trabalho da BR-319, em 2023 e 2024, nas cidades de Porto Velho e Manaus, foram registradas diversas manifestações favoráveis à conclusão das obras da rodovia, conforme documentado no Relatório do GT BR-319 (BRASIL, 2024). Segundo a FGV (2022), a população espera que as obras tragam oportunidades em termos de trabalho, renda, educação, saúde, acesso a serviços públicos essenciais e garantia de direitos socioambientais.

Outra estratégia viável para enfrentar o desmatamento seria a criação de Unidades de Conservação para a proteção da biodiversidade. De acordo com Fonseca *et al.* (2010), as Unidades de Conservação são a forma mais comum de proteção ambiental no país. Embora grande parte das áreas

protegidas no Brasil seja de uso sustentável, permitindo diversas atividades humanas, elas são consideradas uma estratégia para conter a pressão antrópica.

No entanto, segundo o OBSERVATÓRIO BR-319 (2023), investir na fiscalização do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) é fundamental para reduzir o ritmo do desmatamento e alcançar as metas de prevenção das mudanças climáticas a longo prazo.

Na Amazônia, a participação direta das comunidades ribeirinhas, caboclas e indígenas na fiscalização e manutenção dos ecossistemas é essencial, devido à extensão e à dificuldade de acesso dessas áreas, fatores que dificultam a atuação do Estado (TEIXEIRA *et al.*, 2016).

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A problemática do desmatamento na Amazônia tem sido amplamente debatida em fóruns e congressos nas últimas décadas, mas até o momento não se chegou a um consenso sobre diretrizes universais para sua redução. Diversos autores têm abordado o tema, alertando para o aumento do desmatamento na região em decorrência da pavimentação da rodovia. Nesse sentido, Fearnside (2020) destaca que as recomendações para evitar impactos massivos são limitadas ao apelo padrão por “governança”, mas as chances de implementação de um programa em escala que evitasse tais impactos são praticamente inexistentes. Atualmente, a área da BR-319 opera quase sem regulamentação, com grilagem e invasões ilegais de terras, extração predatória de madeira e construção de ramais ocorrendo impunemente. É irreal afirmar que “a BR-319 será um exemplo sustentável para o mundo”, como afirmam os deputados da Assembleia Legislativa do Estado do Amazonas (FEARNSIDE, 2020).

Dessa forma, é crucial estabelecer diretrizes claras para a redução do desmatamento na Amazônia, considerando tanto as questões ambientais quanto as socioeconômicas. Isso inclui políticas de conservação e uso sustentável da floresta, a implementação de práticas agrícolas e pecuárias mais sustentáveis, o fortalecimento da fiscalização e o combate ao desmatamento ilegal.

Considerando o isolamento geográfico das pessoas que residem no entorno da rodovia, reconhece-se a necessidade de pavimentação do Trecho do Meio da BR-319, assim como a restauração e manutenção de toda a rodovia. Essas melhorias são essenciais para interligar a população, permitindo acesso a serviços médicos e hospitalares e facilitando a conectividade em uma sociedade cada vez mais dependente da tecnologia. A infraestrutura de transportes desempenha um papel crucial no desenvolvimento e na qualidade de vida das pessoas.

Por essa razão, para a realização das obras na BR-319, atestando a viabilidade ambiental, é necessário adotar medidas de gerenciamento e supervisão ambiental, além da execução de programas ambientais específicos. Dessa forma, o governo federal considera a reconstrução da rodovia uma prioridade e propõe soluções para impedir o aumento do desmatamento, como a criação de Unidades de Conservação ao longo do trajeto.

A restauração da BR-319 é um tema complexo, com benefícios e impactos negativos

significativos, entre os quais se destacam a execução sustentável da obra e o potencial desenvolvimento econômico e social para a região. Nesse sentido, é necessário um amplo debate que envolva a participação de especialistas, organizações da sociedade civil e representantes dos diversos setores interessados, para que as decisões sejam tomadas com base nos aspectos socioambientais, econômicos e de desenvolvimento regional. Portanto, é essencial fortalecer a governança ambiental na região e garantir a capacidade efetiva de controle do desmatamento, a fim de preservar o ecossistema amazônico e suas populações tradicionais afetadas pelo empreendimento.

A infraestrutura de transporte desempenha um papel fundamental, não apenas para o bom funcionamento da economia e a competitividade dos países, mas também para a qualidade de vida da população. Essa compreensão tem intensificado, ao longo do tempo, a preocupação com os investimentos nessa área, tanto no meio acadêmico quanto nas instituições responsáveis pela avaliação e formulação de políticas públicas relacionadas à infraestrutura de transporte. Assim, as estradas incentivam a migração da população para áreas mais desenvolvidas, enquanto os aspectos organizacionais da vida regional permanecem em segundo plano.

Iniciativas de conservação, como o extrativismo sustentável, o turismo ecológico e a agricultura familiar, juntamente com o fortalecimento da fiscalização e o incentivo à produção sustentável, representam pilares fundamentais para a preservação da floresta amazônica e o desenvolvimento sustentável da região da BR-319.

Diante disso, entende-se que um caminho essencial para a restauração da BR-319/AM e para o desenvolvimento sustentável na região relaciona-se com o enfrentamento das questões socioambientais e de governança, envolvendo múltiplos atores governamentais e a adoção de estratégias abrangentes de proteção da floresta e melhoria das comunidades que nela residem.



## REFERÊNCIAS

- BECKER, B. **Amazônia: geopolítica na virada do III milênio**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.
- BRASIL. Ministério dos Transportes. **RELATÓRIO DO GRUPO DE TRABALHO DA BR-319**. Brasília, DF. Março de 2024. Disponível em: <[https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/sustentabilidade/grupos-de-trabalho-mt/0607RelatorioGT\\_BR319web2.pdf](https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/sustentabilidade/grupos-de-trabalho-mt/0607RelatorioGT_BR319web2.pdf)> Acesso em: 10 de jun. de 2024.
- CLAVAL, P. **A geografia cultural**. Trad. Luís Fugazzola Pimenta e Margareth de Castro A. Pimenta. Florianópolis: Editora da USFC, 2007.
- CORRÊA, Roberto Lobato. Interações espaciais. In: CASTRO, Iná Elias de; GOMES, Paulo César da Costa; CORRÊA, Roberto Lobato (Org.). **Explorações geográficas**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.
- DAS CHAGAS, T. N.; RIBEIRO, V. R.; LIMA, I. B.; SANTARÉM, S. S. **Impactos ambientais causados pela implantação da rodovia BR - 319**. Engenharia Civil: Inovação e tecnologia no contexto da era contemporânea – Volume 3. Belo Horizonte – MG: Poisson, 2022. p. 74 - 88.
- DAVID, R. C. A. **As dinâmicas do transporte fluvial de passageiros no Estado do Amazonas**. 2010. 121f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2010.
- DNIT, 2023. **Atlas multimodal**. DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/dnit-geo/mapas-multimodais/mapas-2023/am.pdf/>
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Relatório de Impacto Ambiental: Pavimentação e melhoramentos, incluindo obras de arte especiais BR-319 – Trecho do meio**. 2021.
- FEARNSIDE, P. M.; GRAÇA, P. M. L. A. **BR-319: A rodovia Manaus-Porto Velho e o impacto potencial de conectar o arco do desmatamento à Amazônia central**. Novos Cadernos NAEA, v. 12, n. 11, p 19-50. 2009.
- FEARNSIDE, P. M. Rios voadores e a água de São Paulo [Amazônia Real Série completa, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2430.1601>. Acesso em: 05 de jun. 2024.
- FONSECA, M.; LAMAS, I.; KASECKER, T. **O papel das unidades de conservação**. Scientific American Brasil, 39, 18-23, 2010. Disponível em: [\[https://www.researchgate.net/publication/260513394\\_O\\_Papel\\_das\\_Unidades\\_de\\_Conservacao\]](https://www.researchgate.net/publication/260513394_O_Papel_das_Unidades_de_Conservacao). Acesso em: 11 de junho de 2024.
- Fundação Getúlio Vargas (FGV). **O contexto socioeconômico no entorno da BR-319**. São Paulo. 2020. BR-319, rodovia conhecida pela péssima qualidade, vira atoleiro em período chuvoso. Portal G1 AM. 2023. Disponível em: [\[https://repositorio.fgv.br/items/07c06da7-bc8d-449d-8fbc-685459825903\]](https://repositorio.fgv.br/items/07c06da7-bc8d-449d-8fbc-685459825903). Acesso em: 10 de junho de 2024.
- Fundação Getúlio Vargas (FGV), 10 de maio de 2022. **Pavimentação da BR-319: entenda as expectativas da população local e como suas visões de futuro podem ser incorporadas na construção de um plano de desenvolvimento territorial**. Disponível em: <https://eaesp.fgv.br/centros/centro-estudos-sustentabilidade/noticias/pavimentacao-br-319-entenda-expectativas-populacao-local-e-como-suas-visoes-futuro-podem>. Portal FGV, 2022. Acesso em 14 de junho de 2024
- GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008. 198 p.
- KOHLHEPP, G. **Conflitos de interesse no ordenamento territorial da Amazônia brasileira**. Estudos Avançados, v. 16, n. 45, p. 37–61, maio de 2002.
- IBGE. **Censo brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.
- IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.
- LAGESA – Laboratório de Gestão de Serviços Ambientais. **Pavimentação da BR-319, a Rodovia do Desmatamento**. 2020. Disponível em: [https://csr.ufmg.br/csr/wp-content/uploads/2020/11/Nota\\_tecnica\\_112020-01\\_pavimentacao\\_BR\\_319.pdf](https://csr.ufmg.br/csr/wp-content/uploads/2020/11/Nota_tecnica_112020-01_pavimentacao_BR_319.pdf) Acesso em: 21 maio 2024.

LUZ, N. S. **Diagnóstico das transformações socioterritoriais no eixo da BR 319 (Manaus/AM–Porto Velho/RO).** Monografia, UnB. 2013 Disponível em: [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/5161/1/2013\\_NelsondosSantosLuz.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/5161/1/2013_NelsondosSantosLuz.pdf)

Macedo, C. S. **Infraestrutura de transporte hidroviário de carga no Estado do Amazonas: um diagnóstico a partir das políticas públicas de investimentos.** 2012. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2012.

MARINHO T. et al. 2024. **Retrospectiva 2023: Desmatamento e focos de calor na área de influência da rodovia BR-319.** Disponível em: <https://observatoriobr319.org.br/biblioteca/publicacoes-do-obr-319/>. Acesso em: 03/06/2024

MEIRELLES, F. A. et al. **Análise Ambiental e Socioeconômica dos Municípios sob Influência da Rodovia BR-319.** Instituto do Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (IDESAM), Manaus, Amazonas, Brazil, 2018. 113 p. Disponível em: <https://bit.ly.co/4o8R>.

OBSERVATÓRIO BR-319. **Nota Técnica nº 04 julho 2023. Abertura e expansão de ramais em quatro municípios sob influência da rodovia BR-319.** 2023. Disponível em: <https://observatoriobr319.org.br/wp-content/uploads/2023/07/Nota-Tecnica-OBR-319-n04-Julho-2023-parte02-v5.pdf>. Acesso em: 14/05/2024.

OBSERVATÓRIO BR-319. **Nota Técnica nº 05, agosto de 2023. Enfrentando os desafios da repavimentação da rodovia que atravessa o coração da Amazônia brasileira.** 2023. Disponível em: <https://observatoriobr319.org.br/wp-content/uploads/2023/08/Nota-Tecnica-OBR-319-n05-Agosto-2023-v2.pdf>. Acesso em: 21/05/2024.

OLIVEIRA NETO, T.; NOGUEIRA, R. J. B. (2016). **BR-319: Os quarenta anos de uma rodovia na Amazônia.** Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia, (28).

OLIVEIRA NETO, T. **A Integração Rodoviária da Amazônia: Um estudo sobre a BR-319.** In: Seminário Nacional de Planejamento e Desenvolvimento, 2014, Florianópolis. Anais do 2SNPD. Florianópolis: UDESC, 2014b. v 1, pp. 504-525.

OLIVEIRA NETO, T. **A geopolítica rodoviária na Amazônia: BR-319.** Revista de Geopolítica, v. 5, nº 2, 2014a, pp. 109-128.

OLIVEIRA NETO, T.; NOGUEIRA, R. J. B. **Geopolítica e rodovias na Amazônia: um debate necessário.** Revista de Geopolítica, v. 6, nº 2, 2015, pp. 166-186.

OLIVEIRA NETO, T.; NOGUEIRA, R. J. B. **“Rodovia BR-319: Transportes e Atores Políticos”.** Anais do III Entrans. Manaus: IFAM, 2020.

OLIVEIRA NETO, T. **Transportes e a Rodovia BR-319: mudanças, economia e oxigênio.** Boletim de Conjuntura (BOCA), v. 6, n. 16, p. 96-114, 2021.

RIBEIRO, G. **Investimento em infraestrutura e desigualdades regionais: uma análise do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) na Bahia.** Dissertação de Mestrado da Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

RODRIGUES, J. C.; RODRIGUES, J. C.; CASTRO, E. M. R. **Transporte hidroviário, portos e terminais interiores na Amazônia brasileira: uma análise sobre seus papéis na política pública territorial.** Geo UERJ, [S. l.], v. 1, n. 25, p. 115-137, 2014. DOI: 10.12957/geouerj.2014.8197. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/geouerj/article/view/8197>. Acesso em: 17 mai. 2024.

RODRIGUES, K. R. A. L.; PEREIRA, K. D. L. **Conflitos de direitos fundamentais atinentes à recuperação da BR-319.** 2018. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/68316/conflitos-de-direitos-fundamentais-atinentes-a-recuperacao-da-br-319>. Acesso em: 28 mai. 2024.

ROCHA, A. **Por que proposta para a rodovia BR-319, no coração da Amazônia, pode aumentar o desmatamento?** ESTADÃO, Roberta Jansen, 11 de abril de 2024 <<https://www.estadao.com.br/sustentabilidade/por-que-proposta-para-a-rodovia-br-319-no-coracao-da-amazonia-pode-aumentar-o-desmatamento/>>. Acesso em: 4 de junho de 2024.

SATHLER, D.; MONTE-MÓR, R. L.; CARVALHO, J. A. M. **As redes para além dos rios: urbanização e desequilíbrios na Amazônia brasileira.** Nova Economia, v. 19, n. 1, p. 11-39, jan. 2009.

SOARES-FILHO, B. S.; NEPSTAD, D. C.; CURRAN, L.; CERQUEIRA, G. C.; GARCIA, R. A.; RAMOS, C. A.; VOLL, E.; MCDONALD, A. LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P.; MCGRATH, D. **Cenários de desmatamento para a Amazônia**. Estudos Avançados. 2005, pp. 137 - 152.

SOUZA, C. A. de S. **Urbanização na Amazônia**. Belém do Pará: Unama, 2000.

STACCIARINI, S.; FELDMANN, L. **A IMPORTÂNCIA DA REDE HIDROVIÁRIA PARA O ESTADO DO AMAZONAS**. Okara, p. 153-168, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufpb.br/index.php/okara/article/view/53886>>. Acesso em: 17 maio 2024.

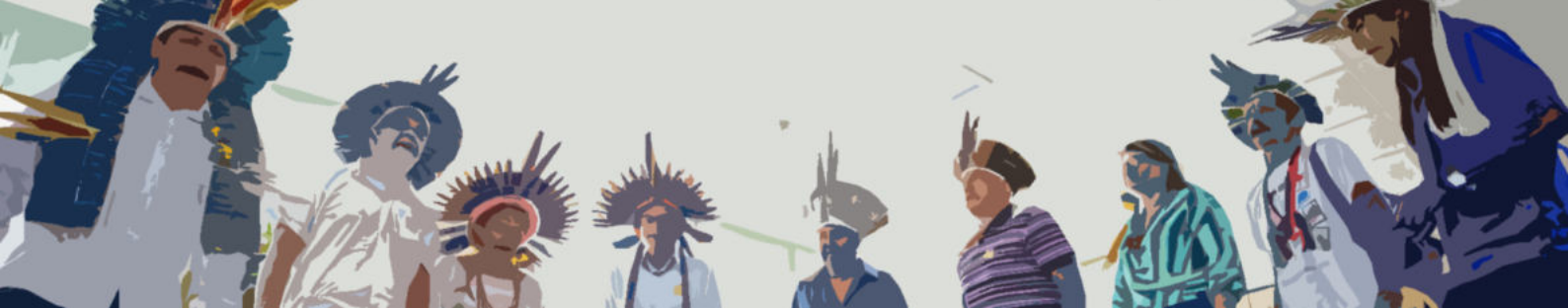
[TABOSA, Y.](#) **Seca extrema na Amazônia: estaremos preparados para enfrentá-la?** Revista PIM Amazônia, 29 de mar. de 2024. Disponível em <<https://www.pimamazonia.com.br/seca-extrema-na-amazonia-estaremos-preparados-para-enfrenta-la/>>. Acesso em 13 de jun. de 2024.

TEIXEIRA, T. H.; FERREIRA NETO, J. A. F.; DE MOURA, R. A.; DE FIGUEIREDO, N. A. **As Unidades de Conservação de Uso Sustentável no Bioma Amazônico: Dilemas e Perspectivas Para o Desenvolvimento Sustentável**. Revista Portuguesa de Estudos Regionais - RPER, (46), 71-89.

TREWARTHA, G. T.; HORN, L. H. **Introduction to climate**. 5th ed. New York, NY: McGraw Hill, 1980.

VIEIRA, R.; HADDAD, A. N. **INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE E RODOVIARISMO NA AMAZÔNIA: GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE NA REESTRUTURAÇÃO DA RODOVIA BR-319 (Manaus-Porto Velho)**. Anais do Simpósio Nacional Espaço, Economia e Políticas Públicas (SINEEP), v. 2, n. 1, p. 130-144, 2012.

VIRGA, T.; NEVES, B. C. **INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES E O PAPEL BRASILEIRO NA AMAZÔNIA SUL-AMERICANA, UMA CONCERTAÇÃO NECESSÁRIA: GOVERNAR, INTEGRAR, PRESERVAR**. Revista Tempo do Mundo, n. 30, p. 163-200, 14 abr. 2023.



## **A RACIONALIDADE COMPENSATÓRIA DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL: construindo um espaço dialógico na infraestrutura de transportes para operacionalizar o direito de consulta livre, prévia e informada.**

*Meire Cristina Cabral de Araújo; Aline Figueiredo Freitas Pimenta; Juliana Sarti Roscoe*

### **RESUMO**

O licenciamento ambiental, no contexto das infraestruturas de transporte, é revisitado nesta investigação à luz dos direitos dos povos indígenas e quilombolas e da racionalidade compensatória imposta pelos novos paradigmas do desenvolvimento sustentável. A pesquisa aborda a dualidade entre o desenvolvimento econômico e a preservação dos direitos socioculturais e ambientais dos povos indígenas e quilombolas, em especial, a aplicação do direito à consulta livre, prévia e informada, conforme delineado na Convenção nº 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT). A OIT é uma agência das Nações Unidas dedicada à promoção da justiça social e dos direitos humanos e trabalhistas reconhecidos internacionalmente. O processo de licenciamento ambiental foi analisado como um espaço dialógico, no qual as medidas mitigadoras e compensatórias são discutidas e negociadas com as comunidades afetadas. Este estudo enfatiza a necessidade de um equilíbrio entre os interesses de desenvolvimento e os direitos indígenas e de coletividades locais, sugerindo que o licenciamento pode ser um meio efetivo para garantir a participação indígena nas decisões que os afetam. Por meio de uma metodologia qualitativa, incluindo análise documental, o artigo explora as modulações e contornos legais e administrativos que configuram o licenciamento ambiental, propondo que, além de ser um requisito legal, este processo seja um mecanismo de promoção de equidade e espaço dialógico qualificado na efetivação do direito de consulta livre, prévia e informada.

**Palavras-chave:** OIT, Licenciamento Ambiental, Direito à Consulta Prévia, Livre e Informada, Desenvolvimento Sustentável, Compensação Ambiental.

**Meire Cristina Cabral de Araújo**, Doutora em Ciênc. Soc. pelo Progr. de Pós-Graduação em Est. Comparados sobre as Américas do Depto. de Est. Latino-Americanos da UNB. Esp. Direito Penal. Pesquisadora do Lab. de Estudos e Pesq. Colaborativas com Povos Indígenas, Quilombos e Povos Tradicionais. Atuou como corregedora no Min. Povos Indígenas e DNIT, e hoje é Chefe da Corregedoria da Emp. Bras. de Participações em Energia Nuclear e Binacional – ENBPar.

**Aline Figueiredo Freitas Pimenta**, Espec. em Eng. de Controle da Poluição Ambiental – FSP/USP e em Gerenciamento de Projetos -FGV. Servidora do IBAMA. Foi Coordenadora-Geral de Meio Ambiente do DNIT, Diretora do Depto. de Gestão Ambiental e Desapropriação da SNTTA/MPTA. Atualmente é Assessora na Diretoria de Empreendimentos da INFRA SA. Atua há mais de 20 anos em gestão ambiental e licenciamento ambiental de empreendimentos de infraestrutura.

**Juliana Sarti Roscoe**, Geóloga e Mestre em Gestão Econômica do Meio Ambiente pelo Centro de Estudos em Economia, Meio Ambiente e Agricultura do Depto. de Economia da UNB. Coordenadora dos Prog. de Apoio Mbyá-Guarani BR-116/RS e de Apoio Kaingang BR-386/RS pela FAPEU/UFSC, dos Prog. Apoio Guarani do Contorno Rod. Florianópolis e da Duplicação da BR-280/SC (Emergencial) pela MPB Engenharia. Atua há 27 anos em gestão ambiental e licenciamento.



# 1. INTRODUÇÃO

A relação entre povos indígenas, quilombolas, populações tradicionais e o Estado tem sido estudado na academia, bem como operacionalmente passou a fazer parte na dinâmica das ações administrativas em obras de infraestrutura. Sobre essa condição o debate contemporâneo se volta ao núcleo desenvolvimento e como este afeta essas populações e, como parte desse conteúdo, destacamos a questão do lugar desses coletivos<sup>1</sup> enquanto sujeitos políticos diante de projetos de desenvolvimento. Nesse sentido, se amplifica a apreensão de que os direitos à terra e aos recursos naturais, sejam relativizados em face das políticas desenvolvimentistas.

Silva (2022) alude ao fato de que tal apreensão não é imaginária, pois é fato que, historicamente, a inserção desenvolvimentista, conduziu a implantação dessas obras de modo impositivo e, por vezes, violento, bem como atraiu uma série de externalidades sem aprofundamento avaliativo.

Acontece que fruto da ação política indígena foi se estabelecendo uma revisão em relação ao reconhecimento da diversidade cultural e da organização política indígena. Reivindicações indígenas quanto aos direitos de participação nas decisões do Estado que lhes afetassem foram efetuadas. O conteúdo profundo da luta diz respeito, no dizer de Batalla (2006), à demanda de serem reconhecidos como sujeitos políticos.

Esse movimento alcançou organismos internacionais e resultou na Convenção n. 169 da Organização Internacional do Trabalho – OIT, que determina a participação dos povos indígenas e tribais mediante processos de consulta em medidas administrativas que os afetem.

Silva (2019) esclarece que, paralelamente a essa revisão principiológica, as premissas norteadoras do desenvolvimento foram revisitadas e a atividade empreendedora de infraestrutura se inseriu numa perspectiva de desenvolvimento sustentável, sendo reconhecidos os impactos ambientais, socioeconômicos e culturais do empreendimento. Esta compreensão está de acordo com a Declaração Rio de Janeiro/92 que estabelece princípios a serem perseguidos neste novo paradigma de desenvolvimento sustentável, dentre os quais o que se refere ao fato de que os seres humanos estão no centro das preocupações relativa ao meio ambiente e que o desenvolvimento não pode ser considerado isoladamente. Nessa perspectiva, uma obra de infraestrutura de transportes com fulcro desenvolvimentista, por exemplo, não se restringiria tão somente a um plano de crescimento econômico, com objetivo de escoar mercadorias ou dar maior agilidade e redução de custos, outros aspectos precisariam ser considerados.

Ainda conforme a Declaração, os povos indígenas e outras coletividades locais têm um papel a desempenhar na gestão do meio ambiente e o desenvolvimento, em decorrência de seus conhecimentos

---

<sup>1</sup> No escopo deste artigo o termo coletivo se refere à adjetivação social de parcelas populacionais de um ou de vários grupos sociais, bem como aos grupos étnicos tomados em sua totalidade.

do meio e de suas práticas sociais. Os Estados e demais povos deveriam reconhecer sua identidade, sua cultura e seus interesses, concedendo-lhes todo apoio necessário e permitindo-lhes participar eficazmente na realização de um desenvolvimento sustentável.

A atividade empreendedora foi, então, compelida a aderir a novas perspectivas de desenvolvimento, reconhecendo os impactos ambientais, socioeconômicos e culturais do empreendimento.

O alinhamento dessas mudanças paradigmáticas foi impondo uma matriz de relacionamento como sendo jurídica-afirmativa, entre povos indígenas e tribais e a atividade desenvolvimentista. Nas situações em que os empreendimentos possam afetar povos indígenas e suas terras, bem como coletivos locais específicos, estudos típicos precisam ser realizados e as obras ficam sujeitas a licenciamentos administrativos ambientais, e os impactos ambientais, socioeconômicos e culturais do empreendimento, uma vez reconhecidos, devem ser mitigados, compensados e ou potencializados seus impactos positivos.

As medidas mitigadoras, potencializadoras e compensatórias precisam passar pelo crivo das populações indígenas e outras coletividades locais. Considerando essa matriz de relacionamento jurídico-afirmativo e a racionalidade compensatória desses empreendimentos se compreende que o licenciamento ambiental pode ser instituído como o espaço protocolar adequado para a consulta, livre, prévia e informada. É nesta fase em que são implementados os estudos ambientais e socioculturais em suas várias disciplinas, que servirão como elemento de informação qualificada para o efetivo entendimento do projeto e seus respectivos impactos, mapeamento das comunidades afetadas e ajustes de pactuações compensatórias que atendam aos interesses da comunidade na proteção de seus elementos socioculturais e de identidade indígena e tribais.

Nessa perspectiva, o licenciamento ambiental se afiguraria como um espaço dialógico na infraestrutura de transportes para operacionalizar com responsividade tanto os anseios das coletividades afetadas, quanto o da administração pública em suas planificações de infraestrutura.

Explicitamos essa proposição de espaço dialógico qualificado, mediante três seções: num primeiro momento, indicamos e analisamos duas modulações que ordenam o licenciamento ambiental e como tal se constituem arrimo na implementação das ações compensatórias, a saber, a natureza econômica em que o meio ambiente é alçado e a condição assecuratória existencial que deste decorre. A partir dessa modulação identificamos e apresentamos como tem se operacionalizado a interface étnica na infraestrutura de transportes tendo como referência uma matriz técnico-normativa. Por fim, a partir do licenciamento ambiental e os possíveis termos compensatórios apresentamos os termos de sustentação aos quais arguimos que este é um espaço dialógico qualificado para o exercício do direito de consulta informada.

## 2 MODULAÇÕES QUE ORIENTAM O LICENCIAMENTO AMBIENTAL

### 2.1 O matiz econômico e a variante antroppo-ecocêntrico

A atenção em relação ao meio ambiente e às comunidades que se encontrem na área de influência de um empreendimento é relativamente recente e faz parte de um contexto maior decorrente de ações reivindicatórias e acordos internacionais, onde se reconhece, como consequência do desenvolvimento e do progresso científico, tecnológico, industrial e econômico uma pluralidade de atividades que originam uma diversidade de novos riscos que se firmou como problemática ambiental.

Era manifesto que o consumo humano dos recursos naturais ultrapassava as capacidades biológicas e físicas do planeta em função de um crescimento industrial e científico de altíssimo impacto<sup>2</sup>.

Nesse contexto, a Organização das Nações Unidas - ONU criou uma Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, com o propósito de reexaminar os principais problemas do ambiente e formular propostas para solucioná-los, os trabalhos resultaram no Relatório Brundtland<sup>3</sup>. Uma das análises do relatório foi a comparação entre o índice de pobreza nos países do hemisfério sul e o consumismo do hemisfério norte, realidade apontada como uma das causas da falta de sustentabilidade dos modelos de desenvolvimento e da promoção das crises ambientais.

Essa nova conjuntura de desenvolvimento sustentável traz consigo elaborações nas quais subjazem questões de natureza econômica e de condição assecuratória existencial. Nesse ambiente de reexame quanto a relação com a natureza, Motta (2006) e Prado (2009) asseveram que o meio ambiente é então consolidado sob dois trilhos: como custo de oportunidade na produção de bens e serviços, elemento motor da economia, e como bem jurídico de um matiz antroppo-ecocêntrico, ou seja, definido a partir do homem, como ambiente necessário para sua sobrevivência e desenvolvimento enquanto pessoa. Se pode dizer que nesta última vertente os seres humanos, em tese, estariam no centro das preocupações relativas ao meio ambiente e o desenvolvimento não mais é considerado sem a avaliação das condicionantes ambientais, culturais e sociais.

Nesse sentido, se constata que o conceito de desenvolvimento sustentável foi introduzido,

---

<sup>2</sup> Sobre esse debate, emblemática é a obra de Carson (1969), “Primavera Silenciosa”, na qual denuncia o uso indiscriminado de pesticidas e sua correspondente ameaça à saúde e à fauna. Outra referência foi a organização em 1968 de um grupo multidisciplinar de especialistas, o chamado Clube de Roma, objetivando promover a discussão sobre as crises ambientais daquele momento e do por vir. Estes especialistas geraram o documento intitulado “The limits do growth” (Os limites do crescimento). Em 1972 o tema entra na pauta de uma discussão mais global, através da Organização das Nações Unidas – ONU, quando essa promoveu a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano.

<sup>3</sup> Recebe esse nome porque os trabalhos foram coordenados pela primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland. O relatório ficou conhecido como “Our Common Future” (Nosso Futuro Comum).

entretanto, sem a necessária ponderação e juízo quanto ao sistema de produção existente, bem como quanto aos modelos de desenvolvimento. Na verdade, o próprio sistema é reivindicado, posto que ao estabelecer a categoria analítica pobreza e consumo como indicador da falta de sustentabilidade, a questão é direcionada para fatores de equilíbrio dentro da matriz intocável do próprio sistema capitalista. A sustentabilidade subjacente é a de um modelo econômico enquanto sistema de produção, trazendo consigo apenas indicativos de fatores de equilíbrio ao instituir limites de controle da degradação.

Nesse diapasão é que a matéria ambiental, não obstante todo o discurso ético que o circunda tem seu conteúdo prático estabelecido a partir da consideração do meio ambiente como parte do sistema econômico de um país, visto como custo de oportunidade na produção de bens e serviços e, nessa condição, é preciso buscar o equilíbrio entre atender às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem às suas.

Nessa perspectiva, Motta (2006) esclarece que o valor econômico ou o custo de oportunidade dos recursos ambientais normalmente não é observado no mercado por intermédio do sistema de preços. No entanto, visto como os demais bens e serviços presentes no mercado, seu valor econômico deriva de seus atributos, com a peculiaridade de que estes atributos podem ou não estar associados a um uso. O fato é que um bem ambiental sofre avaliação econômica através da determinação do que é equivalente em termos de outros recursos disponíveis na economia.

Essa correlação do ambiente com a economia é a resposta do Estado em relação ao enfrentamento da problemática ambiental, tomada enquanto evento de um sistema econômico. A acomodação se dá na perspectiva da criação de um novo capitalismo climático, em que o sistema muda de inimigo do meio-ambiente para seu salvador.

O meio ambiente acaba ganhando contornos assecuratórios existenciais, redimensionado como um bem jurídico de natureza metaindividual ou macrossocial de cunho difuso, que se direciona ao coletivo, se apresentando de modo informal em certos setores sociais, com sujeitos indeterminados e cuja lesão tem natureza extensiva ou disseminada. Passam a fazer parte deste ambiente a natureza, com os elementos água, ar e solo, a fauna e a flora, além do conteúdo da relação homem-meio, recebendo a tutela administrativa e jurídica. É nesse contorno que no diagnóstico ambiental, parte necessária dos estudos ambientais, em empreendimentos potencialmente poluidores é requerida a descrição das variáveis ambientais como os meios físico, biótico, socioeconômico e cultural. Nessa última variável, devem ser observados aspectos como economia, características do uso do solo, municípios e distritos atingidos pelo empreendimento, infraestrutura regional, dinâmica populacional, saúde, educação, comunidades afetadas, patrimônio histórico, cultural, arqueológico e paleontológico.

Bellia e Bidone (1993) asseveram que é uma das características intrínsecas dos projetos e obras de engenharia causar impactos no meio ambiente para gerar sua produção, seja ela uma habitação familiar, uma ferrovia, uma rodovia ou um porto. Tais impactos são gerados tanto pela construção em si, quanto pelo uso dos recursos naturais à volta. As implicações não são apenas biofísicas, o seu reflexo

se dá no âmbito social, com resvalos em aspectos econômicos e culturais. As questões que envolvem tais aspectos são fundamentalmente distintas e neste último, os culturais, os efeitos são sentidos de forma particular, tornando-se ainda mais sensível quando a interface desses empreendimentos cruza diferenças socioculturais, como é o caso, por exemplo, dos povos indígenas na condição de povos ancestrais do continente americano, em relação à recente colonização europeia.

Essa internacionalização do debate ambiental ganha contornos pragmáticos institucionalizantes e na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – CNUMAD, em 1992, na cidade do Rio de Janeiro a dimensão social do problema ecológico amplia o pensamento para além da dinâmica biofísica e agrega valores e preocupações éticas, antropológicas, culturais, sociais, econômicas e políticas. Nesse sentido, foi firmada a Declaração do Rio de Janeiro de 1992, na qual se estabeleceu os princípios a serem perseguidos nesse novo paradigma de desenvolvimento sustentável. Na carta declaratória, os povos indígenas e outras coletividades locais têm um papel a desempenhar na gestão do meio ambiente e do desenvolvimento, em decorrência de seus conhecimentos do meio e de suas práticas sociais.

Nesta confecção de reconhecimento destacamos o coletivo indígena, em face da consideração de que tais distinções socioculturais assumem perspectivas cosmológicas étnicas, de tal forma que em seguida cumpre aqui ponderar sobre os contornos da vinculação que há entre o reconhecimento da identidade, da cultura e dos interesses dos povos indígenas, inseridos em circunstância declaratória. Essa vinculação pode ser observada sob dois aspectos:

O primeiro traz consigo uma lógica cujo pano de fundo é a alocação dos povos indígenas como parte daquilo que nomeamos como natureza. Aliás, essa concepção não é recente. Relações históricas dessa qualificação indígena foram talhadas por artífices de uma indianidade hiper-realizada (RAMOS, 1995). Nesse aspecto se tem uma longa história social elaborando, mediante concepções e estruturas socioculturais, os povos indígenas como parte da natureza.

Na história das representações sobre as populações indígenas operantes, por exemplo, nas relações interétnicas brasileiras, Ramos (1998) ainda destaca que nas designações atribuídas aos índios por não-índios há uma ambivalente caracterização – ora selvagem e ora edênica – que põs em circulação representações do índio, de um lado, como puro, digno e ingênuo, e de outro, como inferior, incapaz, bárbaro, selvagem, primitivo, pagão e inábil para a vida moderna. A despeito da ambiguidade destacada pela autora, o fato é que um e outro trazem a marcação da vinculação com o que se nomeia de natureza.

Redford (1990 apud ÁVILA, 2012, p. 166) estabelece o liame dessa alteridade construída nas formulações de políticas de alcance planetário no que concerne à preservação ambiental, chamando a atenção para a “fabricação de concepções de povos indígenas e tradicionais, como povos naturalmente guardiões da natureza ou espiritualmente ambientalistas”.

O segundo aspecto desse contorno vinculante se volta- à observação quanto aos termos do princípio voltado ao reconhecimento identitário e cultural dos povos indígenas. No sentir dessas pesquisadoras um modo de um reconhecimento que nomeamos de utilitário, incluído em termos

funcionais e atado a uma condição assecuratória, cuja natureza é econômica e pensada como fator de equilíbrio do próprio sistema.

Se infere nesse aspecto que a conjuntura do reconhecimento, enquanto princípio, camuflou as marcas de dominação e de subordinação aos quais foram impingidos os povos indígenas. Ao deixar de abordar essas questões a Declaração imprimiu uma perspectiva funcional ao reconhecimento dos povos indígenas, bem como às coletividades locais, assemelhando-os a ativos econômicos na proteção ambiental. Consoante o texto, os povos indígenas e outras coletividades locais têm um papel a desempenhar na gestão do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável.

A identificação entre povos indígenas e meio ambiente é resultado de uma interpretação não-indígena da relação entre povos indígenas e os lugares que habitam, vista como uma relação harmônica. Porém, esta interpretação está longe de apreender os termos em que a relação entre grupos étnicos diversos e seus lugares de origem se dá, pois parte de noções não indígenas, por exemplo, “natureza”, “preservação” e “sustentabilidade” – categorias que, consoante Mesquita (2018, p. 32), “[...] de início, separam meio ambiente dos seres humanos, diferentemente de cosmologias indígenas diversas que podem apresentar entendimentos e categorias bastante distintos”, o que representa uma relevante diferença ontológica – ou ainda pois, conforme Ulloa (2004), apresenta uma tradução resumida e superficial à identificação de indígenas enquanto “nativos ecológicos”. Essa identificação pode acionar o imaginário que associa povos indígenas tanto ao exotismo e ao “bom selvagem” quanto à ideia oposta de não civilizado e de “atrasado” (BRYSK, 1996).

Silva (2022) chama a atenção para o fato de que “Os povos indígenas vêm capturando muito bem os códigos de dominação e exploração históricos e ainda operantes, mesmo que reconfigurados por meio de novos contextos socioculturais e morais como o é a questão ambiental” (SILVA, 2022, p. 108). Nesse sentido acrescenta que

Essa subversão positiva é percebida desde a apropriação do estigma de índio que se situa como elemento que implica diferenciação, identidade particular e *status* social. O estigma que historicamente foi excludente ganha caráter identitário que também pode incluir. Ao assumir uma identidade diferenciada abre-se espaço para a busca pela autonomia e pelo autogoverno” (SILVA, 2022, p. 108).

Essa conformação dos povos indígenas no discurso ambiental desde à ideia funcional de desenvolvimento sustentável e até à ideia da subversão positiva de uma indianidade genérica, respectivamente, geraram revisões, pelo menos no plano formal, quanto ao modelo operacional de ações desenvolvimentistas e quanto ao reconhecimento da diversidade indígena. Tais revisões são acompanhadas de uma tecitura normativa internacional voltada ao combate de discriminações étnicas históricas, em reconhecimento de uma pluralidade cultural que repercutiu na atividade empreendedora de infraestrutura de transportes. A soma desses tons tem seus reflexos no modo segundo o qual os povos indígenas são reconhecidos em projetos de infraestrutura. Esses aspectos serão examinados na seção



seguinte.

### 3. A INTERFACE ÉTNICA NA INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES: A MATRIZ TÉCNICO-NORMATIVA.

Para a implantação de novas infraestruturas de transportes ou melhoria das já existentes são realizadas avaliações da viabilidade da obra ponderando quanto aos investimentos a serem efetuados no empreendimento e o benefício econômico deste. Em face de determinações legais o impacto ambiental<sup>4</sup> é avaliado, para obtenção de uma série de licenças administrativas.

Essa perspectiva de desenvolvimento sustentável foi rapidamente normatizada pelo poder público, instituindo a ferramenta do licenciamento administrativo ambiental no qual se reconhecendo os impactos ambientais, socioeconômicos e culturais de um empreendimento estes devem ser mitigados, potencializados e compensados. Caso esses impactos atinjam povos indígenas e tribais há um item específico a ser observado que de acordo com o jargão administrativo é denominado de componente indígena e componente quilombola. Este componente, objeto de análise neste estudo, é observado como sendo o espaço no qual não apenas ocorre a delimitação dos impactos, mas as tratativas relacionadas às deliberações de programas que mitiguem, potencializem e compensem esses impactos.

É premente, entretanto, que se busque entender o entretom que circunscrevem essa condição de reconhecimento nas quais a participação dos indígenas e quilombolas como sujeitos políticos ocorrem nesses empreendimentos, em termos de compensação, e assim atuarem nas decisões do Estado na defesa de seus interesses e nas ações que os afetem.

Factualmente, como tem sido acomodado nos projetos de infraestrutura de transportes esse conjunto de princípios estabelecidos, desde Convenções e Declarações internacionais e salvaguardas legais do étnico, de forma a que o reconhecimento preconizado nos instrumentos jurídicos passasse a fazer parte das dinâmicas dos empreendimentos?

A resposta a essa questão requer trazer à tona uma consideração já debatida na seção anterior, a saber, o discurso ambiental e sua natureza econômica. Na análise precedente se conclui que o discurso ambiental elaborado tem natureza funcional direcionada para fatores de equilíbrio dentro da matriz do próprio sistema capitalista.

Sobre estes fatores de equilíbrio constatamos que eles são traçados e equipados a partir dos

---

<sup>4</sup>Impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais, consoante especificado na Resolução CONAMA 01/86.

conceitos de uma economia de mercado. Nesse caso, o pressuposto implícito é o da eficiência de recursos<sup>5</sup>, ou seja, como manter a otimização técnico-econômica e as demandas ambientais.

Nesse enquadramento, se considera que as atividades econômicas nem sempre são eficientes. Em matéria ambiental essa ineficiência interfere na resiliência do meio ambiente, prejudicando sua capacidade de absorção de energia, resíduos e rejeitos produzidos (MUELLER, 2012). Os custos dessa degradação ambiental geram custos sociais, decorrendo o que se denomina dentro do ambiente econômico de externalidades, espécie de falha de mercado que alcança grande importância no estudo dos recursos naturais e na economia ambiental. Tais externalidades são tidas como efeitos colaterais de uma decisão sobre aqueles que não participam dela, ou ainda, são “falhas de mercado nas quais efeitos de determinada atividade atingem terceiros (externos) nela não envolvidos” (DERANI; AQUINO NETO, 2007, p.57).

As externalidades podem ser positivas ou negativas. As positivas são consideradas benéficas e se consubstanciam na atuação de um agente, externalizando benefícios para terceiros sem que esses paguem pelos benefícios recebidos. Já as externalidades negativas ocorrem quando as decisões de produção e de consumo afetam a disponibilidade dos serviços e reduzem o bem-estar ou a produção de outros.

Assim, se reconhece que o mercado pode não funcionar de modo eficiente, perfeito e ótimo, apresentando falhas (BAGNOLI, 2008). Nesse sentido, Hanley e Spasch (1993), aludindo ao critério de Kaldor-Hicks<sup>6</sup>, apresentam considerações sobre a eficiência no mercado. Consoante o critério, a eficiência ocorre quando o agente econômico beneficiado é capaz de compensar o prejudicado, estabelecendo assim cálculo de custo-benefício para as externalidades negativas.

Destes conceitos, no dizer de Padilha (2010), externalidades negativas devem ser internalizadas pelo empreendedor, ou seja, seu custo deve ser pago por quem as produz, como consequência do princípio do poluidor pagador. A esse respeito, Herman Benjamin (1993, p. 229) assim assevera:

[...] o objetivo maior do princípio do poluidor pagador é fazer com que os custos das medidas de proteção do meio ambiente – as externalidades ambientais – repercutam nos custos finais de produtos e serviços cuja produção esteja na origem da atividade poluidora. Em outras palavras, busca-se fazer

---

<sup>5</sup> Vilfredo Pareto (1848-1923) introduziu o conceito de eficiência dos recursos asseverando que os recursos de uma economia devem ser alocados de tal maneira que nenhuma reordenação diferente possa melhorar a situação de qualquer agente econômico sem piorar a situação de qualquer outra. A situação eficiente está, portanto, no fato de que ninguém conseguirá elevar seu bem-estar sem reduzir o de alguma outra pessoa. Tal situação foi denominada de “ótima de Pareto” (PINDYCK; RUBINFELD, 2010).

<sup>6</sup> O critério de Kaldor-Hicks, recebe esse nome em decorrência de seus elaboradores, também conhecido como eficiência potencial de Pareto – posto ser considerado uma instrumentalização do conceito original de Pareto. Destaca a importância da possibilidade de os ganhadores compensarem os perdedores em uma alocação de bens, ainda que efetivamente não venham a fazê-lo. O critério aumenta a utilidade prática ao conceito de eficiência de Pareto, viabilizando a sua aplicação ao caso concreto. (HANLEY; SPASCH, 1993)

com que os agentes que originaram as externalidades assumam os custos impostos a outros agentes, produtores e/ ou consumidores.

Estabelece então um instrumento econômico, aplicável à problemática ambiental, que exige do usuário dos recursos naturais que suporte o conjunto dos custos destinados a tornar possível a utilização desses recursos, devendo, portanto, arcar com os custos das medidas preventivas, mitigadoras e/ou compensatórias definidos pelo órgão licenciador competente, assegurando que o ambiente esteja num estado aceitável.

Por este enfoque, se depreende que a instituição de limites de controle vinculados à compensação se torna o elemento chave no fator de equilíbrio da problemática ambiental em seus variados aspectos: social, econômico e biótico. Essa elaboração se dá em total consonância com as diretrizes do modelo econômico de mercado e a compensação é um recurso carro-chefe nas múltiplas negociações.

Faria (2008) esclarece que a compensação em termos ambientais comporta dois aspectos, sendo um mais amplo e o outro mais restrito. O primeiro significa uma forma de reparação que compreende a recuperação de um ambiente alterado por uma atividade ou empreendimento, sem prejuízo de outras medidas adotadas – de natureza pecuniária ou não. Contudo, ao se referir a “medidas compensatórias”, se confere um sentido estrito à expressão. Nesse caso, está diante de medidas de cunho não necessariamente pecuniário; as medidas compensatórias, portanto, são aquelas destinadas a compensar impactos ambientais negativos, tomadas voluntariamente pelos responsáveis por esses impactos ou exigidas pelo órgão ambiental competente, e se destinam a compensar impactos irreversíveis e inevitáveis, fazendo distinção das denominadas “medidas mitigadoras”, voltadas a prevenir impactos adversos ou a reduzir aqueles que não podem ser evitados.

Num enfoque finalístico, Maia (2018) localiza a compensação como sendo um instrumento que favorece a redução do ônus ao meio ambiente e à coletividade, adequando assim o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental.

Em contornos ambientais, a discussão sobre a compensação é indissociável do processo de licenciamento ambiental<sup>7</sup> e é nesse último, enquanto espaço protocolar administrativo, em que são requeridos estudos, relatórios, planos mitigatórios e compensatórios com sua respectiva operacionalização. Nesse predicado, adicionalmente, ainda são firmados os termos e as composições a serem cumpridos pelo empreendedor de forma a obter a autorização para a obra.

Em contorno racional-legal se tem que o firmado, na forma disposta em compromissos

---

<sup>7</sup> Embora ambos os institutos sejam sustentados por leis distintas, a compensação no Brasil só pode ser viabilizada como consequência do licenciamento, principalmente se examinada à luz da manifestação do STF acerca do tema, na Ação Direta de Inconstitucionalidade n. 3.378-6/DF, ocorrida em sessão de 9 de abril de 2008.

internacionais assumidos pelos países, tem seu ajuste no conceito do que se considera impacto ambiental e compensação. As definições voltadas quanto ao impacto ambiental, responsabilidades, empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental e seus critérios básicos são definidos no Brasil por órgão específico, o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que quanto ao impacto e à sua extensão assevera:

Art. 1º Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais. (Resolução CONAMA n. 01/1986)

O órgão regulador é federal e suas resoluções têm aplicabilidade nacional. As interferências no meio ambiente são tomadas como resultado do sistema produtivo humano, que têm consequências na saúde, segurança, bem-estar da população, tanto entre os seres humanos quanto nos biomas. Os empreendimentos rodoviários, ferroviários e aquaviários, entendidos como o complexo das atividades que envolvem as ações de infraestrutura de transportes e operação, representam um dos eixos do sistema produtivo e modificador do meio ambiente e, como tal, se sujeita às regras do licenciamento ambiental<sup>8</sup>.

As atividades de transportes são submetidas ao adequado tratamento ambiental que, operacionalmente, adquire contornos mitigatórios, corretivos ou compensatórios. Esses contornos seriam, então, a chave conciliatória do equilíbrio ambiental dentro da matriz do próprio sistema capitalista.

Nesse escopo, o licenciamento ambiental se insere como sendo o procedimento administrativo, regulado pelo composto de estudos ambientais e respectivo relatório, elaborado pelo empreendedor e submetido à aprovação do órgão licenciador competente, consoante Resolução CONAMA n. 237/1997 e Portaria Interministerial n. 060/2015. Destes estudos, verificada a presença de povos indígenas e/ou remanescentes quilombolas nas cercanias do empreendimento, é estabelecido o que no linguajar administrativo recebe o nome de “componente indígena” e/ou “componente quilombola”. São estudos, planos e programas específicos nos quais são propostos e firmados os termos compensatórios<sup>9</sup> com

---

<sup>8</sup> A Resolução CONAMA n. 01/1986, em seu art. 2º, estabelece um rol de atividades para as quais não há dúvidas que são modificadoras do meio ambiente, dentre estas as de infraestrutura de transportes. Estes projetos causam externalidades diversas, desde sua concepção, implantação e operacionalização.

<sup>9</sup> Sobre as tratativas da compensação estas serão examinadas em capítulo próprio, a partir da análise do conteúdo negocial ocorrido nos empreendimentos eleitos como um dos sistemas similares, enquanto variáveis de análise.

vistas à obtenção do licenciamento da obra, que no caso específico se dará mediante manifestação da FUNAI para povos indígenas e do INCRA para remanescentes de quilombolas.

A questão indígena e das comunidades tribais, no âmbito do procedimento de licenciamento ambiental que envolve obras de infraestrutura de transportes, tem assumido enormes proporções, sobretudo nos últimos anos<sup>10</sup>. É nesse mesmo ambiente administrativo que na prática se estendem os ajustes com os povos indígenas, quilombolas e outras comunidades locais.

Na atividade empreendedora de infraestrutura de transportes, o licenciamento ambiental, com sua respectiva interface requerida com os vários órgãos intervenientes que emitem as licenças administrativas, tem sido o espaço protocolar nas negociações que envolvem escuta dos afetados pelas obras, esclarecimentos, ajustes dos termos negociais. Se busca neste espaço o equilíbrio da equação desenvolvimento e reconhecimento jurídico-afirmativo dos povos indígenas e tribais.

#### **4. LICENCIAMENTO AMBIENTAL: ESPAÇO QUALIFICADO E DIALÓGICO PARA OPERACIONALIZAR O DIREITO DE CONSULTA LIVRE, PRÉVIA E INFORMADA NA INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES**

A Organização Internacional do Trabalho – OIT, mediante a Convenção 169, produziu uma revisão paradigmática de ruptura com a política integracionista e de reconhecimento da diversidade cultural e organização política indígena e tribal, disciplinando ainda uma nova relação com estes e o Estado Nacional. Como parte deste processo, a consulta prévia, livre e informada constitui elemento central. Restou instituído que medidas administrativas e legislativas que afetem diretamente povos indígenas e tribais devem ser antecedidas de consulta prévia, livre e informada.

O Brasil se tornou signatário da Convenção e em 2004, mediante Decreto n. 5051 promulgou a Convenção no Estado brasileiro. Desde então o assunto tem entrado em pautas diversas, estudos acadêmicos, tema de seminários, grupos de trabalho no âmbito administrativo, celeumas em empreendimentos, pareceres jurídicos de casos concretos, dentre outros.

Na edição do Via Viva 2018, um dos eixos temáticos se voltou a questão da legislação e licenciamento ambiental e nesse condão foram abordadas questões relevantes sobre o Direito de consulta livre, prévia e informada dos povos indígenas e tribais. Naquele momento, Silva, Pimenta e Macedo (2018) problematizaram aspectos voltados às lacunas conceituais que permeavam a instrumentalização da aplicação do direito. Pensados em contextos concretos ressurgem continuamente as mesmas questões: em qual momento deve se efetuar a consulta? quais medidas administrativas serão consideradas? como se opera a representatividade? quem são exatamente os

---

<sup>10</sup> As rodovias BR-101/Santa Catarina e BR-163/Pará foram as primeiras experiências de estudos do componente indígena em rodovias federais, respectivamente, nos anos de 2002 e 2007.

agentes da consulta?

Após diversas derivações de judicializações e processos administrativos, resta consolidado, no âmbito federal, que referente aos agentes sujeitos do direito da consulta, livre, prévia e informada, além dos povos indígenas, tanto os remanescentes quilombolas e as comunidades tradicionais que guardem os critérios de povos tribais são sujeitos deste direito.

Em relação aos povos indígenas serem sujeitos da Oitiva o tema foi menos controvertido, quanto aos remanescentes de quilombolas se, inicialmente, houve bastante debate o tema já se encontra pacificado, no âmbito da administração pública federal, nos termos da orientação da atuação dos órgãos de execução da Procuradoria-Geral Federal que os reconhece enquanto povos tribais, tendo em vista a orientação vigente em decorrência da aprovação do PARECER Nº 00032/2015/DEPCONSU/PGF/AGU.

Especificamente quanto às populações tradicionais (Decreto nº 6.040/2007 - grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição) destacamos a recente decisão de Ofício do IBAMA, de 07/12/23, que revogou a Orientação Jurídica Normativa - OJN 56/2022/PFE/IBAMA - processo NUP 02001.014888/2021-16. Resultado do questionamento por parte da Defensoria Pública Geral da União - DPU por meio do Parecer Técnico nº 1 - ACGIS/DPGU (SEI IBAMA 16554531) que solicitou a declaração da nulidade da referida orientação a qual recomendava que órgão licenciador não considerasse as populações tradicionais no processo de consulta, previsto na OIT 169, nos atos do licenciamento ambiental.

Não obstante a solidificação de alguns aspectos conceituais, entre o discurso e ação ainda remanesce um campo nebuloso no âmbito da administração pública, principalmente o tempo da ação e como operacionalizar a prática. Faz-se necessário avançar na definição de um espaço dialógico.

Nesse cenário é que se apresenta a seguir a sustentação e proposição de que no âmbito da medida administrativa do licenciamento ambiental, a partir de ajustes e compatibilizações, é possível e adequado se construir um espaço dialógico qualificado para o exercício do direito de consulta informada.

O licenciamento ambiental é um instrumento da Lei 6.938/81 e tem por finalidade a promoção do controle prévio de projetos e empreendimentos que pretendem ser construídos, instalados, ampliados e operados e que são considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental. A condução do Licenciamento Ambiental, foi concebido enquanto um processo de avaliação preventivo que consiste no exame dos aspectos ambientais dos projetos em suas diferentes fases: concepção/planejamento, instalação e operação.

Essas fases constituem etapas que vão sendo consolidadas ou não por meio da concessão de



licenças<sup>11</sup>.

Dentro das etapas do licenciamento ambiental há a avaliação de impacto ambiental, realizada nos termos da Resolução CONAMA nº 001/86, por meio do respectivo Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental - EIA/RIMA do empreendimento e/ou projetos de significativo impacto ambiental. Nesse sentido, a elaboração do EIA/RIMA consiste no desenvolvimento dos procedimentos referentes à sistemática de avaliação de impactos ambientais das etapas de planejamento, instalação e operação do projeto, identificando, quantificando e qualificando os potenciais impactos do empreendimento. Este deve ainda apresentar alternativas tecnológicas e de localização (traçado) do projeto, comparando-as com a hipótese, se for o caso, de não execução do mesmo, determinando os limites da área geográfica de influência do projeto a ser afetada direta ou indiretamente.

O respectivo estudo deve ser feito com devida participação social da sociedade e da população afetada e é um instrumento de conhecimento à serviço da decisão por parte do órgão licenciador. Se tem, portanto, que o licenciamento ambiental tem como objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana e é por meio desse procedimento que os projetos efetivo e potencialmente poluidores são avaliados pelo governo, o qual deve sopesar os benefícios e impactos do mesmo para sua decisão da viabilidade ambiental do projeto tendo como balizamento o EIA/RIMA.

Dessa forma se tem um instrumento analítico, cujos dados são efetivos para os devidos esclarecimento e adequada tomada de decisão.

Nos termos do arcabouço jurídico brasileiro, mesmo após a decisão do investimento (Estudo de Viabilidade Técnico e Econômico e Ambiental – EVTEA) o projeto e ou empreendimento somente pode ser efetivado, após a obtenção da LP que é o ato administrativo que atesta a viabilidade ambiental de projeto de infraestrutura de transportes.

O licenciamento ambiental é um procedimento complexo que depende da participação de outros entes, os denominados órgãos envolvidos ou intervenientes, assim regulados pela legislação e normativos vigentes. Estes órgãos detêm competências específicas quanto a manifestações e expertise operacional das disciplinas e elementos conceituais que envolvem seu eixo de atuação.

No Brasil, esse órgão anuente quanto à licença ambiental em empreendimentos de

---

<sup>11</sup> Licenças Prévia- LP: concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação, que atesta a viabilidade ambiental do empreendimento, após exame dos impactos ambientais por ele gerados, dos programas de redução e mitigação de impactos negativos e de maximização dos impactos positivos; Licença de Instalação – LI: autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante; Licença de Operação – LO: autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.

infraestrutura de transportes de jurisdição federal é o IBAMA. Nesse escopo, considerando as especificidades dos impactos sociais e culturais que decorrem dos empreendimentos, se regulamentou através da Portaria Interministerial n. 60/2015 a participação de alguns órgãos e entidades enquanto pareceristas sobre temas de sua competência no licenciamento ambiental, a saber: a) Fundação Nacional do Índio – FUNAI, por ocasião da avaliação dos impactos provocados pela atividade ou empreendimento em terras indígenas, bem como para apreciação da adequação das propostas de medidas de controle e de mitigação decorrentes desses impactos; b) Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, quando da avaliação dos impactos provocados pela atividade ou empreendimento em terras quilombola, bem como apreciação da adequação das propostas de medidas de controle e de mitigação decorrentes desses impactos; c) Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, por ocasião da avaliação acerca da existência de patrimônio arqueológico identificados na área de influência direta da atividade ou empreendimento, bem como apreciação da adequação das propostas apresentadas para resgate e salvamento; d) Ministério da Saúde, quando da avaliação e recomendação acerca dos impactos sobre os fatores de risco para a ocorrência de casos de malária, no caso de atividade ou empreendimento localizado em áreas endêmicas.

Registra-se ainda o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA quando se fizer necessária a promoção de reassentamento de comunidades ou houver impacto nas áreas de assentamento rural; o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBIO, quando os empreendimentos interceptam ou impactam Unidades de Conservação Federais.

De acordo com o § 1º do art. 4º da Resolução CONAMA n. 237/1997:

O IBAMA fará o licenciamento de que trata este artigo após considerar o exame técnico procedido pelos órgãos ambientais dos Estados e Municípios em que se localizar a atividade ou empreendimento, bem como, quando couber, o parecer dos demais órgãos competentes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, envolvidos no procedimento de licenciamento.

Este dispositivo, e outros, estabelece a necessidade de que o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA, quando couber, considere o parecer dos demais órgãos envolvidos no procedimento de licenciamento.

Esses órgãos ou entidades que participam do licenciamento ambiental têm sido nomeados como envolvidos no processo de licenciamento, mas operacionalmente atuam em seu conteúdo avaliativo e mantém uma relação direta com o empreendedor em termos negociais, semelhante ao agente social anuente do empreendimento, no caso, o IBAMA.

Desde a edição da Resolução CONAMA 237/1987 todo o processo de participação social se estruturou e consolidou com avanços representativos, resultado disso, a Portaria Interministerial – PI 060/2015 além de estabelecer procedimentos que disciplinam a atuação dos órgãos e entidades da administração pública federal em processos de licenciamento ambiental, detalham as circunstâncias e de que forma os povos indígenas e remanescentes de quilombolas afetados, dentre outros, deve se manifestar e quais são os casos de intervenção, estabelecidos em seu art. 3º, inciso 2º:

I – em terra indígena, quando a atividade ou o empreendimento submetido ao licenciamento ambiental localizar-se em terra indígena ou apresentar elementos que possam ocasionar impacto socioambiental direto na terra indígena, respeitados os limites do Anexo I (tipologias de empreendimentos e distâncias);

II -em terra quilombola, quando a atividade ou o empreendimento submetido ao licenciamento ambiental localizar-se em terra quilombola ou apresentar elementos que possam ocasionar impacto socioambiental direto na terra quilombola, respeitados os limites do Anexo I (tipologias de empreendimentos e distâncias);

(...)

Nesse sentido, a execução de cada um dos empreendimentos de infraestrutura no que se refere ao meio ambiente, deve ser garantido o cumprimento da legislação ambiental e das respectivas condicionantes ambientais, por meio da elaboração de estudos ambientais (EIA RIMA, Estudo do Componente Indígena, Estudo do Componente Quilombola e Planos Básicos Ambientais, dentre outros), execução da gestão ambiental, acompanhamento das condicionantes ambientais e implementação das medidas mitigadoras e compensatórias estabelecidas pelos órgãos licenciadores e pelos órgãos envolvidos, tais como IPHAN, FUNAI, INCRA e ICMBio.

Nesse sentido é que os povos indígenas e os remanescentes quilombolas são ouvidos por meio dos órgãos da administração indireta - FUNAI e INCRA, entidades representativas que coordenam as ações relacionadas ao componente indígena e quilombola no licenciamento ambiental e portanto podem e se encontram aptos para coordenar o papel do governo em ouvir esses povos quanto às consultas prévias, livre e informada permitindo assim o diálogo e a sistematização dessas consultas enviando ao órgão ambiental licenciador o resultado das mesmas de forma que a decisão quanto à emissão, ou não, da licença prévia leve em conta a manifestação desses povos.

A Portaria Interministerial 060/2015 trata da presunção do impacto nas distâncias do Anexo I, e tais distâncias são referenciais para a realização dos estudos, na etapa inicial do licenciamento ambiental, quando do preenchimento da Ficha de Caracterização do Empreendimento FCA, cabendo ao estudo de cunho antropológico identificar, se de fato, os impactos identificados atingirão às comunidades indígenas e/ou remanescentes de quilombolas que se encontram nesta faixa.

Assim, por analogia aos procedimentos para prosseguir com as medidas de potencialização, mitigação e compensação de impactos ambientais, pode se afirmar que quando da conclusão do Estudo do Componente Indígena e ou Quilombola seus resultados podem ser: a) identificação da inexistência de impactos diretos sobre a comunidade dentro da faixa estabelecida e, portanto, não haveria necessidade de realização da consulta; b) identificação de que há impactos diretos sobre a comunidade dentro da faixa estabelecida e, portanto haverá a necessidade de realização da consulta; c) identificação que há impactos diretos sobre a comunidade dentro da faixa estabelecida e em outras comunidades indígenas localizadas para além das distancias estabelecidas na Portaria, portanto haverá a necessidade de realização da consulta para todas àquelas comunidades que sentirão os impactos diretos do projeto.

Ou seja, em existindo o impacto direto, a comunidade tem o direito de ser consultada, e o governo tem o dever de consultar nos termos da OIT 169 e no âmbito do licenciamento ambiental tanto os impactos diretos quanto os indiretos devem ser considerados para determinar o estudo do componente indígena e do componente quilombola e suas devidas medidas de mitigação, compensação e potencialização.

Se observa um espaço factível de operacionalização do direito de consulta livre, prévia e informada nos processos de licenciamento ambiental. Uma interface com motivações semelhantes, prevenção, escuta, respeito às singularidades dos grupos, espaço de negociação, participação, readequações, ajustes negociais.

Faz-se necessário uma harmonização com nosso ordenamento jurídico quanto ao espaço do momento adequado em que se ofertará a informação qualificada para a tomada de decisão.

Desta forma, a internalização da OIT 169 se ajusta e se harmoniza com o procedimento do licenciamento ambiental com especial vinculação à Portaria 060/2015 quanto à participação dos povos indígenas e dos remanescentes de quilombolas e ainda dos povos e comunidades tradicionais afetadas, desde que realizado ajustes e detalhamentos de compatibilidade para participação pública do licenciamento ambiental e suas etapas de abertura do processo de licenciamento ambiental e elaboração dos estudos ambientais.

Por fim, como referencial prático em como o licenciamento ambiental é um espaço de informação adequado para a efetivação do direito de consulta qualificada, apresentamos em seguida um caso em que a informação devidamente caracterizada reverberou nos ajustes negociais e construção de solução com a participação dos afetados por obra de infraestrutura de transportes.

A rodovia BR-242 é uma rodovia transversal que se inicia no estado da Bahia, passando pelo estado do Tocantins seguindo até o estado do Mato Grosso (no município de Sorriso). Nesse estado trechos estão sendo pavimentados. A conclusão das obras de pavimentação da BR 242 MT vai promover o escoamento da produção agrícola e agropecuária regional, possibilitando uma melhor intercomunicação entre os municípios e remodelando o fluxo de transporte na região centro-norte de Mato Grosso.

Em uma perspectiva desenvolvimentista essa é uma obra de fundamental importância para os produtores da região, sendo o projeto de sua pavimentação considerado essencial na promoção e atendimento das demandas logísticas da região.

Um dos segmentos a serem pavimentados passa a aproximadamente 12 km do Xingu. Nesse sentido o licenciamento ambiental determinou a elaboração do componente indígena e as populações indígenas exigiam a oitiva livre, prévia e informada, nos termos da Convenção 169. Neste cenário o EIA RIMA das obras de implantação e pavimentação no trecho entre Gaúcha do Norte/MT e Querência/MT foi encaminhado ao IBAMA.

No âmbito do referido estudo foram apresentadas cinco alternativas locais para o traçado da rodovia, avaliado a partir da relação com os aspectos ambientais (meio ambiente), socioeconômicos

(sociedade e economia) e fundiários (terreno) do projeto, tendo sido indicado pelo Estudo determinada alternativa como a mais viável, por apresentar menos restrições que as demais.

Lideranças e caciques dos povos xinguanos reivindicaram utilizar estrada já existente para desviar do *Kamukuwaká*<sup>12</sup>. Foi proposto um desvio com extensão de 40,5 km, que representa um acréscimo de 14,1 km, ao desvio proposto na Alternativa eleita do EIA, de 26,4 km, de forma que esta alternativa sugerida pelos xinguanos, desvia das áreas sagradas em processo de tombamento tramitando no IPHAN.

A alternativa locacional desejada pelos indígenas do Xingu foi objeto de discussão com os indígenas resultando no acolhimento da alternativa de traçado da rodovia conforme proposição dos xinguanos. As várias possibilidades de traçado foram discutidas em todos os tons técnicos e puderam ser avaliados de forma colaborativa.

Dessa forma, em atendimento à reivindicação das lideranças e caciques dos povos xinguanos de utilizar estrada já existente entre Gaúcha do Norte e Canarana, e considerando a alternativa que melhor acomodaria todas as questões tratadas, visando a possibilidade de prosseguimento do licenciamento ambiental de maneira mais célere e com menor complexidade ambiental, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes -DNIT propôs que o empreendimento passasse a ser considerado como sendo constituído de obras de pavimentação, numa extensão de 202,0 km, de Santiago do Norte até o início do trecho pavimentado da Rodovia MT-020, contemplando pavimentação de 11,4 km entre Santiago do Norte ao início do Contorno de *Kamukuwaká*; 40,5 km do Contorno de *Kamukuwaká*; 75,3 km do final do Contorno de *Kamukuwaká* até Gaúcha do Norte, e 74,8 km de Gaúcha do Norte até o início da pavimentação no entroncamento com a MT-020.

Tal proposta foi consentida pelo empreendedor, reavaliada pela empresa consultora constituindo como uma sexta alternativa. Neste sentido, tal proposta foi enviada ao órgão licenciador para a devida manifestação.

Desse caso é possível afirmar que o licenciamento ambiental é um procedimento mais amplo e tem espaço para abarcar a realização das oitavas prévias, livres e informadas englobando as diversas etapas do projeto de infraestrutura, incluindo a mitigação e consideração devida tanto quando trata de impactos diretos e indiretos.

Desta forma, no âmbito dos estudos ambientais do licenciamento ambiental, por meio do diálogo promovido com as representatividades dos povos indígenas afetados foram indicados caminhos ambientalmente mais sustentáveis e socialmente mais justos e tecnicamente possíveis que buscam atender a ambos os anseios.

---

<sup>12</sup> *Kamukuwaká* é um sítio arqueológico vivo. Os povos que vivem atualmente na Terra Indígena Xingu seguem frequentando o local, revivendo ritos e histórias da criação do mundo que lá se sucederam em tempos imemoriais.

## 5. CONCLUSÃO

A perspectiva desse artigo foi indicar a proposição de espaço dialógico qualificado para a operacionalidade efetiva do direito de consulta. Para tanto constatamos duas modulações que ordenam o licenciamento ambiental, sua natureza econômica e o matiz antropo-ecocêntrico.

Nesse espectro, decorrente de uma discursividade global, operacionalmente, em face de determinações legais, a atividade de infraestrutura de transportes aderiu uma modelagem de desenvolvimento sustentável em que o meio ambiente é alçado à condição assecuratória existencial, cujos impactos ambientais de empreendimentos necessitam serem sopesados, mitigados ou compensados. A atividade empreendedora da infraestrutura de transportes, aderindo a novas perspectivas de desenvolvimento, a atenção se volta quanto aos impactos ambientais, socioeconômicos e culturais que dela decorrem.

Uma interface social singular voltada aos povos indígenas, quilombolas e grupos tradicionais foi associada à avaliação ambiental. Essas coletividades têm sido alocadas nessas obras de infraestrutura de transportes, principalmente, na relação técnico-normativa desde uma arena jurídico-afirmativa voltada ao reconhecimento desses coletivos e o discurso ambiental.

Esse espaço protocolar estabelecido por força normativa foi aproveitável no que diz respeito à mitigação da assimetria de poder na execução dos empreendimentos e abriu espaços de negociações, ainda que marcadamente compensatórias.

De todo o exposto se chega à conclusão de que o arcabouço jurídico brasileiro já possui um *locus* adequado e privilegiado de participação social em processos e atividades que potencialmente venham trazer impactos sobre a sociedade ou parte dela. Este *locus* é o processo de licenciamento ambiental. O licenciamento já possui grau de maturidade legal e institucional para abarcar as particularidades e dar luz aos efeitos dos empreendimentos sobre as comunidades indígenas e quilombolas, por meio dos estudos desenvolvidos nas áreas de atuação de intervenientes formais do processo, notadamente FUNAI e INCRA.

Um ponto de sensibilidade desse espaço protocolar diz respeito ao fato de que por mais que os estudos afetos às comunidades indígenas e quilombolas sejam denominados de componentes do EIA, eles são desenvolvidos e discutidos em paralelo, numa trajetória que não se cruza, não se retroalimenta e não incute melhorias nem em um, nem em outro. O ponto de convergência não é dos estudos e sim das anuências institucionais. IBAMA demanda manifestação formal dos atores envolvidos para avançar na emissão de licenças. A cada nova etapa de licenciamento e nas etapas de renovação de licenças, os envolvidos se manifestam.

Esta dinâmica tem como resultado o fato de que não há ritos harmônicos e formais para realização das consultas aos povos tribais. São percorridos, em determinados casos caminhos adequados, com temporalidade, direito a voz e resultados tidos como adequados pelos atores afetados,



e em outros são envidados processos açodados, temporalmente inadequados e de poucos resultados. O que se defende no presente artigo é que se institucionalize o espaço do processo de licenciamento ambiental como sendo o lugar de atendimento aos preceitos e determinações da Convenção 169 da OIT.

Ao institucionalizar o atendimento à Convenção 169 como procedimento integrante do processo de licenciamento, inclusive entendendo que os impactos apurados nos componentes indígena e quilombola tem que compor a Matriz de Impactos do EIA, se busca um caminho para que aquelas trajetórias, que hoje são paralelas, possam se cruzar de forma a trazer projetos e atividades com níveis mais elevados de maturidade sob o ponto de vista socioambiental, bem como se estaria instituindo um espaço protocolar dialógico qualificado.

## REFERÊNCIAS

- ÁVILA, Thiago. **“A natureza dos povos indígenas e os povos indígenas e a natureza: novos paradigmas, desenvolvimento sustentável e a politização do bom selvagem”**. In: BAINES, Stephen Gran (Org.). *Variações Interétnicas: etnicidade, conflito e transformações*. Brasília: Ibama; UnB/Ceppac; IEB, 2012.
- BAGNOLI, Vicente. ***Direito econômico***. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- BATALLA, Guillermo Bonfil. ***México profundo: una civilización negada***. México: Debolsillo, 2006.
- BELLIA, Vitor; BIDONE, Edison Dausacker. ***Rodovias, recursos naturais e meio ambiente***. Rio de Janeiro: EDUFF, 1993.
- BENJAMIN, Antônio Herman. ***Dano Ambiental, prevenção, reparação e repressão***. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1993.
- BRYSK, Alison. **“Turning weakness into strength: the internationalization of Indian rights”**. *Latin American Perspectives*, v. 23, n. 2, pp. 38-57, 1996.
- CARSON, Rachel. ***Primavera silenciosa***. São Paulo: Melhoramentos, 1969.
- DERANI, Cristiane; AQUINO NETO, Daniel Antônio de. **“Valoração Econômica dos Bens Ambientais”**. *Hileia: Revista de Direito Ambiental da Amazônia*, ano 5, n. 9, 2007.
- FARIA, Ivan Dutra Faria. ***Compensação ambiental: os fundamentos e as normas; a gestão e os conflitos***. Coleção da Consultoria Legislativa do Senado Federal, Brasília, n. 43, 2008. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudoslegislativos/tipos-de-estudos/textos-para-discussao/td-43-compensacao-ambiental-osfundamentos-e-as-normas-a-gestao-e-os-conflitos>. Acesso em: 06 dez. 2021.
- HANLEY, Nick; SPASH, Clive L. ***Cost and benefit analysis and the environment***. Cheltenham: Edward Elgar, 1993.
- MAIA, Júlio César. **“A insegurança na operacionalização da compensação ambiental instituída pela Lei n. 9.985/2000”**. In: FIGUEIREDO, Aline; SILVA, Marques dos Santos; MACEDO, Bruna Thalita; SILVA, Meire Cistina Cabral de Araújo (Org.). *Gestão socioambiental em concessões de transportes rodoviário e ferroviário*. Brasília: Verbena Editora, 2018.
- MESQUITA, Isabel. **Fazer-se ouvir, fazer-se entender: atuação política interétnica da COICA nas negociações sobre o clima com a proposta de REDD + Indígena Amazônico**. Interethnic@ - Revista de Estudos em Relações Interétnicas, v. 21, n. 1, jan./abr. 2018, p. 27-49.
- MOTTA, Ronaldo Seroa da. ***Economia Ambiental***. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.
- MUELLER, Charles C. ***Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente***. Brasília: Ed. UnB, 2012.
- PADILHA, Norma Sueli. ***Fundamentos constitucionais do direito ambiental brasileiro***. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- PINDYCK, Robert S.; RUBINFELD, Daniel L. ***Microeconomia***. 7. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2010.
- RAMOS, Alcida Rita. **“O índio hiper-real”**. *Revista brasileira de Ciências Sociais*, n. 28, v. 10, jun., pp. 6-14, 1995.
- RAMOS, Alcida Rita. ***Indigenism: ethnic politics in Brazil***. Madison, Wisconsin: The University of Wisconsin Press, 1998.
- RODRIGUES, Simone Pinto; SILVA, Meire Cristina Cabral de Araújo. **“Acesso à Justiça e Democracia no Brasil: conformações indígenas nos tribunais da República”**. In: XAVIER, Lídia de Oliveira; ÁVILA, F. Dominguez (Org.). *A qualidade da democracia no Brasil: questões teóricas e metodológicas da pesquisa*. Vol.1. Curitiba, PR: CRV, 2016.pp. 169-186.
- ULLOA, Astrid. ***La construcción del nativo ecológico***. Bogotá: Instituto Colombiano de Antropología e Historia, 2004.
- SILVA, Meire Cristina Cabral de Araújo. **Os (des) caminhos ao reconhecimento dos povos indígenas como sujeitos políticos: o caso do licenciamento ambiental da rodovia BR 429Rondônia**. In SILVA, Edson

Damas da; CAMARGO, Serguei Aily Franco de (ORG). **Socioambientalismo de fronteira: o direito e o desenvolvimento na Amazônia**. Curitiba: Juruá, 2019.pp. 99-118.

SILVA, Meire Cristina Cabral de Araújo; PIMENTA, Aline Figueiredo Freitas; MACEDO, Bruna Thalita Oliveira. **O Direito de consulta livre, prévia e informada dos povos indígenas e tribais e obras de infraestrutura de transportes: entre o discurso e a ação**. In: PIMENTA, Aline Figueiredo Freitas; MARQUES, Bruno; MACEDO, Bruna Thalita Oliveira; SILVA, Meire Cristina Cabral de Araújo (Org.). *Gestão Socioambiental em concessões de transporte rodoviário e ferroviário*. Brasília: Verbena Editora, 2018.

SILVA, Meire Cristina Cabral de Araújo. **Os Mbyá-Guarani e rodovias: análise comparativa das relações interétnicas em empreendimentos de infraestrutura de transportes no Brasil e na Argentina**. 2022. 305 f. Tese (Doutorado em Estudos Comparados sobre as Américas – Universidade de Brasília, Brasília, 2022

#### **Referências documentais:**

BRASIL. **Assessoria de Casos de Grandes Impactos Sociais – ACGIS da Defensoria Pública da União – DPU**. Parecer Técnico nº 1 - ACGIS/DPGU (SEI IBAMA 16554531), Brasília, DF 2023.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n. 01, de 27 de março de 1996**.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n. 237, de 19 de dezembro de 1997**.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, **OFÍCIO Nº 43026/2024/CEPAM/CGMAB/DPP/DNIT SEDE SEI DNIT 17185519**, Brasília, DF, de 08 de março de 2024.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm). Acesso em: 17 jun. 2024.

BRASIL. Procuradoria Geral da República. **Parecer nº 00032/2015. DEPCONSU/AGU**, Brasília, DF, 2015.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. **Consulta à base de dados de jurisprudência: Convenção n. 169, OIT**. Disponível em: <https://jurisprudencia.stf.jus.br/pages/search>. Acesso em: 20 ago. 2021c.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: FGV, 1988.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Declaração do Rio de Janeiro sobre o Meio Ambiente e ramos**



## RELAÇÃO ENTRE O PRAZO DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL E O CRONOGRAMA DE OBRAS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES: RENOVAÇÃO DAS LICENÇAS DE INSTALAÇÃO DAS OBRAS DA BR-381/MG E DA BR-222/CE

*Leandro Eustáquio Tito Muniz; Edson Souza Alves*

### RESUMO

É comum obras de infraestrutura de transportes passarem por discontinuidades, especialmente obras públicas. Em alguns casos as questões orçamentárias são responsáveis pelo atraso no cronograma de obras, em outros são interferências como as desapropriações que implicam em atrasos. Nesses casos, é importante que a retomada das obras aconteça o mais breve possível, no intuito de se evitar danos ao erário com a perda dos recursos públicos investidos. Desta forma, não faz sentido reiniciar o processo de licenciamento ambiental de um empreendimento que ficou parado por questões supervenientes, pois o prazo necessário para refazer os estudos e obter novamente as licenças ambientais implica em mais atrasos e desperdício de recursos públicos. Este trabalho discute como são conduzidos os processos de renovação de licenças ambientais no DNIT e como a articulação institucional foi determinante para possibilitar o pedido de renovação da licença de instalação da BR-381/MG, ação fundamental para viabilizar a licitação de obras dos lotes 08A e 08B e favorecer o processo de concessão do restante do trecho. Além disso, para fins comparativos apresenta tratativas de processo de renovação de licença no âmbito federal referente a BR-222/CE.

**Palavras-chave:** licenciamento ambiental, obras de infraestrutura, articulação institucional.

**Leandro Eustáquio Tito Muniz**, licenciado em Geografia pela UFMG (2009). Especialista em Avaliação de Impactos Ambientais pela Puc Minas (2013). Mestre em Economia e Meio Ambiente pela Unb (2017). Tem experiência profissional nas áreas de Geociências e Meio Ambiente. Desde 2013 é Analista em Infraestrutura de Transportes no DNIT, atua no licenciamento ambiental de empreendimentos de transportes. Desde 2020 atua como Chefe de Serviço de Meio Ambiente no DNIT em Minas Gerais.

**Edson Souza Alves**, licenciado e Bacharel em Ciências Biológicas pela UECE (2009; 2011). MBA em Gestão Ambiental pela Faculdade Ateneu (2013). Especialista em Engenharia Ambiental pela FUNIP (2018). Mestre em Fitotecnia pela UFC (2011). Tem experiência profissional nas áreas de licenciamento

ambiental. Desde 2015 é Analista em Infraestrutura de Transportes no DNIT, atua no licenciamento ambiental de empreendimentos de transportes.

# 1. INTRODUÇÃO

O licenciamento ambiental é uma ferramenta essencial para alcançarmos o tão almejado desenvolvimento sustentável. Os empreendimentos de infraestrutura de transportes dependem de autorizações ambientais para serem implantados, na maioria dos casos estão sujeitos ao licenciamento ambiental denominado trifásico, com a obtenção da licença prévia, licença de instalação e licença de operação. Licenciamento ambiental dos empreendimentos, além de uma obrigação legal, é uma forma de garantir o respeito ao meio ambiente, adotando práticas de redução dos impactos ambientais inerentes às grandes obras de infraestrutura.

O licenciamento ambiental no Brasil tem como um dos marcos legais a Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, conhecida como Política Nacional de Meio Ambiente. A referida lei apresenta os mecanismos de proteção ao meio ambiente, dentre eles o instituto do licenciamento ambiental, bem como o Sistema Nacional de Meio Ambiente, com as diferentes competências para o licenciamento ambiental de empreendimentos potencialmente poluidores. A Política Nacional de Meio Ambiente traz as competências do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, o qual é responsável pela definição de critérios de licenciamento ambiental.

No âmbito de suas competências, o CONAMA emitiu a Resolução Conama nº 237/1997, a qual apresenta em seu Art. 18 os seguintes prazos para as licenças ambientais:

Art. 18. O órgão ambiental competente estabelecerá os prazos de validade de cada tipo de licença, especificando-os no respectivo documento, levando em consideração os seguintes aspectos:

I - O prazo de validade da Licença Prévia (LP) deverá ser, no mínimo, o estabelecido

pelo cronograma de elaboração dos planos, programas e projetos relativos ao empreendimento ou atividade, não podendo ser superior a 5 (cinco) anos.

II - O prazo de validade da Licença de Instalação (LI) deverá ser, no mínimo, o estabelecido pelo cronograma de instalação do empreendimento ou atividade, não podendo ser superior a 6 (seis) anos.

III - O prazo de validade da Licença de Operação (LO) deverá considerar os planos de controle ambiental e será de, no mínimo, 4 (quatro) anos e, no máximo, 10 (dez) anos.

§ 1º A Licença Prévia (LP) e a Licença de Instalação (LI) poderão ter os prazos de validade prorrogados, desde que não ultrapassem os prazos máximos estabelecidos nos incisos I e II.



§ 2o O órgão ambiental competente poderá estabelecer prazos de validade específicos para a Licença de Operação (LO) de empreendimentos ou atividades que, por sua natureza e peculiaridades, estejam sujeitos a encerramento ou modificação em prazos inferiores.

§ 3o Na renovação da Licença de Operação (LO) de uma atividade ou empreendimento, o órgão ambiental competente poderá, mediante decisão motivada, aumentar ou diminuir o seu prazo de validade, após avaliação do desempenho ambiental da atividade ou empreendimento no período de vigência anterior, respeitados os limites estabelecidos no inciso III.

§ 4o A renovação da Licença de Operação (LO) de uma atividade ou empreendimento deverá ser requerida com antecedência mínima de 120 (cento e vinte) dias da expiração de seu prazo de validade, fixado na respectiva licença, ficando este automaticamente prorrogado até a manifestação definitiva do órgão ambiental competente.

Além disso, é importante ressaltar que a Lei Complementar nº 140, de 08/12/2011, estabeleceu um marco nos pedidos de solicitações de renovações, conforme previsão no art. 14, parágrafo 4º:

§ 4º A renovação de licenças ambientais deve ser requerida com antecedência mínima de 120 (cento e vinte) dias da expiração de seu prazo de validade, fixado na respectiva licença, ficando este automaticamente prorrogado até a manifestação definitiva do órgão ambiental competente.

Assim, a LC nº 140/2011 estabeleceu importante marco legal para os empreendedores nas solicitações dos pedidos de renovação das licenças ambientais, já o CONAMA determinou o prazo de máximo de vigência da LI que é de 6 (seis) anos, ou seja, em tese caso uma LI seja emitida já com o prazo limite de 6 (seis) anos, não seria possível sequer a sua renovação.

O prazo de 6 (seis) anos para a construção de empreendimentos de transportes muitas vezes é insuficiente, especialmente para obras públicas que são impactadas por diversos fatores. A Confederação Nacional do Transporte - CNT (CNT, 2018) aponta que a baixa competitividade do setor produtivo deriva de deficiências no planejamento integrado, no desenvolvimento de projetos, no investimento de recursos na infraestrutura e na capacidade de execução em conformidade com os projetos e seus cronogramas.

O atraso nas obras públicas de infraestrutura de transportes é uma realidade, algumas das

hipóteses para esses atrasos são: a ausência de dotações orçamentárias; a existência de falha sistemática do planejamento do empreendimento, por vezes desvirtuada por fatores externos, como o calendário eleitoral; pressões de grupos econômicos; ou ainda, fatores que causam o atraso na execução dos empreendimentos na sua fase de planejamento operacional, seja de ordem legal, administrativa, financeira ou tecnológica (LOPES, 2023). Nesse sentido, cabe ao Estado buscar formas de mitigar esses atrasos no intuito de reduzir o desperdício de recursos públicos.

Compete ao Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT a implantação, a construção, a conservação, a manutenção, a restauração e a expansão de capacidade da malha rodoviária não concedida à iniciativa privada do Sistema Federal de Viação do Brasil (BRASIL, 2001). Assim, o DNIT é o maior interessado em buscar formas de minimizar os atrasos nos empreendimentos de infraestrutura de transportes, especialmente os relacionados ao licenciamento ambiental.

Neste contexto, os licenciamentos ambientais de segmentos rodoviários da BR-222/CE e da BR-381/MG serão abordados, em especial quanto as tratativas de renovação das licenças de instalação dos empreendimentos.

## **2 Desenvolvimento**

### **2.1 Metodologia**

A metodologia consiste no levantamento de informações obtidas no Processo Administrativo IBAMA nº 02001.000231/2007-13, referente ao licenciamento ambiental das obras de duplicação da BR-222/CE, km 12 ao km 35, e no Processo Administrativo SUPRAM nº 2090.01.0015371/2024-14, referente ao licenciamento ambiental das obras de duplicação da BR-381/MG, trecho Governador Valadares a Belo Horizonte, bem como legislação correlata aos procedimentos de renovação/prorrogação de licenças ambientais no âmbito federal e do estado de Minas Gerais.

### **2.2 Fundamentação teórica**

É característico do cenário brasileiro o prolongamento por vários anos para conclusão de obras de infraestrutura tocadas pelo poder público, em especial de rodovias, provocadas por diferentes motivos como falhas nos projetos, restrições orçamentárias, questões administrativas, judiciais, entre outras. Nesse contexto, é preciso lidar com as tratativas do licenciamento ambiental dos empreendimentos, com renovações/prorrogações sucessivas de licenças de instalação.

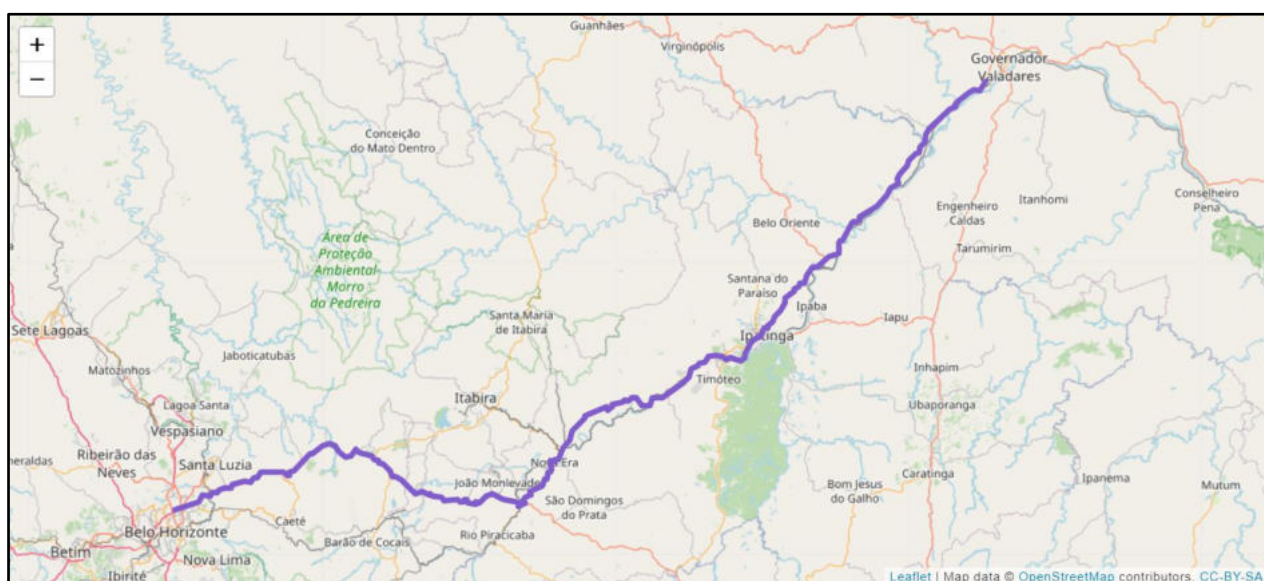
Nota-se que nesses casos os órgãos ambientais podem apresentar diferentes perspectivas quanto às renovações das licenças de instalação, considerando a não finalização das obras. O presente trabalho buscou analisar, com informações obtidas em processos administrativos de licenciamento ambiental e nos normativos sobre a matéria, como a questão é tratada no âmbito do IBAMA (BR-222/CE) e da SUPRAM/MG (BR-381/MG). As duas obras possuem abertura de processos antigos e ainda não foram concluídas.

## 2.3 Estudos de casos: BR-381/MG e BR-222/CE

### 2.3.1 O licenciamento ambiental das obras de ampliação de capacidade e modernização da BR-381/MG

A rodovia BR-381/MG Norte, trecho entre Governador Valadares/MG a Belo Horizonte, é considerada uma das rodovias mais perigosas para os usuários no Brasil, muitas vezes chamada de rodovia da morte, a título de exemplo em 2005 foram registrados 17.592 acidentes na malha rodoviária federal de Minas Gerais, sendo 1.923 (10,93%) ocorridos entre os km 144 e 453 da BR-381 (FERREIRA, FARIA e FONSECA, 2012). O trecho rodoviário possui 303 km de extensão, sendo a maior parte em pista única, implantada em relevo montanhoso. A duplicação desse trecho rodoviário é uma demanda antiga e constante da população de Minas Gerais, especialmente pelo elevado número de acidentes, muitos fatais 381 (FERREIRA, FARIA e FONSECA, 2012).

*Figura 1 - Rodovia BR-381/MG trecho norte.*



*Fonte: ECOSISTEMA DNIT 2024*

Como uma das principais causas dos acidentes está a geometria do traçado da rodovia, tendo em vista a existência de muitas curvas acentuadas, bem como o uso ao qual se destina a via, o trecho Governador Valadares à Belo Horizonte, caracteriza-se pelo fluxo intenso de veículos, notadamente caminhões, uma vez que funciona como importante sistema de ligação entre diversas fábricas e usinas e centros consumidores, além de portos de exportação de mercadorias (FERREIRA, FARIA e FONSECA, 2012).

O DNIT desenvolveu os projetos de duplicação da rodovia BR-381/MG e elaborou os estudos ambientais para o licenciamento do empreendimento, protocolando o requerimento de licença prévia em 2007. O licenciamento ambiental foi conduzido junto ao órgão estadual de meio ambiente de Minas Gerais, uma vez que o empreendimento não apresentava requisitos para ser licenciado pela união. Conforme previsto na Lei Complementar nº 140/2011, o DNIT obteve a Licença Prévia em dezembro de 2007 e a Licença de Instalação – LI 001/2014 foi emitida na data de 06 de março de 2014, com validade de 6 (seis) anos, com vencimento em 24/02/2020. A LI apresentava 38 (trinta e oito) condicionantes ambientais e a obrigatoriedade de execução de diversos programas ambientais para o controle, mitigação e compensação dos impactos ambientais das obras.

O DNIT dividiu o empreendimento em 13 (treze) lotes de obras, ainda em 2013, o DNIT licitou os primeiros lotes na modalidade do Regime Diferenciado de Contratação Integrada – RDCI, Lei Federal nº 12.462/2011, no qual o consórcio vencedor fica responsável pela elaboração dos projetos e pela execução das obras. As obras iniciaram em 2014 em 5 (cinco) lotes de obras, sendo eles: 01, 02, 3.2, 3.3 e 07. Contudo, as obras foram paralisadas por questões contratuais ainda em 2016 nos lotes 01 e 02. Um sexto lote de obras teve início em 2016, o lote 3.1, a partir da convocação da segunda colocada no processo de licitação. Dois lotes foram concluídos no prazo da licença de instalação, lotes 3.2 e 3.3, já o lote 07 teve continuidade das obras e estava em estágio avançado em 2020, por fim, o lote 3.1 estava com mais de 50% de avanço físico na data de vencimento da LI 001/2014.

As obras do lote 07 deveriam ser concluídas em 2018, conforme cronograma inicial, porém em função de restrições orçamentárias do governo federal, principalmente durante a crise econômica no país nos anos de 2015 e 2016, o cronograma de obras foi repactuado diversas vezes. As obras do lote 3.1 enfrentaram dificuldades com as instabilidades geológicas da região e por isso o cronograma sofreu atrasos. Os demais lotes não foram relicitados pelo DNIT, o consórcio vencedor da licitação inicial dos lotes 01, 02, 3.1, 04, 05 e 06 não deu prosseguimento aos projetos por questões contratuais. A opção do governo federal foi iniciar o estudo de concessão do trecho rodoviário.

Diante da necessidade de continuidade das obras na BR-381/MG em dois lotes de obras, bem como pela perspectiva do início das obras nos demais lotes pela iniciativa privada, o DNIT solicitou ao

órgão ambiental estadual de Minas Gerais a renovação da LI nº 001/2014. Importante destacar que, apesar do Decreto Federal nº 8.437/2015 determinar que o licenciamento das obras de duplicação rodoviária acima de 200 km é de responsabilidade do IBAMA, conforme o Artigo 3º transcrito a seguir, a competência pelo licenciamento ambiental da BR-381/MG permaneceu no órgão estadual de meio ambiente de Minas Gerais pelo fato da Licença de Instalação ter sido emitida em 2014, antes da publicação do Decreto Federal nº 8.437/2015 e não haver a Licença de Operação, conforme o Artigo 4º transcrito a seguir.

Art. 3º Sem prejuízo das disposições contidas no [art. 7º, caput, inciso XIV, alíneas “a” a “g”, da Lei Complementar nº 140, de 2011](#), serão licenciados pelo órgão ambiental federal competente os seguintes empreendimentos ou atividades:

I - rodovias federais:

- a) implantação;
- b) pavimentação e ampliação de capacidade com extensão igual ou superior a duzentos quilômetros;
- c) regularização ambiental de rodovias pavimentadas, podendo ser contemplada a autorização para as atividades de manutenção, conservação, recuperação, restauração, ampliação de capacidade e melhoramento; e
- d) atividades de manutenção, conservação, recuperação, restauração e melhoramento em rodovias federais regularizadas;

(...)

Art. 4º Os processos de licenciamento e autorização ambiental das atividades e empreendimentos de que trata o art. 3º iniciados em data anterior à publicação deste Decreto terão sua tramitação mantida perante os órgãos originários até o término da vigência da licença de operação, cuja renovação caberá ao ente federativo competente, nos termos deste Decreto.

Em 2020, o Decreto Estadual nº 47.383/2018 do Governo do Estado de Minas Gerais apresentava as seguintes condições para a renovação da LI nº 001/2014:

Art. 37 – O processo de renovação de licença que autorize a instalação ou operação de empreendimento ou atividade deverá ser formalizado pelo empreendedor com antecedência mínima de cento e vinte dias da data de expiração do prazo de validade, que será automaticamente prorrogado até a manifestação definitiva do órgão ambiental competente quanto ao pedido de

renovação. (Redação dada pelo Decreto nº 47.474, de 22 de agosto de 2018)

§ 1º – Após o término do prazo de vigência da licença, a continuidade da instalação ou operação do empreendimento ou atividade, caso o requerimento de renovação tenha se dado com prazo inferior ao estabelecido no caput, dependerá de assinatura de TAC com o órgão ambiental, sem prejuízo das sanções administrativas cabíveis e de análise do processo de renovação. (Redação dada pelo Decreto nº 47.474, de 22 de agosto de 2018)

§ 2º – Na renovação das licenças que autorizem a instalação ou operação do empreendimento ou da atividade, a licença subsequente terá seu prazo de validade reduzido em dois anos a cada infração administrativa de natureza grave ou gravíssima cometida pelo empreendimento ou atividade no curso do prazo da licença anterior, desde que a respectiva penalidade tenha se tornado definitiva. (Redação dada pelo Decreto nº 47.474, de 22 de agosto de 2018)

§ 3º – No caso do § 2º, o prazo de validade da licença subsequente fica limitado a, no mínimo, dois anos, no caso de licença que autorize a instalação, e seis anos, para as licenças que autorizem a operação. (Redação dada pelo Decreto nº 47.474, de 22 de agosto de 2018)

§ 4º – As licenças que autorizem a operação, emitidas para as tipologias de atividades e de empreendimentos que, por sua natureza, por suas características intrínsecas ou por outros fatores relevantes, não possam ou não necessitem ser objeto de avaliação de desempenho ambiental ou deixem de pertencer a um empreendedor específico, estarão dispensadas do processo administrativo de renovação, sem prejuízo da obrigação de cumprimento de todas as condicionantes já estabelecidas no respectivo processo e de todas as medidas de controle ambiental. (Redação dada pelo Decreto nº 47.837, de 09 de janeiro de 2020)

§ 5º – A renovação da licença que autoriza a instalação de empreendimento ou atividade somente poderá ser concedida uma única vez, devendo o processo ser instruído com justificativa devidamente fundamentada pelo empreendedor. (Redação dada pelo Decreto nº 47.837, de 09 de janeiro de 2020) (grifo nosso).



§ 6º – Os empreendimentos ou atividades regularizados por meio de Autorizações Ambientais de Funcionamento vigentes deverão, no prazo de que trata o caput, formalizar processo para obtenção de nova licença ambiental, de acordo com as modalidades previstas no art. 14. (Redação dada pelo Decreto nº 47.837, de 09 de janeiro de 2020)

§ 7º – O órgão ambiental poderá incluir, em seu planejamento de fiscalização, empreendimentos e atividades sujeitos à dispensa prevista no § 4º. (Redação dada pelo Decreto nº 47.474, de 22 de agosto de 2018)

§ 8º – O órgão ambiental, na análise dos processos de renovação de licenças ambientais, observará critérios de avaliação de desempenho ambiental a serem estabelecidos por meio de resolução conjunta da Semad, do Igam e da Feam.

Conforme destacado, o normativo permitia a renovação da Licença de Instalação uma única vez, e, considerando a existência de infrações administrativas na vigência da LI 001/2014, o novo prazo da LI era de no máximo 4 (quatro) anos. Assim, a LI 001/2020 foi emitida pela Superintendência de Regularização Ambiental do Leste de Minas – SUPRAM/LM em 25/09/2020 como renovação da LI 001/2014.

A partir da emissão da LI 001/2020, o DNIT deu continuidade nas obras dos lotes 3.1 e 07, contudo sem perspectiva de realização de obras nos demais lotes. Nesse período, pode-se verificar a adoção de diretriz no sentido conceder o trecho da rodovia BR-381/MG Norte para a iniciativa privada.

O Ministério de Infraestrutura conduziu os estudos necessários para a formalização do processo de concessão da BR-381/MG em conjunto com a BR-262/MG. O escopo da concessão contemplava a exploração da infraestrutura e da prestação do serviço público de recuperação, operação, manutenção, monitoramento, conservação, implantação de melhorias, ampliação de capacidade e manutenção do nível de serviço de 692,5 km do sistema rodoviário (COSTA, 2020). Em 2021 e 2022 foram realizadas várias tentativas de concessão da rodovia BR-381/MG, porém não houve interessados. Em 2023, considerando que a diretriz para concessão do trecho rodoviário da BR-381/MG se manteve, houve uma nova tentativa em leilão, porém fracassada. Esse cenário motivou novos estudos por parte do Ministério dos Transportes.

Em 2024, houve a decisão de alterar o projeto de concessão da BR-381/MG trecho Norte, com exclusão dos lotes 08A e 08B, bem como do projeto da variante de Santa Bárbara do escopo do leilão de

concessão, pelo menos num primeiro momento. Com essa decisão, o DNIT ficará responsável pelas obras de duplicação do trecho dos lotes 08A e 08B que correspondem ao segmento entre Caeté e Belo Horizonte, extensão total de 31 km. O referido trecho é considerado o de maior complexidade para o início das obras em função da intensa ocupação irregular da faixa de domínio da rodovia BR-381/MG, especialmente por famílias vulneráveis socioeconomicamente, o que implica num processo de reassentamento desses ocupantes.

Com a redefinição do processo de concessão da BR-381/MG, tornou-se ainda mais importante garantir a renovação da LI nº 001/2020, uma vez que o seu vencimento é na data de 25/09/2024. A renovação da LI nº 001/2020 é fundamental para possibilitar as obras pelo DNIT nos lotes 08A e 08B, bem como para dar segurança aos interessados na concessão do restante do trecho. Antes mesmo da alteração no processo de concessão, no início em 2023, o DNIT, por meio do Serviço de Desapropriação, Reassentamento e Meio Ambiente – SEMAB/MG da Superintendência Regional do DNIT em Minas Gerais, entrou em contato com a Superintendência Regional de Meio Ambiente do Leste Mineiro – SUPRAM/LM para tratar do processo de renovação da LI nº 001/2020.

Houve uma discussão inicial sobre a competência do licenciamento ambiental da BR-381/MG, tendo em vista a publicação do Decreto Federal nº 8.437/2015, considerando principalmente que o IBAMA não possui normativo específico que limite a quantidade de renovações para uma licença de instalação. Cogitou-se a possibilidade do IBAMA avocar o licenciamento ambiental da BR-381/MG.

Por outro lado, conforme relatado anteriormente, o Decreto Estadual nº 47.383/2018 permitia a renovação da Licença de Instalação uma única vez, e a LI 001/2020 trata-se de uma renovação da LI nº 001/2014, fato este que gerou um impasse no processo de licenciamento ambiental da BR-381/MG. O DNIT encaminhou uma consulta ao Ministério dos Transportes acerca dos procedimentos a serem adotados no licenciamento ambiental da BR-381/MG trecho Norte. A Secretaria de Sustentabilidade – SUST/SE/MT do Ministério dos Transportes manifestou-se por meio da Nota Técnica nº 27/2023/SUST/SE, da qual destacamos os seguintes parágrafos:

4.4. Pela consulta ao processo de licenciamento verificou-se que a licença de instalação n. 001/2020 encontrasse vigente, com vencimento em 25 de setembro de 2024. Essa LI nº 001/2020 é decorrente da renovação da LI nº 001/2014, entretanto, conforme descrito no parágrafo 5º do Decreto Estadual de Minas Gerais nº 47.383, de 02 de março de 2018, o qual estabelece normas para o licenciamento ambiental, a renovação da licença que autoriza a instalação de empreendimentos ou a atividade somente poderá ser concedida uma única vez.

4.5. Embasando-se nas informações apresentadas na Nota Informativa nº 17/2023/CGOR/DOUT-SNTR/SNTR (7176883), que informa a previsão dos prazos ao processo de concessão para este empreendimento, destaca-se que a assinatura do contrato está prevista para o primeiro trimestre de 2024. Entretanto identifica-se a necessidade de antever possíveis imprevistos referentes ao processo de concessão em andamento.

4.6. Nesse sentido, essa Subsecretaria de Sustentabilidade entende que, considerando que o empreendimento iniciou-se em data anterior ao decreto nº 8.437/2015, reconhece-se, baseado no artigo 4º, que é preferível a manutenção da tramitação do processo na SUPRAM - LM. Desta forma, recomenda-se a formalização de uma justificativa apresentando as circunstâncias e projeções do planejamento do empreendimento para a SUPRAM - LM a fim de solicitar uma nova licença para garantir sua vigência durante esse momento de transição.

4.7. Reconhece-se como vantajosa a continuidade do licenciamento junto ao órgão estadual visto que as obras estão em andamento e ocorrendo sem intercorrências. Considerando que as entregas e tratativas em execução no processo de licenciamento poderão ser continuadas, além do cumprimento das condicionantes firmadas entre empreendedor e órgão fiscalizador conforme manifestado por essa Subsecretaria de Sustentabilidade em reunião ocorrida em 19 de janeiro de 2023 (anexo do Ofício 73112/2023/DG-SEAA/GAB - DG/DNIT SEDE (7085109).

Nesse sentido, conforme estabelecido na primeira renovação, fixou-se o entendimento de que a competência permanecia com o órgão estadual de meio ambiente de Minas Gerais. Assim, o DNIT deu continuidade nas tratativas com a SUPRAM/LM para a renovação da LI nº 001/2020 ou para a obtenção de uma nova licença ambiental. Para a segunda hipótese, é necessário considerar os prazos para um novo licenciamento ambiental, tendo em vista a necessidade de elaboração de novos estudos ambientais que passariam por análise e aprovação do órgão ambiental.

O órgão ambiental estadual de Minas Gerais possui um sistema de licenciamento ambiental denominado EcoSistemas, no qual é cadastrado o pedido de licença para o empreendimento. No sistema é exigido os estudos ambientais conforme o enquadramento do empreendimento previsto na Deliberação Normativa COPAM nº 217 de 06 de dezembro de 2017. Assim, no caso de uma nova licença ambiental para a BR-381/MG seriam exigidos novos estudos ambientais, tendo em vista que os estudos elaborados datam de 2006.

Entendendo que um novo licenciamento ambiental poderia gerar atrasos significativos na

perspectiva de obras nos lotes 08A e 08B pelo DNIT, além de gerar insegurança aos interessados na concessão do restante do trecho da BR-381/MG Norte, a SUST/SE/MT tomou a frente no processo de articulação institucional junto a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais – SEMAD/MG. A atuação da SUST/SE/MT foi no sentido de que o Governo do Estado de Minas Gerais buscasse alternativas legais para viabilizar a continuidade do licenciamento ambiental da BR-381/MG, a fim de não impactar um empreendimento tão esperado e almejado pelo povo mineiro.

Na discussão sobre a renovação da licença de instalação das obras da BR-381/MG foi dado o devido destaque para os programas ambientais executados pelo DNIT. Desde janeiro de 2015 o DNIT dispõe de empresa contratada para a execução dos serviços de gestão ambiental que englobam o gerenciamento ambiental, a supervisão e a execução dos programas ambientais. Desta forma, o DNIT executa medidas ambientais desde 2015 de forma ininterrupta, incluindo controle dos impactos na fauna terrestre e aquática, controle da supressão de vegetação, monitoramento da qualidade das águas, controle da poluição do ar e emissão de ruídos, além de programas de educação ambiental e comunicação social, entre outros.

No âmbito da articulação institucional, a SUST/SE/MT, o DNIT e a SEMAD/MG realizaram diversas reuniões para discutir a viabilidade da renovação da licença de instalação da BR-381/MG. O corpo técnico do Serviço de Meio Ambiente do DNIT em Minas Gerais e os analistas da Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM discutiram as implicações da renovação da licença de instalação na proteção do meio ambiente. As equipes técnicas concluíram que os impactos positivos do empreendimento devem prevalecer sobre uma eventual necessidade de atualização dos estudos ambientais.

A SEMAD/MG apresentou as possibilidades legais para a continuidade do processo de licenciamento ambiental da BR-381/MG, dentre elas a alteração do Decreto Estadual de Minas Gerais nº 47.383/2018, com a alteração do artigo que limita a renovação da Licença de Instalação a uma única vez. Para possibilitar essa alteração fez-se necessário destacar a relevância das obras da BR-381/MG para a segurança dos usuários e para a economia de Minas Gerais, sendo um empreendimento de utilidade pública.

Após a discussão interna no Governo do Estado de Minas Gerais entre a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e a Secretaria de Estado de Infraestrutura e Mobilidade – SEINFRA, foi proposta uma minuta de Decreto Estadual para alterar a possibilidade de renovação da licença de instalação de empreendimentos de utilidade pública ou interesse social executados pela Administração Pública direta ou indireta ou por empresas concessionárias de obras e serviços públicos. A minuta foi submetida a Advocacia Geral do Estado para análise jurídica e retornou para o Gabinete do

Governador.

Por fim, na data de 04/04/2024, o Governador do Estado de Minas Gerais, Romeu Zema, assinou o Decreto Estadual nº 48.796/2024 que altera o Decreto Estadual nº 47.383 de 02 de março de 2018, com a seguinte redação:

Art. 1º – O § 5º do art. 37 do Decreto nº 47.383, de 2 de março de 2018, passa a vigorar com a seguinte redação, ficando o referido artigo acrescido do§ 9º:

“Art. 37 – (...)

§ 5º – A renovação da licença que autoriza a instalação poderá ser concedida:

I – duas vezes, quando se tratar de empreendimentos ou atividades definidos como de utilidade pública ou interesse social pelos incisos I e II do art.3º da Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013, e executados pela Administração Pública direta ou indireta ou por empresas concessionárias de obras e serviços públicos;

II – uma única vez, nos demais casos

§ 9º – Os processos de renovação de licença que autorizem a instalação de empreendimento ou atividade devem ser instruídos com justificativa fundamentada acerca de sua necessidade, a ser apresentada pelo requerente.”

Art. 2º – Este decreto entra em vigor na data de sua publicação.

Importante apresentar as definições de utilidade pública e interesse social constantes na Lei nº 20.922/2013 que trata do Código Florestal Estadual de Minas Gerais, conforme a seguir:

Art. 3º – Para os fins desta Lei, consideram-se:

I – de utilidade pública:

- a) as atividades de segurança nacional e proteção sanitária;
- b) as obras de infraestrutura destinadas às concessões e aos serviços públicos de transporte, sistema viário, saneamento, gestão de resíduos, energia, telecomunicações, radiodifusão, as instalações necessárias à realização de

competições esportivas estaduais, nacionais ou internacionais, bem como mineração, exceto, neste último caso, a extração de areia, argila, saibro e cascalho;

c) as atividades e as obras de defesa civil;

d) as seguintes atividades, que comprovadamente proporcionem melhorias na proteção das funções ambientais em APPs:

1) desassoreamento de cursos d'água e de barramentos com vistas à minimização de

eventos críticos hidrológicos adversos;

2) implantação de aceiros, na forma do inciso I do art. 65;

3) outras atividades, na forma do regulamento desta Lei;

e) outras atividades similares devidamente caracterizadas e motivadas em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto, definidas em ato do Chefe do Poder Executivo Federal ou Estadual;

## II – de interesse social:

a) as atividades imprescindíveis à proteção da integridade da vegetação nativa, tais como prevenção, combate e controle do fogo, controle da erosão, erradicação de invasoras e proteção de plantios com espécies nativas;

b) a exploração agroflorestal sustentável praticada na pequena propriedade ou posse rural familiar ou por povos e comunidades tradicionais, desde que não descaracterize a cobertura vegetal existente e não prejudique a função ambiental da área;

c) a implantação de infraestrutura pública destinada a esportes, lazer e atividades educacionais e culturais ao ar livre em áreas rurais consolidadas e em ocupações antrópicas consolidadas em área urbana, observadas as condições estabelecidas nesta Lei;

d) a regularização fundiária de assentamentos humanos ocupados predominantemente por população de baixa renda em áreas urbanas de ocupação antrópica consolidada, observadas as condições estabelecidas na Lei Federal nº 11.977, de 7 de julho de 2009

e) a implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e de efluentes tratados para projetos cujos recursos hídricos sejam partes integrantes e essenciais da atividade;

f) as atividades de pesquisa e extração de areia, argila, saibro e cascalho, outorgadas pela autoridade competente;



- g) a implantação da infraestrutura necessária à acumulação e à condução de água para a atividade de irrigação e à regularização de vazão para fins de perenização de curso d'água;
- h) outras atividades similares devidamente caracterizadas e motivadas em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional à atividade proposta, definidas em ato do Chefe do Poder Executivo Federal ou Estadual;

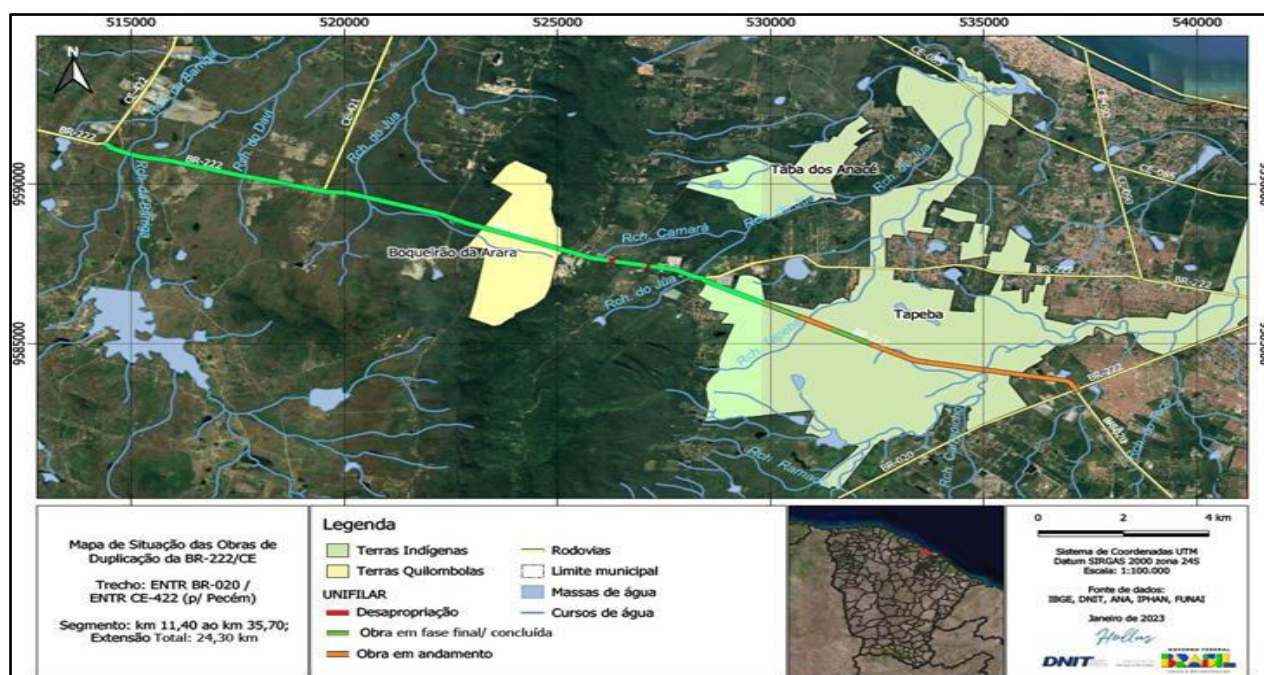
A publicação do Decreto Estadual nº 48.796/2024 permitiu ao DNIT elaborar o pedido de renovação da LI nº 001/2020 junto à Unidade Regional Ambiental do Leste de Minas. O DNIT instruiu o processo com a justificativa fundamentada acerca da necessidade de renovação da LI nº 001/2020, conforme determina o Decreto Estadual nº 47.383/2018 e encaminhou o relatório de cumprimento de condicionantes.

DNIT publicou na data de 08/05/2024 o Edital 0144/24-00 para contratação de empresa especializada para execução das obras de duplicação, restauração e melhoramentos na Rodovia BR-381/MG, Lote 8A. Trata-se de uma contratação integrada, envolvendo a elaboração dos projetos de engenharia e execução das obras, cujo prazo de execução é de 1260 dias. Na data de 16/05/2024, a Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT publicou o Edital de Concessão nº 01/2024 do Sistema Rodoviário BR-381/MG (Belo Horizonte/MG – Governador Valadares/MG).

O edital de contratação de obras do DNIT e o edital de concessão da ANTT estão abertos para perguntas dos interessados e um questionamento já realizado está atrelado ao processo de licenciamento da BR-381/MG, acerca da renovação da LI nº 001/2020. Assim, fica comprovada a importância da articulação institucional realizada pelo Ministério dos Transportes junto ao Governo do Estado de Minas Gerais, que possibilitou o pedido de renovação da licença de instalação da BR-381/MG, trazendo segurança jurídica para o processo de licitação de obras e para o leilão de concessão do trecho rodoviário.

### **2.3.2 O licenciamento ambiental das obras de duplicação da BR-222/CE e tratativas quanto a renovação da LI.**

Figura 2 - Rodovia BR-222/CE e as Terras Indígenas e Quilombolas.



Fonte: MT, 2024.

O licenciamento da BR-222/CE, referente às obras de duplicação entre o km 12 e km 35, foi aberto em 2005 na Superintendência Estadual de Meio Ambiente – SEMACE. Todavia, em virtude do segmento rodoviário interceptar uma terra indígena, migrou-se para esfera federal junto ao IBAMA. A Licença Prévia nº 280/2008 foi expedida pelo IBAMA, em 24/07/2008, e posteriormente retificada em 15 de agosto de 2008. A Licença de Instalação nº 658/2009 foi emitida em 03/12/2009, válida até dezembro de 2012, porém o processo passou por interrupção. Todavia, em 28/09/2012, o DNIT solicitou a renovação da LI. Portanto, o pedido foi realizado dentro do prazo previsto na LC nº 140/2011.

Até então o processo era conduzido pelo IBAMA Sede e em 2015 foi descentralizado para o Núcleo de Licenciamento do IBAMA/CE (NLA/CE). Nessa época, diante do interesse do DNIT em retomar as tratativas das obras, o NLA/CE, em 22/09/2015, questiona o IBAMA Sede sobre o entendimento de que a validade da LI não poder extrapolar 03/12/2015. Em resposta, em 29/09/2015, o IBAMA Sede informou que nesses casos é de praxe o procedimento de emissão de nova licença de instalação, aproveitando os termos da licença a expirar, bem como as condições já estabelecidas nos autos dos processos administrativos.

Todavia, em 30/08/2016, o NLA/CE questiona novamente o IBAMA Sede quanto a impossibilidade de renovação da LI, em razão da limitação do prazo de 6 anos de validade das licenças. Em resposta, o IBAMA Sede reitera a manifestação anterior no sentido de ser possível a emissão de nova LI, sendo necessária a avaliação da condição de manutenção da situação dos aspectos ambientais que suportaram

a emissão da LI nº 658/2009. Além disso, informa ao NLA/CE que aprecie ou requeira ao DNIT avaliar se a alteração de traçado implicará na necessidade de estudos complementares e/ou de nova avaliação de impactos ambientais.

O IBAMA Sede apresentou no processo administrativo de licenciamento da BR-222/CE a discussão enfrentada em caso similar referente ao empreendimento do Gasoduto Urucu-Porto Velho e expressada no Parecer nº 0524/COEPE/BMF, que afirma:

(...)

Ante o exposto, opino no sentido da possibilidade de repetição das condicionantes anteriormente determinadas, quando da renovação da licença de instalação, desde que comprovada a manutenção das condições ambientais.

Ademais, cabe à área técnica apreciar a adequação do prazo limite de vigência da licença (06/09/2011) ao cronograma de instalação do empreendimento, sendo ilegítima a renovação da licença caso a obra demande lapso de tempo superior, hipótese na qual se apresenta essencial a realização de novo procedimento de licenciamento.

O entendimento jurídico do Parecer nº 0524/COEPE/BMF foi reforçado na NOTA nº 208/2011/VCCSM/CONEP/PFE/IBAMA-SEDE/PGF/AGU, conforme se verifica:

(...)

Conforme se observa da hialina previsão normativa, o prazo máximo de vigência da licença de instalação, somando-se todas as eventuais renovações, é de 6 (seis) anos.

A justificativa para tal prescrição repousa no fato de que dita licença "autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes da qual constituem motivo determinante" (artigo 8º, inciso II, da Resolução CONAMA nº 237/97), baseadas que são nas conclusões de viabilidade anteriormente firmadas pela licença prévia, sendo todos os juízos referentes a determinada condição do meio ambiente, apreciada em momento específico no tempo, sujeitos, portanto, à alterações.

Os planos e projetos, destarte, assim como o anterior juízo de viabilidade, permanecem válidos apenas enquanto mantidas as condições de meio ambiente, havendo a norma em referência estabelecido prazo limite para a estabilidade de tal conclusão. Após o prazo prescrito, essencial se mostra a realização de novos estudos, cujos resultados podem, inclusive, demonstrar

a inexistência de alterações significativas, sem que se possa afastar, todavia a importância da nova análise.

Dessa forma, em havendo informações nos autos de que a licença de instalação foi originalmente concedida em 06/09/2005 (f/s 1 765) o prazo limite de vigência da autorização é 06/09/2011, não sendo possível a renovação por novos 4 (quatro) anos.

Caso referido lapso de tempo se/a insuficiente para a conclusão das obras, a renovação da licença configurará medida ilegítima, eis que conscientemente destinada a burlar o limite de vigência previsto na norma, criando intolerável situação de "fato consumado".

Em sendo o prazo insuficiente, portanto, solução não há senão a realização de novo licenciamento, com a emissão de novas licenças prévia e de instalação, sem prejuízo, todavia, do aproveitamento das informações e estudos já realizados, desde que, por óbvio, ainda correspondem à realidade do meio ambiente no local atingido. (grifo nosso).

3. Assim, as renovações concedidas que ultrapassem o prazo limite de 6 anos são inválidas, devendo ser anuladas pela autoridade administrativa, eis que eivadas de vício insanável.

4. Dessa forma, para continuação do projeto, deve-se realizar novo licenciamento, e, em sendo possível o aproveitamento das obras e atividades restantes, ainda não implantadas.

5. Dessa forma, sugerimos o retorno dos autos à DILIC, para conhecimento e adoção das providências pertinentes à anulação das renovações que ultrapassem os seis anos, comunicando ao interessado formalmente tal decisão.

O Despacho nº 0605/2011 - AGU/PGF/PFE/IBAMA-Sede/CONEP emitido pela Coordenação Nacional de Estudos e Pareceres da AGU acompanhou parcialmente o entendimento exposto na NOTA nº 208/2011/VCCSM/CONEP/PFE/IBAMA-SEDE/PGF/AGU, senão vejamos:

(...)

Deixo de acompanhar apenas a sugestão para que seja concedida a Licença de Operação da parte da obra que já tiver sido concluída, pois tal medida poderá inviabilizar o efetivo levantamento dos impactos ambientais globais do empreendimento.

Por fim, vale o registro de que, no novo processo de licenciamento, a Administração poderá lançar mão da faculdade insculpida no art. 5º da Resolução CONAMA nº 284/2001 a fim de definir procedimentos alternativos

para compatibilizar o processo de licenciamento com as etapas de planejamento, implantação e operação do empreendimento. Assim, por meio da demonstração (por meio de vistorias, laudos e/ou documentos) de que determinadas informações já constantes no processo se mantêm inalteradas apesar do decurso do tempo, poderão ser definidos procedimentos próprios para emissão das necessárias licenças ambientais.

O Despacho nº 599/2011-asb/GABIN/PFE-IBAMA-SEDE/PGF/AGU afirma:

3. Registre-se que esta Procuradoria já firmou entendimento sobre o tema, o qual restou esposado no Parecer nº 0524/COEPE/BMF (fls. 5339/5341), no sentido de ser ilegítima a prorrogação da vigência da LI por prazo superior ao previsto no art. 18 da Resolução CONAMA 237/97. O limite temporal preceituado justifica-se no princípio da precaução e da inerente dinamicidade do meio ambiente.

4. A ausência de previsão normativa de exceção ao limite da vigência da licença entremostra que não há causa que suspenda, interrompa ou prorrogue o prazo estabelecido no art. 18 da Resolução CONAMA 23/97, razão pela qual, juridicamente, entendo que não a licença de instalação concedida não deve ser prorrogada.

5. Extrapolado o prazo, necessário que seja reiniciado o procedimento do licenciamento, com a possibilidade de aproveitamento dos estudos já realizados, desde que mantenham a correspondência com a realidade do meio ambiente no local em que se pretende instalar o empreendimento.

6. Desse modo, acompanho o Despacho nº 0605/2011 - AGU/PGF/PFE/IBAMA-Sede/CONEP (fl. 5342) o qual acolheu parcialmente a NOTA nº 208/2011/VCCSM/CONEP/PFE/IBAMA-SEDE/PGF/AGU (fl. 5338).

Embora não seja possível a prorrogação da vigência de LI por prazo superior ao previsto no art. 18 da Resolução CONAMA nº 237/97, a PFE/IBAMA indicou a possibilidade de aproveitamento dos estudos já realizados, condicionado a manutenção da correspondência com a realidade do meio ambiente no local em que se pretende instalar o empreendimento. Portanto, é possível o aproveitamento dos estudos já existentes e emissão de uma nova LI para obras que não foram possíveis serem concluídas em prazo de até 6 anos.

Nesse contexto, após tratativas entre o DNIT e o IBAMA, em 26/05/2017, o IBAMA emitiu a LI nº 1162/2017, com validade de três anos. No dia 28/05/2021, foi assinada a 1ª Renovação da LI nº 1162/2017, prorrogando a validade para mais 3 (três) anos. Considerando que as obras não foram finalizadas, em

Nota-se que o licenciamento ambiental da BR-222/CE teve início em 2005 e até o presente momento as obras não foram finalizadas, demonstrando o quanto que obra de infraestrutura pode demorar para ser concluída, devido a paralisações por diversos motivos, seja de ordem orçamentária, técnica, administrativa, entre outros. O entendimento por parte da AGU e do IBAMA Sede foi imprescindível para evitar mais atrasos no desenvolvimento das obras, pois novos estudos, além de novas análises e correções por parte do órgão ambiental, demandariam bastante tempo até todas as questões fossem superadas, com posterior emissão de LI.

*Figura 3 – Diagrama Unifilar de Duplicação BR-222/CE*



## 2.4 Resultados e discussões

88



Por outro lado, na BR-222/CE, em que pese inicialmente o IBAMA/CE tenha tido o entendimento quanto a impossibilidade da extrapolação de licença de instalação por período superior a seis anos, o IBAMA Sede apresentou entendimento administrativo consolidado quanto a possibilidade de emissão de licenças após o prazo previsto na Resolução Conama nº 237/1997, considerando a não conclusão das obras.

### 3 Considerações Finais

O presente trabalho apresentou a importância da articulação institucional para aperfeiçoamento do processo de licenciamento ambiental de empreendimentos de transportes. Apesar que no âmbito do licenciamento ambiental federal a discussão quanto a obras que necessitam de mais de 6 anos para serem finalizadas já tenha sido enfrentada e superada, como no caso da BR-222/CE, o diálogo entre a Subsecretaria de Sustentabilidade do Ministério dos Transportes e a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Governo de Minas Gerais permitiu a viabilidade ambiental do empreendimento mais importante para os mineiros nas últimas décadas, a duplicação da rodovia BR-381/MG trecho norte, por meio da alteração do Decreto Estadual nº 47.383, de 02 de março de 2018.

A articulação institucional permitiu a alteração de um decreto estadual, embasada nas justificativas apresentadas pelo corpo técnico do Serviço de Meio Ambiente do DNIT Minas Gerais e pelos analistas da Fundação Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais.

De fato, no contexto brasileiro é desafiante as obras de infraestrutura serem finalizadas em um período de 6 anos, conforme estabelecido na Resolução CONAMA nº 237/1997, enfrenta-se enormes desafios técnicos de engenharia, administrativos, orçamentários, jurídicos, etc. Por outro lado, não há impedimento para aproveitamento dos estudos anteriores e emissão de novas licenças. Cabe às instituições compreenderem essa realidade, bem como propor medidas proporcionais e razoáveis para a condução do licenciamento ambiental. Entende-se que no geral uma obra de infraestrutura concebida, embora demore certo tempo para ser implantada, não se justifica novos estudos, pois boa parte das informações, impactos ambientais, medidas mitigadoras e compensatórias são amplamente conhecidas para cada tipologia de empreendimento.

## REFERÊNCIAS

- ADVOCACIA GERAL DA UNIÃO. Despacho nº 599/2011-asb/GABIN/PFE-IBAMA-SEDE/PGF/AGU. Licenciamento Ambiental das obras de duplicação da BR-222/CE. Brasília. 2011. Disponível no processo SEI IBAMA 02001.000231/2007-13. Acesso em 15 de junho. 2024
- ADVOCACIA GERAL DA UNIÃO. Despacho nº 0605/2011 - AGU/PGF/PFE/IBAMA-Sede/CONEP. Licenciamento Ambiental das obras de duplicação da BR-222/CE. Brasília. 2011. Disponível no processo SEI IBAMA 02001.000231/2007-13. Acesso em 15 de junho. 2024
- ADVOCACIA GERAL DA UNIÃO. Nota nº 208/2011/VCCSM/CONEP/PFE/IBAMA-SEDE/PGF/AGU. Licenciamento Ambiental das obras de duplicação da BR-222/CE. Brasília. 2011. Disponível no processo SEI IBAMA 02001.000231/2007-13. Acesso em 15 de junho. 2024
- ADVOCACIA GERAL DA UNIÃO. Parecer nº 0524/COEPE/BMF. Licenciamento Ambiental das obras de duplicação da BR-222/CE. Brasília. 2010. Disponível no processo SEI IBAMA 02001.000231/2007-13. Acesso em 15 de junho. 2024
- BRASIL. Lei Federal nº 10.233 de 05 de junho de 2001. Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre. Brasília/DF. 2001. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/l10233.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10233.htm)>. Acesso em 15 maio. 2024
- BRASIL. Lei Federal nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília/DF. 1981. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)>. Acesso em 15 maio. 2024
- BRASIL. Lei Federal nº 140 de 08 de dezembro de 2011. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Brasília/DF. 2011. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/lcp140.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp140.htm)>. Acesso em 15 junho. 2024
- BRASIL. Resolução Conama nº 237 de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Brasília/DF. 1997. Disponível em: <[https://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=237](https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=237)>. Acesso em 15 junho. 2024.
- BRASIL. Resolução Conama nº 284 de 30 de agosto de 2001. Dispõe sobre licenciamento de empreendimentos de irrigação. Brasília/DF. 2001. Disponível em: <[https://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=282#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20o%20licenciamento%20de%20empreendimentos%20de%20irriga%C3%A7%C3%A3o.&text=%C2%A7%201o%20Os%20m%C3%A9todos%20de,%2C%20inunda%C3%A7%C3%A3o%2C%20faixa%20e%20outros](https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=282#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20o%20licenciamento%20de%20empreendimentos%20de%20irriga%C3%A7%C3%A3o.&text=%C2%A7%201o%20Os%20m%C3%A9todos%20de,%2C%20inunda%C3%A7%C3%A3o%2C%20faixa%20e%20outros)>. Acesso em 15 de junho. 2024.
- CNT (2018) Confederação Nacional do Transporte. Plano CNT de Transporte e Logística 2018. Brasília, DF. 638 p. Disponível em: <<https://planotransporte.cnt.org.br/>>. Acesso em: 15/05/2024.
- COSTA, F. A. (2020) Risco de Demanda e Abandono Contratual: uma Análise por Opções Reais da Concessão da Rodovia BR-381/262/MG/ES. Publicação T.DM-004/2020, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF. 116 p.
- DNIT. Ecosistema. Sistema de Controle Ambiental de Obras. Disponível em: <<https://servicos.dnit.gov.br/DPP/ecosistema/index.php/login>>. Acesso em 15 de junho de 2024
- FERREIRA, R. M. P.; FARIA, S. D. & FONSECA. B. M. A Geografia dos acidentes na BR-381 entre Belo Horizonte e Governador Valadares, o que pode ser explicado pela morfoestrutura regional? Geografias: Artigos Científicos. Belo Horizonte 08(1) 84-97 janeiro-junho de 2012.
- LOPES, A. O. (2023). Método para Predição do Prazo de Execução de Obras Rodoviárias: Estudo Aplicado em Contratações do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes do Brasil. Tese de Doutorado em

Transportes, Publicação T.TD-001/2023, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 231p.

MINAS GERAIS. Decreto nº 47.383 de 02 de março de 2018. Estabelece normas para licenciamento ambiental, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades. Belo Horizonte/MG. 2018. Disponível em: < <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/DEC/47383/2018/?cons=1>>. Acesso em 15 de junho. 2024.

MINAS GERAIS. Decreto nº 47.474 de 22 de agosto de 2018. Altera o Decreto nº 47.383, de 2 de março de 2018, que estabelece normas para licenciamento ambiental, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades. Belo Horizonte/MG. 2018. Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/DEC/47474/2018/>> Acesso em 15 de junho. 2024.

MINAS GERAIS. Decreto nº 48.796 de 04 de abril de 2024. Altera o Decreto nº 47.383, de 2 de março de 2018, que estabelece normas para licenciamento ambiental, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades. 2024. Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/DEC/48796/2024/>>. Acesso em 15 junho. 2024.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM nº 217, de 06 de dezembro de 2017. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais e dá outras providências.

Disponível em: <<https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=45558>>. Acesso em 15 de junho. 2024

MINAS GERAIS. Lei nº 20.922 de 16 de outubro de 2013. Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado. Minas Gerais. Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/LEI/20922/2013/?cons=1>>. Acesso em 15 de junho. 2024.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. Licenciamento Ambiental das obras de duplicação da BR-222/CE. Brasília. 2024. Disponível no processo SEI DNIT 50600.510122/2017-75. Acesso em 30 de agosto 2024.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. Nota Técnica nº 27/2023/SUST/SE. Licenciamento Ambiental das obras de ampliação de capacidade – BR-381/MG. Brasília. 2023. Disponível no processo SEI DNIT 50606.001296/2023-30. Acesso em 15 de junho. 2024



## DESENVOLVIMENTO DA INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA: Necessidade de expansão Logística sustentável e os desafios para o licenciamento ambiental

*Jefferson Vasconcelos Santos*

### RESUMO

Este artigo discute a importância da expansão da infraestrutura ferroviária no Brasil, enfatizando sua relevância para a logística sustentável e os desafios associados ao licenciamento ambiental. O objetivo do trabalho é avaliar o modal ferroviário como alternativa racional, eficiente e sustentável, alinhada ao desenvolvimento logístico nacional e aos compromissos ambientais do Acordo de Paris, bem como analisar o sistema ferroviário brasileiro sob a ótica do modelo de quatro dimensões de sustentabilidade: econômica, ambiental, social e institucional. Os resultados indicam que, apesar da diretriz de expansão e novos investimentos promoverem avanços a modernização do setor, há desafios importantes a serem discutidos na etapa de licenciamento ambiental para assegurar aderências entre a política pública formulada e sua efetiva implementação. Conclui-se que a infraestrutura ferroviária é estratégica para reduzir as emissões de CO<sub>2</sub>, melhorar a eficiência logística e promover o desenvolvimento socioeconômico do País. Para isso, além de investimentos, também se faz necessário que o processo de licenciamento ambiental, etapa relevante na avaliação da dimensão ambiental dos empreendimentos, exige o fortalecimento institucional e um trabalho conjunto dos stakeholders em uma abordagem ampla de suas dimensões, para que os prazos legalmente definidos possam ser alcançados.

**Palavras-chave:** ferrovia, política pública, licenciamento, sustentabilidade, meio ambiente

**Jefferson Vasconcelos Santos** Doutorando em Administração Pública pelo Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP), Mestre em Transportes pela Universidade de Brasília (UnB), MBA em Regulação pela AVM Faculdades Integradas, Especialista em Gestão de Empresas de Construção Civil pela Universidade Estadual do Ceará (UECE) e Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Atua como analista de infraestrutura do Ministério da Gestão e Inovação em Serviços Públicos em exercício no Ministério dos Transportes, desde 2008. Ocupou cargos de assessoramento técnico e coordenação em atividades de gestão e acompanhamento de projetos voltados a obras, concessões, desestatizações e parcerias, em grande parte no setor ferroviário. Também atuou no conselho de administração da Companhia Docas do Pará e da Companhia Docas do Ceará.

Atualmente ocupa o cargo de gerente de projeto no gabinete da Secretaria Nacional de Transporte Ferroviário (SNTF) no Ministério dos Transportes.

# 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da infraestrutura ferroviária no Brasil é tema de crescente relevância, especialmente no contexto das políticas públicas voltadas para a sustentabilidade e a eficiência logística. Este artigo aborda não somente a necessidade de expansão da malha ferroviária nacional como estratégia de aprimoramento logístico, considerando todos os seus benefícios ambientais, econômicos e sociais associados a um transporte ferroviário eficiente e sustentável, mas também os desafios inerentes de atendimento ao processo de licenciamento ambiental, etapa fundamental de fortalecimento social dos ganhos ambientais dos empreendimentos.

O Brasil, com suas dimensões continentais e diversificada produção agrícola e mineral, enfrenta desafios logísticos significativos, com forte dependência do modal rodoviário. Este panorama resulta em custos logísticos elevados e impactos ambientais adversos. Estudos comparativos, como o de Oliveira (2014), mostram que, apesar do Brasil ter um custo de produção agrícola competitivo, os custos logísticos são duas vezes superiores aos dos Estados Unidos, evidenciando a necessidade de diversificação de nossos modais de transporte.

Com a promulgação da Lei nº 14.273, de 23 de dezembro de 2021, o novo marco regulatório das ferrovias estabeleceu diretrizes para a modernização e expansão do setor ferroviário, enfatizando a sustentabilidade e a eficiência ambiental. O artigo aponta o modal ferroviário como uma alternativa sustentável para a logística nacional, alinhada aos compromissos ambientais assumidos pelo Brasil no Acordo de Paris. A pesquisa enfatiza o licenciamento ambiental como um processo crucial para garantir que a expansão ferroviária ocorra de maneira sustentável, promovendo um diálogo construtivo entre os órgãos reguladores e a sociedade.

A metodologia adotada neste trabalho é qualitativa, baseada em uma revisão bibliográfica que contextualiza o sistema ferroviário nacional e aplica o modelo de quatro dimensões de infraestrutura sustentável. A análise foca nos aspectos econômicos, ambientais, sociais e institucionais do desenvolvimento ferroviário, discutindo como o licenciamento ambiental pode ser um facilitador para a construção de soluções sustentáveis.

Em suma, este artigo busca contribuir para a compreensão dos desafios e oportunidades associados ao desenvolvimento da infraestrutura ferroviária no Brasil, destacando a importância de um planejamento integrado que contemple as dimensões econômica, ambiental, social e institucional. Ao enfatizar a sustentabilidade e a eficiência logística, a pesquisa pretende fornecer subsídios para a discussão da necessidade de aprimoramento e apoio institucional ao processo de licenciamento ambiental e contribuir para a discussão de políticas públicas que promovam o desenvolvimento sustentável da malha ferroviária nacional.



## 2. Problematização

O Brasil é um País de dimensões continentais e de grandes desafios, nas mais diversas áreas e necessidades de sua população. Possui grande parte das reservas de água doce do mundo e um dos biomas mais ricos em sua diversidade. Também é um país extremamente competitivo na produção agrícola e em recursos minerais.

Por outro lado, nosso território ainda agoniza quando o assunto é logística competitiva de transporte. Temos uma grande dependência do modal rodoviário (INFRA, 2021), que por sua capilaridade ganhou destaque em meados do século XX em detrimento de outras formas de transporte, mais competitivas, de maior capacidade e de menor custo logístico e ambiental (MARTINS e CAIXETA FILHO, 1998).

Oliveira (2014), em uma avaliação de competitividade, comparou os custos de produção e de transportes de soja entre Brasil e Estados Unidos, conforme Quadro 1. O resultado destaca relevante vantagem do Brasil no custo de produção, mas com custos logísticos duas vezes superior ao custo logístico americano.

**Quadro 1:** Comparação entre custo de produção e de transporte de soja

| Custos <sup>(1)</sup><br>(US\$/t)  | EUA<br>(Mineápolis/Minesota) | Brasil<br>(Sorriso, MT) |
|------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Custo de produção (A)              | 527,88                       | 405,29                  |
| Custo de transporte (B)            | 85,94                        | 166,22                  |
| Frete rodoviário                   | 11,27                        | 118,77                  |
| Frete hidroviário                  | 26,37                        | -                       |
| Tarifa portuária                   | 4,0                          | 7,0                     |
| Frete marítimo até Shanghai, China | 44,30                        | 40,45                   |
| Custo total (A + B)                | 613,82                       | 571,51                  |
| Participação B/Custo total         | 14%                          | 29%                     |

<sup>(1)</sup> Média dos três primeiros trimestres de 2013, de acordo com a disponibilidade dos dados.  
Fonte: Estados Unidos (2013).

Fonte: Oliveira (2014)

O novo marco regulatório das ferrovias, instituído pela Lei nº 14.273, de 23 de dezembro de 2021, estabeleceu diretrizes importantes para a expansão e modernização do setor ferroviário, tendo por objetivo aumentar a eficiência e a competitividade do transporte por ferrovias e por princípio a preservação do meio ambiente, com destaque para o incentivo ao uso de tecnologias sustentáveis e práticas eficientes, que contribuem para um transporte mais seguro e com menor impacto ambiental.

O objetivo do presente artigo é avaliar o modal ferroviário como alternativa ambientalmente sustentável para o aprimoramento e expansão da logística nacional, alinhado a uma visão não apenas econômica, de custo-benefício, mas também pela ótica da sustentabilidade ambiental, alinhado com os objetivos assumidos pelo Acordo de Paris e onde o processo de licenciamento ambiental é a

oportunidade de discussão, validação e construção de soluções sustentáveis, que ponderem o melhor desenvolvimento técnico com o menor impacto ao meio ambiente.

### 3. Fundamentação Teórica e Metodologia

A metodologia deste trabalho seguiu uma abordagem qualitativa relacionado ao estudo, utilizando-se de um levantamento bibliográfico, onde foi abordada a contextualização do sistema ferroviário nacional, o modelo de quatro dimensões de definição dos atributos de uma infraestrutura sustentável e sua pertinência frente ao cenário de sustentabilidade ambiental cada vez mais premente e do papel deste modal tão relevante como mitigador dos impactos ambientais, atuais e futuros. Foram levantadas e analisadas bases bibliográficas atuais e norteadoras do problema abordado, não apenas do setor ferroviário, como também da temática de sustentabilidade ambiental. Na sequência o licenciamento ambiental se coloca como fase relevante de discussão, sendo este o momento de definição dos aspectos a serem abordados e mitigados em uma construção conjunta com o órgão ambiental regulador e com a sociedade. É apresentada uma contextualização do procedimento e os resultados observados nas últimas décadas especificamente para o setor ferroviário.

Como resultado dessa análise, buscou-se apresentar a relevância da temática ferroviária para o atual cenário de mitigação de impactos ambientais, destacando a necessidade de crescimento do setor consoante as expectativas de sustentabilidade ambiental e tendo o procedimento de licenciamento ambiental como um momento rico de discussão e alinhamento de expectativas de ganhos para a sociedade.

### 4. Sustentabilidade Ambiental

Em um cenário mundial onde a intervenção humana ao longo de décadas nos apresenta consequências climáticas cada vez mais frequentes, o conceito de sustentabilidade vem ganhando protagonismo no cenário nacional e internacional, ante ao surgimento dos mais diversos problemas ambientais, como temperaturas extremas, chuvas intensas, enchentes e terremotos.

Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, órgão das Nações Unidas, inequivocadamente a ação do homem, principalmente pela emissão de gases do efeito estufa - GEE, causou um aumento de temperatura de 1,1° C em relação ao período pré-industrial (IPCC, 2023), com alterações climáticas em todas as regiões do mundo e com impactos generalizados à natureza e ao ser humano. O relatório também aponta que a continuação das emissões de GEE promoverá um aquecimento global de 1,5° C no curto prazo, meta estabelecida pelos 194 países que aprovaram o Acordo de Paris é de “envidar esforços para limitar o aumento da temperatura global a 1,5° C” (UN, 2015a), o que exigirá esforços para reduções profundas e sustentadas de GEE. Atualmente, os efeitos das mudanças climáticas já podem ser observados não apenas por cientistas, mas também por pessoas

comuns, que vivenciam alterações de clima e desastres ambientais cada vez mais intensos e de consequências desastrosas.

Um dos primeiros conceitos de desenvolvimento sustentável surgiu na década de 1980, elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que definiu como “o cumprimento das necessidades presentes, sem comprometer a capacidade de as futuras gerações cumprirem as suas” (WCED, 1987). A proposição textual busca trazer a cada indivíduo um sentimento novo de conscientização de perenização dos recursos finitos da natureza. Hoje o tema é amplamente aceito e entendido como fundamental, seja no dia a dia das pessoas, como no desenvolvimento de infraestruturas de transformação da vida do ser humano.

Leandro (2013) aponta que a definição de sustentabilidade tem relação com o equilíbrio entre os componentes ambiental, econômico e social, simultaneamente, de forma a garantir que as necessidades de hoje não prejudiquem as futuras gerações. Já Iaquinto (2018) conclui que é indiscutível que todas as áreas da sociedade e suas atividades exigem uma interação equilibrada do ser humano e do meio ambiente. No Brasil temos esse equilíbrio refletido no caput do artigo 225 da Constituição Federativa de 1988, onde se destaca que “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Considerando que para um desenvolvimento socioeconômico adequado, inevitavelmente se faz necessário a promoção de investimentos na melhoria e modernização da infraestrutura. Neste panorama, fez-se necessário definir o termo Infraestrutura Sustentável. O Banco Interamericano de Desenvolvimento (BHATTACHARYA *et al.*, 2019) conceitua infraestrutura sustentável como aquela ao qual se referem “os projetos de infraestrutura que são planejados, concebidos, construídos, operados e desativados, de modo a garantir sustentabilidade econômica, financeira, social, ambiental (incluindo a resiliência climática) e institucional, durante todo o ciclo de vida do projeto”.

As infraestruturas sustentáveis também se encontram aderentes a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável (UN, 2015b), com destaque para o Objetivo 9, que propõe a construção de infraestruturas resilientes, a promoção da industrialização inclusiva e sustentável, bem como a inovação. Assim, o desenvolvimento de infraestruturas de qualidade, sustentáveis e resilientes se colocam como um fator importante para o desenvolvimento econômico sustentável, acessível e equitativo para o bem-estar do ser humano, bem como tem por meta até 2030 modernizar as infraestruturas, com maior eficiência energética e no uso dos recursos ambientalmente adequados.

A infraestrutura sustentável é uma necessidade premente para o crescimento econômico inclusivo, a mitigação das mudanças climáticas e a proteção do meio ambiente. De acordo com o relatório do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BHATTACHARYA *et al.*, 2019), a infraestrutura sustentável deve ser avaliada em quatro dimensões principais: econômica e financeira, ambiental e resiliência climática, social e institucional, conforme ilustra a Figura 1.

**Figura 1** - Atributos de sustentabilidade, estrutura de infraestrutura sustentável do BID e diretrizes do Acordo de Paris (BHATTACHARYA *et al.*, 2019)



Fonte: Bhattacharya *et al.*, 2019

#### 4.1. Dimensão Econômica-financeira

A sustentabilidade pela dimensão econômica-financeira de uma infraestrutura refere-se à sua capacidade de gerar um retorno econômico líquido positivo ao longo de seu ciclo de vida, considerando todos os benefícios e custos, incluindo externalidades positivas e negativas. Além disso, deve proporcionar uma taxa de retorno ajustada ao risco para os investidores (BHATTACHARYA *et al.*, 2019).

Projetar infraestrutura sustentável implica apoiar o crescimento econômico inclusivo e sustentável, aumentar a produtividade e fornecer serviços acessíveis e de alta qualidade. A sustentabilidade econômica também envolve a maximização do valor dos ativos durante todo o ciclo de vida do projeto, com atenção especial às fases de operação e manutenção. Em suma, a infraestrutura sustentável deve equilibrar retornos econômicos sólidos com uma gestão eficaz dos riscos e das responsabilidades fiscais, promovendo um desenvolvimento econômico robusto e duradouro.

#### 4.2. Dimensão Ambiental

A dimensão ambiental envolve a preservação, recuperação e integração do empreendimento com o meio ambiente natural, biodiversidade e ecossistemas, considerando não somente a infraestrutura sustentável, mas resiliência climática considerando o melhor uso do solo. A infraestrutura sustentável deve apoiar o uso eficiente e sustentável dos recursos naturais e mitigar a ação de todos os tipos de poluição durante o ciclo de vida do projeto (BHATTACHARYA *et al.*, 2019).

Busca promover o uso eficiente e sustentável dos recursos naturais, incluindo energia, água e materiais, com soluções baseadas na ótica da natureza. Tem por meta limitar todos os tipos de poluição durante o ciclo de vida do projeto e contribui para uma economia de baixo carbono, resiliente e eficiente no uso de recursos. Os projetos de infraestrutura sustentável são localizados e concebidos para garantir

a resiliência ao clima e aos riscos de desastres naturais.

Neste sentido, o uso do modal ferroviário se destaca frente a outros modos de transporte terrestre, por sua maior capacidade de transporte e menores níveis de emissões de CO<sub>2</sub> por quilômetro útil transportado, além de promover maior segurança viária e qualidade de vida, ao reduzir a circulação de número expressivo de caminhões. Segundo Zappaz (2019), um único trem com 100 vagões pode transportar o equivalente a 357 caminhões.

Segundo estudo de Silva *et al* (2020), o modal ferroviário possui maior eficiência energética, com redução de 37% das emissões em relação ao modo rodoviário.

### 4.3. Dimensão Social

A sustentabilidade social abrange a perspectiva de todo o impacto positivo que a nova infraestrutura pode proporcionar as comunidades locais, incluindo a geração de emprego, a inclusão social e a melhoria da qualidade de vida (BHATTACHARYA *et al*, 2019). A infraestrutura deve ser projetada para ser acessível e benéfica para todas as camadas da sociedade.

Um sistema ferroviário promove desenvolvimento social regional ao interligar centros economicamente mais desenvolvidos às regiões em desenvolvimento, oportunizando acesso a emprego e renda da população.

Nas vias de transporte de passageiros, a inserção de uma infraestrutura ferroviária requalifica todo o uso do solo no entorno das estações, atuando como um indutor de desenvolvimento habitacional, de negócios e serviços diversos.

### 4.4. Dimensão Institucional

Por fim, a dimensão de sustentabilidade institucional permeia a capacidade de governança das instituições de planejar, implementar e gerenciar projetos de infraestrutura de forma eficiente e transparente (BHATTACHARYA *et al*, 2019). Isso inclui a criação de marcos regulatórios adequados, a promoção da participação pública e a garantia de que os projetos sejam conduzidos de maneira ética e responsável.

A atuação das mais diversas instâncias governamentais no acompanhamento e no aprimoramento dos serviços prestados pelas concessões ferroviárias são um exemplo disso, seja pela atuação do governo, da agência reguladora, dos órgãos ambientais, dos órgãos de fiscalização, do poder judiciário e da própria sociedade direta e indiretamente impactada.

A visão múltipla dos benefícios de uma infraestrutura ferroviária exemplifica como esses princípios podem ser integrados para promover o desenvolvimento sustentável. Investir em ferrovias não apenas impulsiona a economia, mas também protege o meio ambiente, promove a inclusão social e fortalece as instituições, alinhado com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e com as metas previstas no Acordo de Paris.

## 5. Sistema Ferroviário Brasileiro

O cenário ferroviário brasileiro remonta ao século XIX, período de efervescência da revolução industrial e do surgimento em larga escala do transporte a vapor sobre trilhos. Historicamente, o marco inicial do transporte ferroviário no Brasil é atribuído a Irineu Evangelista de Souza, o Barão de Mauá, que inaugurou os primeiros 14,5 quilômetros em 30 de abril de 1854, ligando o Porto de Estrela, na Baía da Guanabara, a Raiz da Serra (BRINA, 1983).

Tal pioneirismo foi possível a partir da promulgação do Decreto-Lei nº 641 em 26 de junho de 1852 pelo Governo Imperial, que objetivava a promoção de um ambiente adequado à captação de investidores privados (BRASIL, 1852). Conforme destaca Durço (2011), o Decreto-Lei previa que, para as concessões de trechos que ligassem o município da Corte (Rio de Janeiro) às províncias de Minas Gerais e de São Paulo, seria garantida a concessão por até noventa anos; o direito à exploração de uma faixa de terra de cinco léguas ao longo de cada lado da linha férrea; a isenção de impostos sobre trilhos e máquinas destinados à construção da malha e o pagamento de juros de 5% ao ano sobre o custo estimado da obra.

A partir deste período, o Brasil viveu um ciclo de grandes investimentos, chegando ao final daquele século com 82 trechos ferroviários distintos, geridos por 45 empresas, que construíram 15.316 km (FELIX, 2024).

Assim, em um ambiente de negócios favorável à iniciativa privada, foi possível observar grande expansão no período entre 1891 e 1930, período de implantação da maior parte da malha nacional, com extensão total de 22.504 km naquele período (IBGE, 1954), chegando posteriormente ao pico de 37.230 km de trilhos em meados do século XX (GEIPOT, 1962).

Entretanto, importante destacar que neste cenário de incentivo privado, diversos trechos acabaram por atender propósitos específicos, com reduzida integração entre estradas de ferro, promovendo um cenário de ferrovias dispersas e isoladas, resultando na perda de viabilidade econômica ao final dos ciclos que motivaram tais construções, a exemplo do ciclo do café, açúcar e borracha.

Com isso, o Governo se viu obrigado a encampar diversas empresas para impedir processos de falência e de colapso econômico nas regiões dependentes desse meio de transporte (CAMPOS NETO, 2010). O estado então deixou de atuar como poder concedente das atividades de implantação e operação ferroviária, para atuar diretamente como estatal definidora de diretrizes e ações do modal ferroviário (SANTOS, 2015).

A malha nacional chegou a um pico de 37.230 km de trilhos em meados do século XX (GEIPOT, 1962), mas a mudança política pelo incentivo ao desenvolvimento rodoviário, comprometeu o desenvolvimento do sistema ferroviário, com reflexos não somente ao setor, também na própria competitividade logística nacional, iniciando assim longo período de estagnação, baixa produtividade e

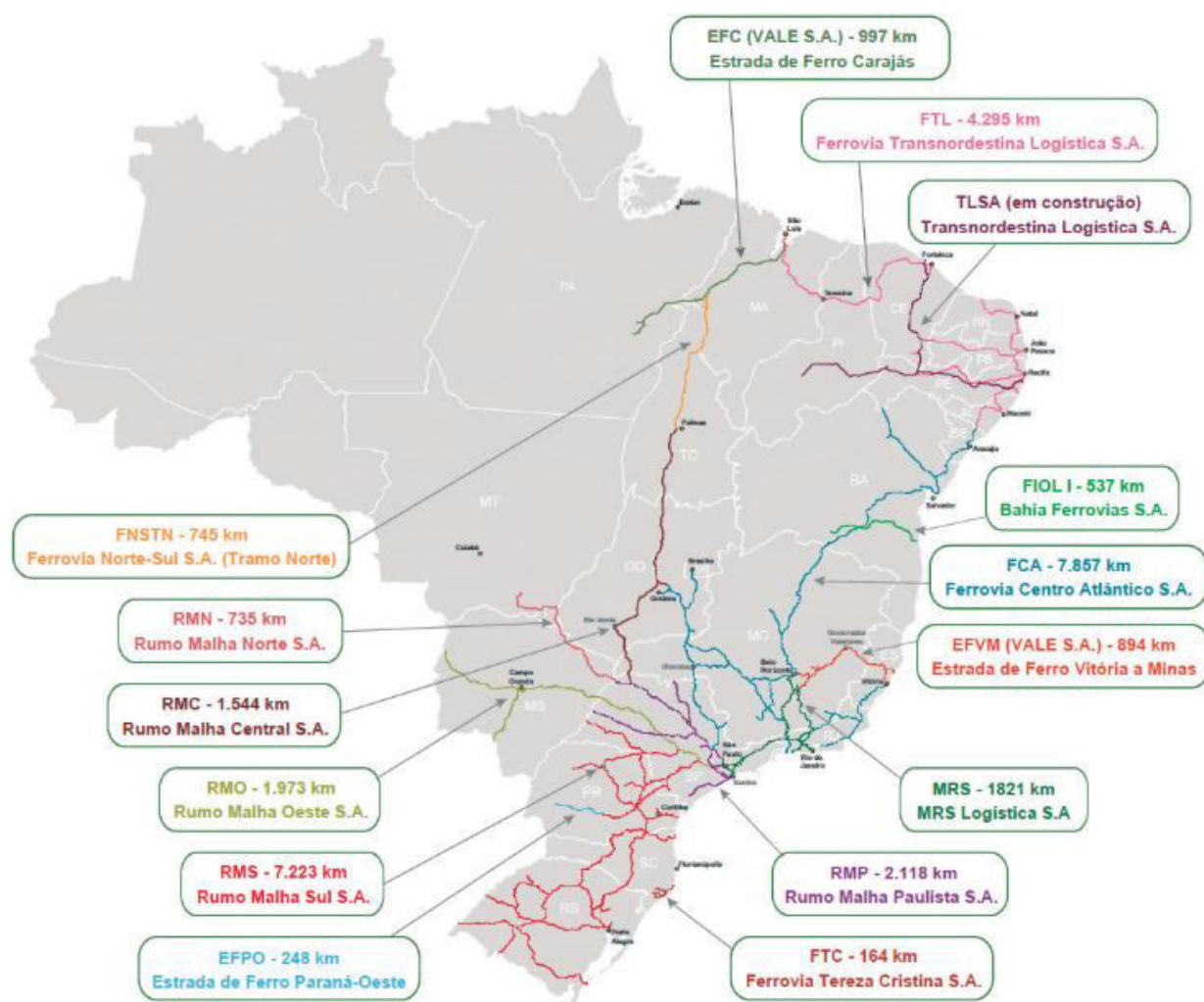


eficiência.

Tal situação se estendeu por décadas, que culminou, ao final do século XX, com a inclusão da malha ferroviária no Plano Nacional de Desestatização (BRASIL, 1992) e a realização de concessões ao setor privado na década de 1990.

Como a infraestrutura existente se encontrava muito degradada, no primeiro momento os investimentos resultaram em melhorias importantes, com consequentemente aumento na movimentação de cargas e redução de acidentes (SANTOS; PEREIRA, 2021). Entretanto, os contratos não se mostraram suficientemente eficientes a ponto de promover expansão da rede ou mesmo atendimento da demanda reprimida por transporte (DAYCHOUM, 2018), concentrando-se nos principais corredores de transporte de commodities. Atualmente, com cerca de 30 mil quilômetros operados por 15 concessões (Figura 2), dos quais 2/3 estão ociosos ou inativos.

**Figura 2** - Malha ferroviária concedida (situação em 2022)



Fonte: Campos e Bezerra (2023)

Quanto a matriz de transporte nacional, o modal ferroviário corresponde a uma participação de 17,69% (INFRA, 2021), percentual este muito aquém do seu potencial, em um país continental e com grandes desafios logísticos. Conforme apresentado no Quadro 2, no ano de 2023, o setor transportou 389.505 milhões de TKU, com forte concentração em minério de ferro (67,0%) e no setor agrícola, extração vegetal e celulose (25,9%).

**Quadro 2** – Volume transportado por ferrovias no ano de 2023

| <b>Produção</b>                                   | <b>TKU<br/>(milhões)</b> | <b>%</b>      |
|---------------------------------------------------|--------------------------|---------------|
| Minério de Ferro                                  | 260.879                  | 67,0%         |
| Setor Agrícola, Extração Vegetal e Celulose       | 100.735                  | 25,9%         |
| Indústria Siderúrgica, Cimento e Construção Civil | 15.490                   | 4,0%          |
| Combustíveis, Derivados do Petróleo e Alcool      | 7.685                    | 2,0%          |
| Outras Mercadorias                                | 4.716                    | 1,2%          |
| <b>TOTAL</b>                                      | <b>389.505</b>           | <b>100,0%</b> |

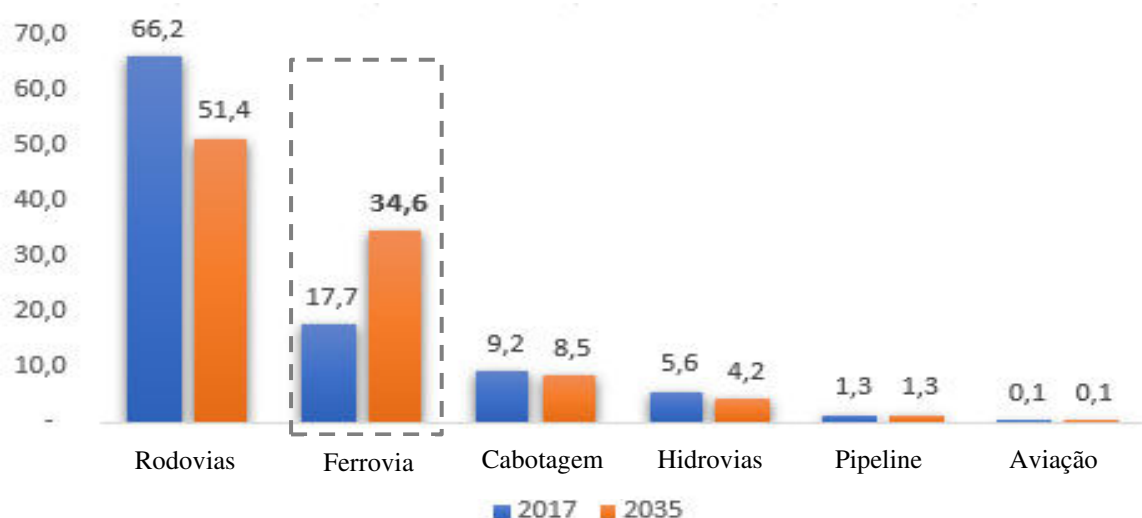
Fonte: SAFF (ANTT, 2024)

O Plano Nacional de Logística 2035, instrumento de planejamento estratégico do setor e composto por seus diversos planos, tem por objetivo contribuir para a competitividade nacional, a sustentabilidade ambiental, o bem-estar social, o desenvolvimento regional e a integração nacional. Neste contexto, o Brasil enfrenta o desafio de integração e de promover um melhor equilíbrio entre modais, de forma a proporcionar um sistema logístico mais eficiente e sustentável.

Os cenários preveem para o ano de 2035 uma configuração de matriz mais racional, com ampliação da participação dos modos de transporte de maior capacidade, como o modal ferroviário. Essa distribuição futura da produção de transportes entre os modos se reflete também em resultados de maior sustentabilidade ambiental e eficiência para o setor, com projeção de redução de até 14% nos níveis de emissões de gases de efeito estufa, dentre outros fatores.

Para o setor ferroviário, a expectativa é de uma ampliação da participação modal em, pelo menos, 30% em todos os cenários (INFRA, 2021), chegando a praticamente dobrar a participação, dos atuais 17,7% para 34,6% nos cenários 6 e 8 (Gráfico 1).

**Gráfico 1** - Comparativo entre Modais - Cenário Base (2017) versus Cenário Futuro (2035)



Fonte: Plano Nacional de Logística (2021)

Com a proximidade do encerramento dos contratos de concessão existentes, o governo federal adotou como estratégia a [renovação antecipada](#), conforme previsto pela Lei nº 13.448 de 5 de junho de 2017. A política pública previa que os contratos de concessão ferroviária fixados em meados dos anos 1990 poderiam ser renovados de forma antecipada condicionados a critérios de vantajosidade e de investimentos que possibilitassem ampliar a capacidade logística e a competitividade do setor ferroviário. Assim, foram renovados no ano de 2020 os contratos de concessão da Rumo Malha Paulista, Estrada de Ferro Carajás e Estrada de Ferro Vitória Minas, e no ano de 2022 o contrato de concessão da MRS Logística. Estas quatro concessões são representativas e responsáveis por 72,7% do volume de transporte ferroviário nacional (Quadro 3).

**Quadro 3** – Volume transportado em 2023 pelas ferrovias com contratos prorrogados

| Assinatura   | Concessão Prorrogada                  | TKU<br>(milhões) | %            |
|--------------|---------------------------------------|------------------|--------------|
| 27/05/2020   | Rumo Malha Paulista - RMP             | 7.863            | 2,0%         |
| 18/12/2020   | Estrada de Ferro Carajás - EFC        | 157.563          | 40,5%        |
| 18/12/2020   | Estrada de Ferro Vitória Minas - EFVM | 51.176           | 13,1%        |
| 28/07/2022   | MRS Logística - MRS                   | 66.731           | 17,1%        |
| <b>TOTAL</b> |                                       | <b>283.333</b>   | <b>72,7%</b> |

Fonte: ANTT e SAFF (ANTT, 2024)

Vale destacar que o uso de ferrovias, comparado ao modal rodoviário, possui maior capacidade

de transporte e é ambientalmente mais sustentável, com menor volume de emissões de CO<sub>2</sub> por quilômetro útil transportado. Um único trem com 100 vagões pode transportar o equivalente a 357 caminhões (ZAPPAZ, 2019).

## 5.1 Lei das Ferrovias e novos investimentos

O novo marco regulatório das ferrovias no Brasil foi instituído pela Lei nº 14.273, sancionada em 23 de dezembro de 2021. Esta lei estabelece diretrizes para a expansão e modernização do setor ferroviário, visando aumentar a eficiência e competitividade da infraestrutura ferroviária nacional.

O novo instrumento legal explicita como princípio a preservação do meio ambiente, deixando claro a percepção de relevância do tema em uma análise multidimensional do modal. Outro importante marco foi a inclusão do regime de autorização, que permite a livre iniciativa do investidor privado de forma simplificada, facilitando a implantação de novos projetos ferroviários e a melhoria dos já existentes.

Este cenário competitivo culminou em mais de 100 requerimentos de novas ferrovias, dos quais, 45 já celebraram contratos de adesão com a ANTT. Outra importante ação foram as renovações antecipadas de contratos de concessões firmados na década de 1990, com a previsão de novos investimentos de recapacitação e ampliação de capacidade das malhas existentes, bem como investimento cruzado em projetos de expansão da malha.

Em 2023 o governo federal lançou o Novo PAC, programa de investimentos em infraestrutura, fomentando o crescimento econômico e a inclusão social. Estão previstos investimentos da ordem de R\$ 1,7 trilhões, dos quais, R\$ 94,4 bilhões serão aplicados em ferrovias. Todos esses investimentos em obras estruturantes são de extrema importância para o desenvolvimento nacional, mas exigirão em curto prazo uma demanda expressiva por novos licenciamentos ambientais, evidenciando limitações pelo grande volume de pedidos e a falta de aderência entre o ciclo procedimental para a obtenção das licenças ambientais necessárias e a premência política e social pela concretude dos investimentos.

## 6. Licenciamento Ambiental

O Brasil é um país de dimensões continentais, e como tal, também possui uma grandeza ambiental única, que abrange entre 15% e 20% da biodiversidade mundial e o maior número de espécies endêmicas, 6 biomas – Mata Atlântica, Amazônia, Cerrado, Caatinga, Pampa e Pantanal – dos quais, a Amazônia é a maior floresta tropical do mundo; 13% da diversidade biológica mundial e 12% das reservas de água doce do mundo, que correspondem a 53% da reserva da América do Sul (GANEM, 2011). A multidiversidade do contexto ambiental brasileiro também nos traz importantes responsabilidades na preservação de tamanha riqueza.

Instrumento fundamental da Política Nacional do Meio Ambiente do Brasil, o licenciamento

ambiental foi instituído pela Lei nº 6.938/1981 visa a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, tendo por meta assegurar o desenvolvimento socioeconômico sustentável. É um processo administrativo que tem por objetivo avaliar e mitigar os impactos ambientais decorrentes de atividades e empreendimentos considerados potencialmente poluidores ou degradadores do meio ambiente.

O sistema de licenciamento ambiental se faz necessário e premente em decorrência da crescente preocupação com o alinhamento entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental, assegurando que empreendimentos sejam instalados e operados em conformidade com o normativo ambiental específico. Em última análise, o procedimento visa conciliar o desenvolvimento econômico com a proteção ambiental, envolvendo diversos procedimentos administrativos e participativos para assegurar a conformidade ambiental de empreendimentos.

## 6.1 Origem e Desenvolvimento

O conceito de licenciamento ambiental começou a se desenvolver na década de 1960, em meio ao crescente movimento ambientalista global que alertava sobre os impactos negativos das atividades humanas no meio ambiente.

No Brasil, o marco inicial do licenciamento ambiental surgiu com a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Este regramento legal estabeleceu princípios, objetivos e instrumentos para a proteção do meio ambiente, incluindo o licenciamento ambiental como um dos principais instrumentos de gestão do meio ambiente. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) foi instituído para regulamentar e coordenar a aplicação da PNMA (BRASIL, 1981).

Com a promulgação da Constituição Federal de 1988, o licenciamento ambiental ganhou status constitucional, consolidando a competência do poder público em exigir o licenciamento para atividades que potencialmente venham a degradar o meio ambiente. O artigo 225 da Constituição estabelece que "todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado" e que "incumbe ao poder público controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente" (BRASIL, 1988). Também assumido no art. 225, caput, da Constituição, o Princípio do desenvolvimento sustentável faz referência ao dever de defender e preservar o meio ambiente para as presentes e futuras gerações.

Em 1998, a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro, conhecida como Lei de Crimes Ambientais, reforçou a importância do licenciamento ambiental ao estabelecer sanções penais e administrativas para condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, incluindo a falta de licenciamento (BRASIL, 1998).

Com o advento da Lei Complementar Federal nº 140, de 8 de dezembro de 2011, inaugura-se uma nova etapa nas responsabilidades do licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades para cada ente da federação. A mesma lei regulamenta o disposto nos incisos III, VI e VII do Artigo 23 da Constituição Federal (CF) – fixando normas para a cooperação entre a União, os estados e os municípios



nas ações decorrentes do exercício da competência comum relativa à proteção e preservação do meio ambiente, da fauna e da flora – e outras formas – e ao combate à poluição, alterando a Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA).

Entretanto, o licenciamento ambiental frequentemente enfrenta significativos desafios, como a pressão dos mais diversos setores econômicos por flexibilizações legais e a necessidade de equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e as ações de preservação ambiental. Em rápida pesquisa por propostas legislativas existentes na Câmara dos Deputados, 449 projetos abordam o tema “licenciamento ambiental”. Faz-se, portanto, crucial e necessário encontrar um ponto de equilíbrio que permita o desenvolvimento sustentável sem comprometer a integridade dos ecossistemas (SILVA & SANTOS, 2020).

## 6.2 Etapas do Licenciamento Ambiental

O processo de licenciamento ambiental brasileiro está regulamentado pela Resolução CONAMA nº 237/1997 (CONAMA, 1997) como forma de execução do controle sobre a atividade humana. Envolve basicamente três licenças:

- **Licença Prévia (LP):** Concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade. É a fase em que se aprova a localização e concepção do projeto, atestando sua viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes para as fases subsequentes.
- **Licença de Instalação (LI):** Autoriza a instalação do empreendimento ou atividade conforme especificações dos planos, programas e projetos aprovados. É o momento em que o empreendedor está efetivamente autorizado a iniciar as obras, condicionado ao atendimento das medidas de controle ambiental e demais condicionantes estabelecidas na LP.
- **Licença de Operação (LO):** Após implantação o empreendedor deverá ter autorizada a operação da atividade ou empreendimento, desde que verificado o cumprimento das condicionantes estabelecidas nas licenças anteriores (LP e LI), firmando medidas adicionais voltadas ao controle ambiental durante a fase de operação.

O licenciamento condiciona a implantação de projetos estratégicos para o País a parâmetros de sustentabilidade que minimizam impactos ambientais e resguardam o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. O processo de licenciamento também constitui ferramenta importante de fortalecimento da democracia e do exercício da cidadania, permitindo o debate e a transparência sobre as consequências ambientais de grandes obras (IBAMA, 2020).

De acordo com o Decreto nº 8.437/2015, Art. 3 inciso II, compete a União o licenciamento ambiental de ferrovias federais em suas atividades de implantação, ampliação de capacidade e regularização ambiental. Entretanto, a competência da União não se aplica para a implantação e ampliação de pátios ferroviários e de estruturas de apoio de ferrovias, ramais, contornos e

melhoramentos ferroviários.

IPEA (2016) ressalta que a grande maioria das emissões de licenças ambientais no Brasil são realizadas pelos estados, ao qual compete, conforme Lei Complementar n 140/2011, promover o licenciamento ambiental de atividades ou empreendimentos que não estejam sob a competência federal ou municipal.

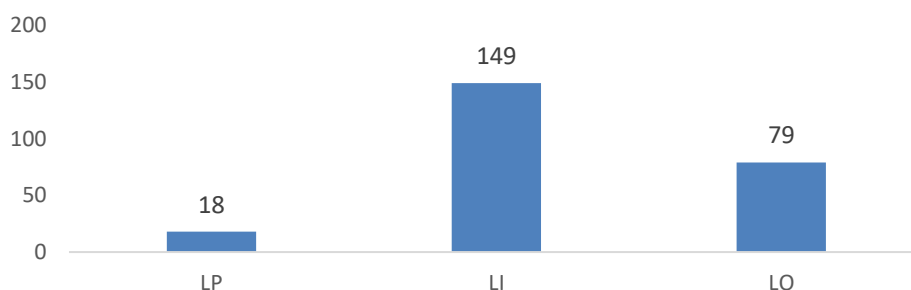
Hofmann (2016) relata que o licenciamento ambiental federal é um procedimento que, apesar de fundamental para a mitigação de impactos ambientais, enfrenta gargalos que necessitam de aprimoramento, como o excesso de burocracia e estrutura deficitária do Ibama, frente a crescente demanda para o atendimento de projetos relevantes ao País; Falta de Avaliação Ambiental Estratégica e de diálogo entre os entes responsáveis pelo planejamento de políticas públicas; e judicialização de processos.

No que tange aos prazos, a legislação federal define um máximo de 6 meses para deferimento do pedido de licenciamento, salvo nos casos que haja EIA/RIMA e/ou audiência pública, os quais terão prazo de até 12 meses (CONAMA, 1997). A Resolução também destaca que a contagem de prazo será suspensa durante a elaboração de esclarecimentos pelo empreendedor ou de estudos complementares. Neste mesmo sentido, o Art. 14 da Lei Complementar nº 140/2011 reforça a necessidade de observância dos prazos estabelecidos por parte dos órgãos licenciadores, mantendo em seu § 2º a suspensão do prazo para complementações exigidas.

Atualmente se encontram em andamento 757 demandas de Licenciamento Ambiental Federal (IBAMA, 2024) de empreendimentos distribuídos em todo o território nacional. Destes, 30 correspondem a estruturas ferroviárias.

Nos últimos 20 anos, entre jan/2013 e dez/2023, foram emitidas pelo IBAMA 18 licenças prévias, 149 licenças de Instalação e 79 licenças de operação para estruturas ferroviárias públicas e privadas (Gráfico 2).

**Gráfico 2** – Licenças ambientais do IBAMA emitidas nos últimos 20 anos (jan/2003 a Dez/2023)

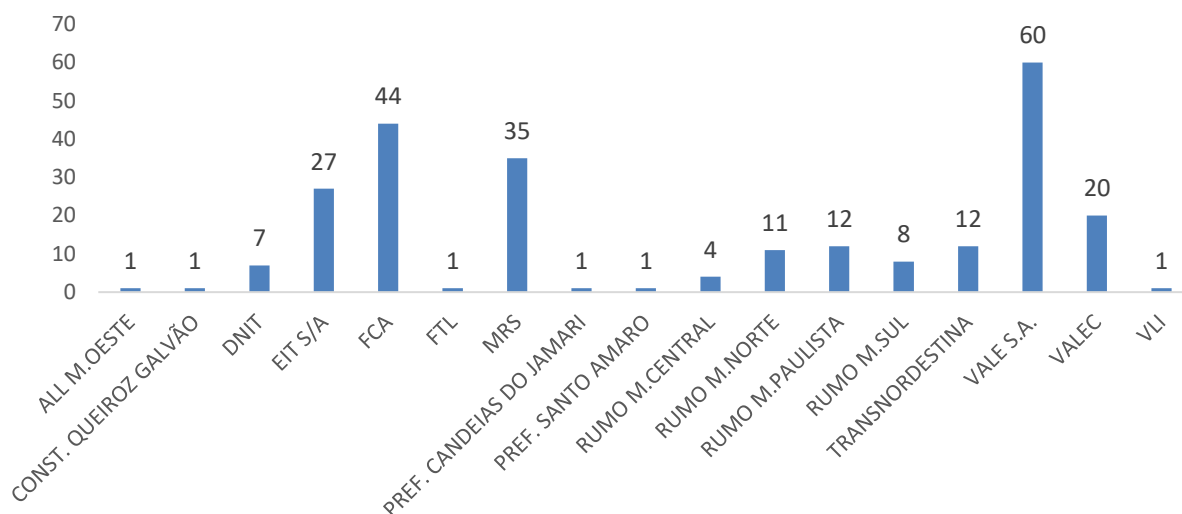


Fonte: Elaboração própria a partir de IBAMA (2024b)

Quanto ao perfil do solicitante, o Gráfico 3 destaca que a maior parte dos empreendedores são as próprias concessionárias ferroviárias ou o governo federal em empreendimentos de sua competência

(DNIT e VALEC).

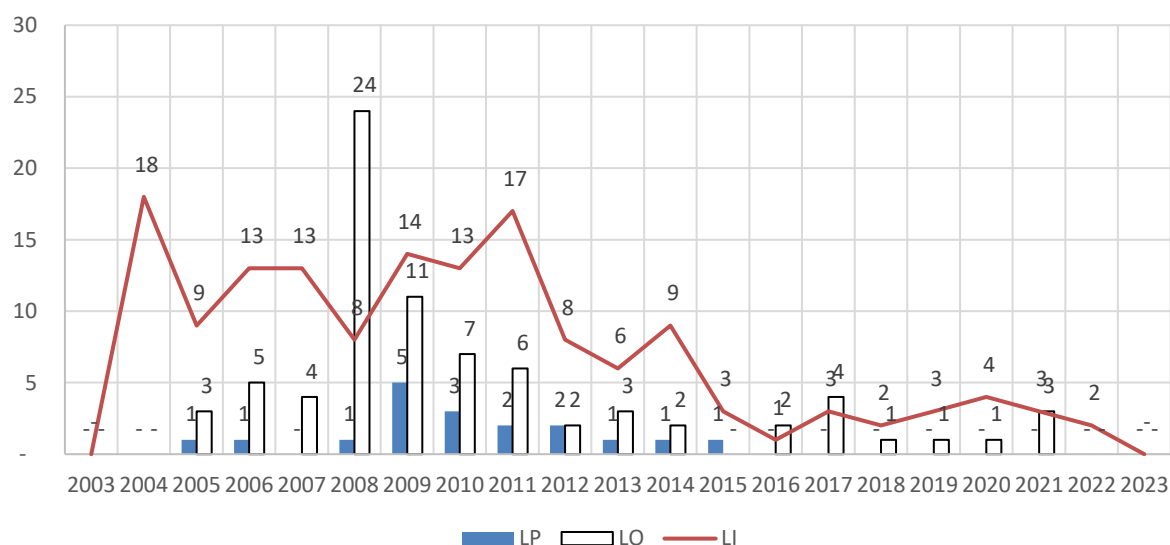
**Gráfico 3** – Solicitantes das licenças ambientais do IBAMA emitidas nos últimos 20 anos  
(jan/2003 a Dez/2023)



Fonte: Elaboração própria a partir de IBAMA (2024b)

Ainda em uma análise dos últimos 20 anos, observa-se no Gráfico 4 uma expressiva concentração de emissões de licenças entre 2003 e 2013, período de forte demanda por investimentos, parte pelas próprias concessionárias e em parte pelo advento do lançamento do Programa de Aceleração do Crescimento, o PAC 1 e PAC 2, lançado respectivamente em 2007 e em 2010. Importante observar também um decréscimo de demanda a partir de 2016, o que pode ser atribuído ao período de recessão econômica pós-impeachment e a aprovação do teto de gastos, com consequente redução dos recursos de investimento.

**Gráfico 4** – Licenças ambientais do IBAMA emitidas nos últimos 20 anos (jan/2003 a Dez/2023)



Fonte: Elaboração Própria a partir de IBAMA (2024b)

Tomando por parâmetro estas informações, podemos considerar que o lançamento do Novo PAC, com uma carteira de investimentos de R\$ 1,7 trilhões, dos quais 76% até o ano de 2026, tende a promover um novo ciclo de desenvolvimento e, por conseguinte, um novo ciclo de demanda por licenças ambientais, como observado nas edições anteriores do PAC. É momento em que se evidenciam dificuldades e gargalos históricos vivenciados pelos órgãos ambientais licenciadores. Importante destacar que deste volume previsto de recursos, R\$ 94,4 bilhões serão aplicados no setor ferroviário (BRASIL, 2023).

## 7. Análise dos Resultados

Um dos maiores desafios das políticas públicas reside na sua efetividade. Existe um cenário promissor, com um expressivo volume de recursos em projetos necessários a ampliação da participação do modal ferroviário na matriz de transporte nacional, o que deve favorecer significativamente a competitividade logística. Neste contexto, a premência dos processos de licenciamento ambiental são um grande desafio a ser equacionado. Um processo que exigirá alinhamento, técnica e suporte das instituições para o melhor resultado frente aos diversos desafios, com o objetivo de se obter o melhor resultado para uma infraestrutura sustentável sob todas as suas dimensões, contribuindo de forma plena para o desenvolvimento econômico e social brasileiro.

Diante da urgência climática global, a sustentabilidade ambiental ganha protagonismo no planejamento e implementação de infraestruturas. A promoção de uma infraestrutura ferroviária eficiente é crucial para a redução das emissões de gases de efeito estufa, contribuindo para uma economia de baixo carbono. Além disso, a ferrovia oferece vantagens significativas em termos de

capacidade de transporte e segurança viária, com menor impacto ambiental em relação à alternativa rodoviária.

Todos esses investimentos em obras ferroviárias, estruturantes ou *shortlines*, são importantes para o desenvolvimento nacional, mas exigirão no curto prazo uma demanda expressiva por novos licenciamentos ambientais, e por vezes evidenciará limitações estruturais, seja de procedimento ou força de trabalho, pelo grande volume de pedidos e pela falta de aderência entre o ciclo necessário de obtenção das licenças ambientais e a premência política e social pela concretude dos investimentos.

Neste sentido, a governança e efetivação das políticas públicas se apresentam como um grande desafio, considerando que todo o investimento proposto dependerá do cumprimento da etapa de licenciamento ambiental. Oliveira e Henkes (2016) considera que a morosidade nos processos de licenciamento deve-se a necessidade de ampliação do quadro funcional, aumento do poder decisório e independência dos órgãos. Por outro lado, se faz necessária a sensibilização dos empreendedores para a realização de estudos tecnicamente robustos e completos, o que pode mitigar ocorrências de suspensão de prazo para complementações, com melhor eficiência do órgão licenciador. Aliado a este entendimento, o Ministério da Infraestrutura publicou no ano de 2020 um manual orientativo acerca do licenciamento ambiental federal, com o objetivo de minorar dúvidas de conteúdo e de procedimento.

A comunicação também pode ser um instrumento estratégico. Ao fomentar discussões periódicas entre licenciador e empreendedor, é possível prestar esclarecimentos e direcionar dúvidas e divergências, de maneira mais ágil. É fundamental que licenciador e empreendedor possam balizar suas percepções pela perspectiva ambiental ou econômica, respectivamente, mas trabalhar juntos por uma solução ampla que atenda de forma harmônica as dimensões econômico-financeira, ambiental, social e institucional, com ganhos para a sociedade como um todo.

Sob a perspectiva do modelo quatro dimensões, a dimensão ambiental se evidencia frente aos benefícios advindos do modal ferroviário, com reduções expressivas de emissão de CO<sub>2</sub> durante sua operação, além de importantes ganhos na dimensão social, com geração de emprego e renda não só durante sua construção, mas com benefícios importantes para o desenvolvimento socioeconômico dos municípios, além da mitigação de impactos às comunidade diretamente afetadas. No âmbito da dimensão institucional, importantes avanços podem ser trabalhados para que projetos de tão importante impacto sejam priorizados, com o apoio a rápida concretização, incluindo os alinhamentos e gestão dos processos de licenciamento ambiental. Por fim, a dimensão econômico-financeira, apesar de desafiadora em projetos de capital intenso como em ferrovias, é importante que os ganhos obtidos nesses projetos possam ser mensurados e incorporados a avaliação de viabilidade dos projetos, bem como ao acesso de financiamento verde ou greenbonds, como forma de viabilização dos empreendimentos.

Ao priorizar soluções assertivas aos problemas de governança ambiental, espera-se um maior dinamismo na análise e desfecho dos processos de licenciamento ambiental, com reflexos não apenas no desenvolvimento da infraestrutura nacional, em todas as suas dimensões, mas com reflexos

importantes na mitigação dos impactos climáticos, que corroboram com o objetivo de atendimento das metas ambientais mundialmente compromissadas pelo Brasil.

## 8. Considerações Finais

O presente trabalho se propôs a apresentar um panorama do setor ferroviário como opção logística ambientalmente sustentável, alinhada com as necessidades de mitigação climática, desenvolvimento e competitividade nacional, bem como o dinamismo dos licenciamentos ambientais nos últimos 20 anos.

O plano nacional de logística aponta como estratégia competitiva de longo prazo duplicar a participação do modal ferroviário na matriz de transporte, estratégia esta que busca racionalizar o uso dos recursos naturais ao propor uma maior participação das ferrovias na matriz de transporte, o que permitirá também a redução de emissões de CO<sub>2</sub>, com ganhos de eficiência e redução de custos logísticos.

A disponibilidade de novos recursos para investimento no setor exige dos gestores a atenção e cumprimento das diversas etapas até a efetiva expansão da malha. Reconhece-se, ainda, que o processo de licenciamento ambiental é etapa fundamental de avaliação da dimensão ambiental dos empreendimentos, mas que precisará de um fortalecimento institucional por parte do governo e de um trabalho conjunto entre stakeholders para a construção ágil de convergências, ao considerar relevante uma abordagem ampla de todas as suas dimensões, seja ela econômica, ambiental, social e institucional.

Apesar dos normativos atuais já estabelecem prazos para deferimento dos pedidos de licenciamento, um trabalho conjunto e periódico entre stakeholders poderá promover agilidade na construção de convergências, considerando relevante uma abordagem ampla de todas as suas dimensões.

Por fim, recomenda-se que em estudos futuros possam ser abordados aspectos de licenciamento de outros modais de transporte, a análise de informações sobre retificação de licenças, e como se mostra o cumprimento de prazos médios de vigência ou quantitativo de renovações, a fim de demonstrar os desafios de avanço para a fase de Licença de operação. Outra sugestão importante seria a perspectiva dos estados em relação aos empreendimentos ferroviários ou outros que estejam circunscritos ao território estadual e por estes possam ser licenciados.



## Referências

- BHATTACHARYA, A., CONTRERAS CASADO, C., JEONG, M., AMIN, A.-L., WATKINS, G., & SILVA ZUNIGA, M. (2019). **Atributos e Marco da Infraestrutura Sustentável**. Banco Interamericano de Desenvolvimento. Notas Técnicas nº IDB-TN-01653
- BRASIL (1981) **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.
- BRASIL (1988) **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em 27 mai 2024
- BRASIL (1998) **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9605.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm)>. Acesso em 27 mai 2024
- BRASIL (2021) **Lei nº 14.285, de 29 de dezembro de 2021**. Altera a Lei nº 6.938, de 1981, para modernizar o licenciamento ambiental.
- BRASIL (2023) **Novo PAC**. Governo Federal. Disponível em: <<https://www.gov.br/casacivil/pt-br/novopac/novopac>>. Acesso em: 29 mai 2024
- BRINA, H. L. (1983) **Estradas de Ferro** – Volume I, 2ª edição, Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro
- CAMPOS, L. B. e BEZERRA, P. T. C. (2023) **Avanços Regulatórios no Transporte Ferroviário Brasileiro: Resultados e Desempenho Operacional apontam na direção de uma Infraestrutura Sustentável**, Via Viva: VII Seminário Socioambiental em Infraestrutura de Transportes, Transição Ecológica na Infraestrutura de Transportes / Ministério dos Transportes, v.6, n.1
- CONAMA (1997) **Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Disponível em: <[https://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=237](https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=237)>. Acesso em: 13 jun. 2024.
- DAYCHOUM, M.T. (2018) **A concorrência intermodal no transporte terrestre de cargas no Brasil: uma análise histórica sob a perspectiva da oferta ferroviária**. In: ARAGÃO, Alexandre Santos de; PEREIRA, Anna Carolina Migueis; LISBOA, Letícia Lobato Anicet (Coord). Regulação e infraestrutura. Belo Horizonte: Fórum, p. 540
- DURÇO, F. F. **A Regulação do Setor Ferroviário Brasileiro: Monopólio Natural, Concorrência e Risco Moral**. Dissertação - Escola de Economia de São Paulo (EESP), Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2011.
- GEIPOT. **Anuário Estatístico dos Transportes**, Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes, Ministério dos Transportes, Brasília, 1962
- FELIX, M. K. R. (2024) **As autorizações ferroviárias são a melhor política pública ferroviária do Brasil em 100 anos**. 2024. Disponível em <<https://ousebem.com.br/as-autorizacoes-ferroviarias-sao-a-melhor-politica-publica-ferroviaria-do-brasil-em-100-anos>>. Acesso em 28/03/2024
- GANEM, R.S. (2011) **Conservação da Biodiversidade: Legislação e Políticas Públicas**. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 437 p. - Série memória e análise de leis; n. 2
- HOFMANN, R. M. (2016) **Gargalos do Licenciamento Ambiental Federal no Brasil**. Seminário Internacional sobre Licenciamento Ambiental e Governança Territorial (Ipea/IPC-IG/Swedish EPA). 14 e 15 de março de 2016. Disponível em: <[https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/20160314\\_gargalosdolicienciamentoambientalfederalnobrasil.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/20160314_gargalosdolicienciamentoambientalfederalnobrasil.pdf)>. Acesso em 14 jun 2024
- IAQUINTO, B. O. (2018) **A Sustentabilidade e suas Dimensões**. Revista da Esmesc, v.25, n.31, p. 157-178. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.14295/revistadaesmesec.v25i31.p157>>. Acesso em 8 jun 2024
- IBAMA (2020) **Relatório de Atividades - Licenciamento Ambiental Federal 2019**. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/laf/publicacoes/arquivos/2019->

ibama-relatorio-licenciamento.pdf> Acesso em: 20 mai 2024

IBAMA (2024a) **Painel do Licenciamento Ambiental**. Disponível em: <<https://pamgia.ibama.gov.br/home/?page=Licenciamento-Ambiental&views=Exibir-5%2CLicenciamento-Ambiental-Federal%2CPain%C3%A9is>>. Acesso em: 14 jun 2024

IBAMA (2024b) **Consulta licenças ambientais emitidas por período**. Disponível em: <<https://www.gov.br/ibama/pt-br/servicos/licencas/licenciamento-ambiental>>. Acesso em 11 mai 2024

IBGE (1954) **I Centenário das Ferrovias Brasileiras**, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. IPCC (2023) **Summary for Policymakers**. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34. Disponível em: <10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001>. Acesso em: 9 jun 2024.

LEANDRO, H. J. C. (2013) **Políticas Sustentáveis para o Transporte de Mercadorias na União Europeia** - O Papel da Ferrovia nessas Políticas: O Caso de Portugal. Mestrado em Políticas Europeias. Universidade de Lisboa. Disponível em: <[https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/17826/1/igotul003729\\_tm.pdf](https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/17826/1/igotul003729_tm.pdf)>. Acesso em: 5 jun 2024

MARTINS, R.S.; CAIXETA FILHO, J.V. (1998) **O Desenvolvimento dos Sistemas de Transporte: Auge, Abandono e Reativação Recente das Ferrovias**. Teor. Evid. Econ., Passo Fundo, v. 6, n. 11, p. 69-91, nov. 1998

MOTTA, D.M.M., PÊGO, B. (2013) **Licenciamento ambiental para o desenvolvimento urbano: avaliação de instrumentos e procedimentos**. Rio de Janeiro: Ipea.

OLIVEIRA, A. L. R. A (2014) **Logística do Agronegócio**: para além do apagão logístico in O mundo rural no Brasil do século 21. Embrapa. Disponível em <[www.researchgate.net/publication/305800182\\_A\\_logistica\\_do\\_agronegocio\\_para\\_alem\\_do\\_apagao\\_logistico](http://www.researchgate.net/publication/305800182_A_logistica_do_agronegocio_para_alem_do_apagao_logistico)>. Acesso em 10/03/2024

OLIVEIRA, M. J.; HENKES, J.A. (2016) **Licenciamento Ambiental**: uma análise sobre a morosidade dos órgãos públicos e suas consequências. Revista de gestão e sustentabilidade ambiental, Florianópolis, v. 4, n. 2, p. 429 - 449

INFRA (2021) **Plano Nacional de Logística 2035**: Relatório Executivo. Infra S.A. Disponível em <<https://www.infrasa.gov.br/plano-nacional-de-logistica-2035/>>. Acesso em 5 jun 2024

SANTOS, J.V. (2015) **Open Access e a Regulação Ferroviária no Brasil**: Desafios do setor em uma mudança de modelo operacional. AVM Faculdade Integrada. Brasília.

SANTOS, J. V.; PEREIRA, V. S. (2021) **A Autorregulação nos Projeto de Autorização Ferroviária**. Brasília, ENAP. Disponível em: <<https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/7244>>; Acesso em: 02/03/2024

SILVA, P.B., RIBEIRO, R.L., VIEIRA, F.A., BRASIL, A.C.M. e RIBEIRO, R.P. (2020) **Potencial de redução de emissão de CO<sub>2</sub> pelo uso de transporte ferroviário**: um estudo de caso no Brasil. RIPE, 6, 1-17. Disponível em: <[www.periodicos.unb.br/index.php/ripe](http://www.periodicos.unb.br/index.php/ripe)> Acesso em: 14 jun 2024

SILVA, J. R., & SANTOS, M.A. (2020) **Desafios e perspectivas do licenciamento ambiental no Brasil**. Revista de Gestão Ambiental, 14 (2), 233-250.

IPEA (2016) **Mais de 90% do licenciamento ambiental é feito pelos estados**. Notícia veiculada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Publicada em 16 mar 2016. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/portal/categorias/45-todas-as-noticias/noticias/3039-mais-de-90-do-licenciamento-ambiental-e-feito-pelos-estados>>. Acesso em 14 jun 2024

UN (2015a). **Paris Agreement**. United Nations. Disponível em: <[https://unfccc.int/sites/default/files/english\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf)>. Acesso em: 10 jun 2024

UN (2015b) **Transforming Our World**: The 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nation. A/RES/70/1. Disponível em: <[sustainabledevelopment.un.org](http://sustainabledevelopment.un.org)>. Acesso em: 5 jun 2024

WCED (1987) **Report of the World Commission on Environment and Development**: Our Common Future. World Commission on Environment and Development. United Nations. Disponível em:

<file:///C:/Users/jefferson.santos/Downloads/our\_common\_futurebrundtlandreport1987.pdf>. Acesso em 5 jun 2024



## A CULTURA DA RESTAURAÇÃO E AÇÕES SOCIOAMBIENTAIS SINÉRGICAS AO LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE FERROVIAS: O caso da Ferrovia Malha Central no Bioma Cerrado

*Wesley Faria Dias; Jonathan Gusso; Patrícia Ruth Ribeiro*

### RESUMO

A cultura da restauração, dentro das obrigações legais de compensação ambiental relacionadas ao licenciamento, apresenta-se como uma estratégia significativa para os resultados dos compromissos decorrentes das condicionantes ambientais dos empreendimentos. As ações de restauração socioambiental são fundamentais para mitigar os efeitos da degradação ambiental, buscando restaurar funções e serviços ecossistêmicos essenciais à recuperação dos habitats. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo analisar a efetividade de diferentes medidas de restauração adotadas para compensação ambiental no Bioma Cerrado, em conformidade com o licenciamento ambiental da Ferrovia Malha Central da Rumo. Foram avaliados três projetos desenvolvidos pela Rumo, nos quais, por meio de revisões bibliográficas, coletas de dados e feedback, constatou-se que as ações de restauração, aliadas a iniciativas socioambientais, caracterizaram o modelo com os melhores resultados entre os analisados. Isso demonstra que a cultura de restauração nos projetos pode beneficiar as comunidades locais, proporcionando melhores estruturas físicas, viveiros e mão de obra capacitada, além de promover uma transformação comportamental e formar uma rede de pessoas impactadas positivamente, impulsionando os ganhos ambientais da restauração.

**Palavras-chave:** Conservação Ambiental; Cultura da Restauração; Plantio Compensatório.

**Wesley Faria Dias**, Graduado em Engenharia Florestal pela - UNIFIMES - Centro Universitário de Mineiros-GO, Especialista em Docência no ensino superior pelo SENAC, Mestre em Sistemas Ambientais Sustentáveis pela Univates - Universidade do Vale do Taquari - RS. Com experiência em mais de 16 anos em gestão ambiental nos empreendimentos de linha de transmissão e atualmente em auditoria ambiental no setor ferroviário.

**Jonathan Gusso**, formado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná, com MBA em Gestão de Projetos pela USP/ESALQ, e especialização e Ecologia de ambiente. Atua na área de Flora

da Rumo, dentro da gerência de Meio Ambiente desde 2015, onde atualmente coordena a equipe de Flora Operacional, voltada ao desenvolvimento de projetos para atendimento das condicionantes de licenças e Autorizações de Supressão de Vegetação.

**Patrícia Ruth Ribeiro**, Graduada em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura pela Universidade Federal do Paraná – UFPR, Especialista em Análise Ambiental pela mesma instituição. Com experiência de mais 9 anos no setor ferroviário, atuando na área ambiental. Atualmente é Gerente de Gestão Ambiental de Operações na Rumo Logística.

# 1. INTRODUÇÃO

A infraestrutura de transporte é algo fundamental na sociedade atual e indispensável para o crescimento econômico. Os atores do transporte têm papel logístico em fazer com que a carga chegue ao seu destino, atendendo a necessidade do cliente com rapidez, segurança e com menor custo. No entanto, não há como falar em transporte se não assimilar a influência nas questões naturais e consequências sociais.

No Brasil, o transporte ferroviário tem crescido significativamente nos últimos anos, sendo considerado um meio de transporte de produtos com custo mais baixo e menos poluente em relação a outros tipos de transporte de carga, como o rodoviário. Nesse contexto, a iniciativa privada é fundamental para a expansão do segmento no país.

O governo tem estudado projetos que levam em conta não apenas os aspectos econômicos, mas também as questões ambientais. Nesse sentido, o setor ferroviário desempenha um papel crucial nos projetos de infraestrutura sustentável (RIBEIRO, 2024). É indiscutível que empreendimentos ferroviários sejam importantes para o crescimento nacional, pois apresenta aspectos positivos no transporte de cargas a custos reduzidos e contribui para o desenvolvimento socioeconômico, especialmente nas cidades adjacentes às vias.

Contudo, não se pode ignorar os graves impactos ambientais durante a implantação, que afetam grandes áreas de terra, contribuindo para o aumento do desmatamento, o desequilíbrio da biodiversidade e até a mudança nos aspectos locais e climáticos (AMERICO *et al.*, 2021).

No que se refere ao clima, a Nações Unidas Brasil (2024), aborda que mudanças climáticas são transformações que vem acontecendo ao longo do tempo e são determinados por padrões de temperatura e clima. Geralmente ocorrem de formas naturais, como por meio de variações no ciclo solar. A emissões de gases na atmosfera, como dióxido de carbono e metano, colabora com o efeito estufa, sendo um dos grandes causadores das mudanças do clima. As atividades humanas vêm acelerando essas mudanças desde 1800, com queima de combustíveis fósseis como carvão, petróleo e gás. Também pela liberação do dióxido de carbono pelos aterros para lixões e desmatamento de florestas, fatores como a energia, indústria, transporte, edificações, empreendimentos lineares, entre outros que contribui para o efeito estufa e a mudança do clima, e que pode influenciar diretamente nas tragédias ambientais (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2024).

As tragédias naturais são fenômenos que fazem parte da geodinâmica do globo terrestre; no entanto, é inegável que desastres provocados por ações ou omissões humanas, como acidentes de trânsito, incêndios industriais, contaminação de rios, erros em projetos de construção e falhas na implantação de tecnologias, causam impactos significativos na sociedade (Desastres Humanos e Naturais, s.d.). Tragédias ambientais e catástrofes ocorrem há centenas ou milhares de anos, seja por fatores naturais ou por falhas humanas. Esses eventos geram danos consideráveis ao meio ambiente e à sociedade, cuja recuperação pode levar décadas ou até mesmo séculos (GONÇALVES, 2021).



Para Liberato (2023), a inobservância da legislação que rege a regularização ambiental na construção e implantação de empreendimentos pode ocasionar danos irreversíveis. Portanto, é fundamental o licenciamento e o cumprimento das condições para a implementação de um projeto. Os órgãos de fiscalização devem certificar-se de que as ações que causam danos ao meio ambiente sejam conduzidas de acordo com a legislação vigente, proporcionando maior segurança ao empreendedor. Além disso, as atividades com potencial poluidor precisam adotar critérios estabelecidos pela legislação local, garantindo um desenvolvimento sustentável sob os aspectos ambiental e socioeconômico para as gerações futuras.

No planejamento de um empreendimento, não se pode ignorar a integração e cooperação, especialmente ao considerar os impactos ambientais. O processo de Licenciamento Ambiental deve buscar sinergias entre os impactos e as potenciais mitigações. Mecanismos de mitigação e uma boa gestão do uso e ocupação do solo podem corrigir distorções entre a otimização do construtor e os interesses dos usuários (KLUG *et al.*, 2024).

Nesse sentido, a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelece diretrizes para a Política Nacional de Meio Ambiente e define o licenciamento ambiental como um instrumento que orienta os passos necessários para qualquer atividade potencialmente poluidora. Essa legislação enfatiza não só a minimização dos impactos negativos, mas também aponta caminhos para potencializar aspectos ambientais de forma positiva, promovendo a compatibilização do desenvolvimento econômico e social (BRASIL, 1981).

Para que isso ocorra, a chave do dilema reside na compensação ambiental, um mecanismo financeiro de política pública que visa compensar os impactos do empreendimento na sociedade e no meio ambiente, pelo uso autorizado de recursos naturais, especialmente quando considerado um impacto ambiental expressivo pelo órgão competente. Nesse contexto, torna-se fundamental a realização de um Estudo de Impacto Ambiental e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA). Além disso, o empreendedor deve apoiar a implantação ou manutenção de unidades de conservação em virtude do interesse público (BRASIL, 2000).

A reposição florestal é uma forma de compensação ambiental que busca minimizar os impactos negativos e promover a conservação e recuperação naturais, repondo o estoque de biomassa associado à exploração florestal, por meio do plantio de espécies vegetais nativas compatíveis com os variados ecossistemas. A restauração e recuperação do ambiente natural promovem suas funções ecológicas e sociais, gerando benefícios sustentáveis para as atuais gerações e aspirando à conservação e uso sustentável da floresta para as futuras (BRASIL, 2012).

Para minimizar o impacto da implantação de projetos com potencial poluidor, é necessário ir além do cumprimento legal. É fundamental que os empreendedores adotem boas práticas e ações que realmente promovam o desenvolvimento sustentável socioambiental e econômico para as gerações futuras. Isso envolve uma cultura que resulta em ações diretas na preservação do ecossistema e na restauração de áreas degradadas, destacando os desafios do Brasil em resposta à COP 30, relacionados

à captura de carbono na atmosfera e às atividades produtivas (GUARALDO, 2024).

A restauração de ecossistemas degradados é uma forma de compensação legal. No entanto, ao adotar ações de reflorestamento para compensar a emissão de carbono, é necessário incluir medidas de restauração de áreas úmidas e práticas de agricultura regenerativa, visando à sustentabilidade e à recuperação dos sistemas hídricos e produtivos. Isso possibilita o desenvolvimento da biodiversidade com a participação da sociedade, especialmente no que diz respeito à mudança de comportamento que contribuirá para o ambiente e o clima, criando um ecossistema favorável à vida. Esse processo é um caminho para o desenvolvimento de uma cultura de restauração (DECADEONRESTORATION, 2021).

Na Ferrovia Malha Central - Rumo, houve impactos decorrentes da construção e da operação. Para mitigar esses impactos, foram seguidas as diretrizes da legislação sobre compensação ambiental, conforme descrito no Plano Básico Ambiental (PBA) unificado, que delineia todas as ações e programas de gerenciamento ambiental da empresa Rumo. Este artigo apresenta três ações de projetos realizados na Ferrovia Malha Central - Rumo, que envolveram sinergicamente o desenvolvimento da compensação ambiental decorrente do licenciamento do empreendimento. Essas ações estão integradas em um Programa de Compensação Ambiental, conforme as condicionantes da Licença de Operação 1.240/2014 do Tramo Central (854 km) e da Licença de Instalação 1.152/2017 do Tramo Sul (683 km) da Ferrovia Malha Central - Rumo, parte do projeto de expansão da malha ferroviária brasileira iniciado em 1987.

As ações desses projetos estão relacionadas ao plantio de espécies nativas do Bioma Cerrado, visando cumprir o programa vinculado às licenças mencionadas, mitigando os impactos do empreendimento decorrentes das intervenções construtivas da ferrovia. Embora cada projeto possua suas particularidades, quando implementados efetivamente, constituem mecanismos que proporcionam ganhos significativos para a conservação da biodiversidade brasileira. Além disso, se aplicados em larga escala, podem resultar em melhorias no ecossistema e na mitigação das mudanças climáticas.

Diante disso, o objetivo deste artigo é analisar a Ferrovia Malha Central – Rumo, verificando a sinergia entre a compensação ambiental e as ações socioambientais que promovem a cultura da restauração no contexto do licenciamento. Caso as medidas apresentem resultados efetivos e positivos, servirão como referência para futuros empreendimentos dessa natureza. Em caso negativo, as informações contidas neste trabalho poderão ser utilizadas como base para estudos futuros e possíveis tomadas de decisão.

## 2 Desenvolvimento

Nos processos de licenciamento ambiental, os impactos relacionados à supressão de vegetação são geridos pelo Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais (SINAFLOP) do Ibama, culminando na emissão das Autorizações de Supressão de Vegetação (ASV). Essas autorizações apresentam os totais permitidos para a supressão de vegetação e as respectivas condicionantes,

incluindo os montantes de compensação ambiental.

No que se refere à compensação, os empreendedores ferroviários devem apresentar projetos de compensação ambiental ao órgão licenciador, relacionados ao impacto real gerado. As compensações são realizadas por meio de plantios compensatórios, que são implantados, manejados e monitorados ao longo de períodos que podem variar de três a cinco anos, visando à quitação das condicionantes da ASV ao final desse prazo junto aos órgãos ambientais competentes.

Na Licença de Operação 1.240/2014 do Tramo Central (854 km) e na Licença de Instalação 1.152/2017 do Tramo Sul (683 km) para a construção da Ferrovia Malha Central - Rumo, o órgão ambiental determinou a compensação de 1.540 hectares de plantio em áreas de importância ecológica, conforme os cálculos para reposição florestal. Isso visa compensar o volume de matéria-prima extraído da vegetação durante a fase construtiva. Até o momento, já foram realizados plantios em 1.171 hectares, distribuídos em três características distintas de projeto.

## 2.1 Problemática

Os desafios estão na construção de projetos que visem objetivos além das compensações por meio do plantio de mudas. Isso é realmente viável? A maioria dos projetos é direcionada especificamente para a restauração, envolvendo a realização de plantios e o manejo dessas áreas até que apresentem resiliência, promovendo a formação de fragmentos florestais em médio a longo prazo.

Nesse contexto, este artigo apresenta o desenvolvimento de três ações de projetos na compensação ambiental, que não apenas garantem o cumprimento da legislação, mas também geram ganhos ambientais e sinergias positivas do ponto de vista socioambiental dentro do escopo do licenciamento ambiental, promovendo a cultura de restauração no negócio.

## 2.2 Fundamentação Teórica e Metodologia

Conforme a Lei 12.651/2012, a reposição florestal exige que o empreendedor que utilize matéria-prima florestal oriunda da supressão de vegetação nativa, ou que detenha autorização para tal, realize compensações ambientais voltadas para minimizar os impactos sobre a flora, as quais são geridas por licenças ambientais específicas. Nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos, as metodologias de compensação são detalhadas em um Plano Básico Ambiental (PBA) (BRASIL, 2012). Os PBAs são documentos que orientam a compensação ambiental, definindo as ferramentas utilizadas desde a implantação do projeto até o plantio de mudas, incluindo a manutenção e o monitoramento para atingir os indicadores e metas estabelecidos (RUMO, 2024).

Para alcançar sua Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), que representa a ambição climática do Brasil no acordo climático, o país se comprometeu a recuperar mais de 12 milhões de hectares de terras degradadas por meio da restauração, reflorestamento e regeneração natural até 2030. Em 2021, a ONU declarou o início da Década da Restauração de Ecossistemas, destacando sua relevância

e urgência (RESTAURA BRASIL, 2022).

Durante a Década das Nações Unidas para a Restauração de Ecossistemas (2021-2030), a geração de uma cultura de restauração requer dois pilares: o ganho ambiental e o ganho socioambiental. É necessário ir além dos plantios e desenvolver uma avaliação estratégica sobre a alocação das compensações, considerando aspectos de implantação e garantia de perpetuidade. Assim, busca-se desenvolver um projeto positivo tanto para o ambiente quanto para a sociedade e as mudanças climáticas. A estratégia deve seguir uma análise da demanda necessária de compensação, da área total, do impacto gerado e de como direcionar o projeto para que a empresa obtenha os ganhos socioambientais, aumentando a confiabilidade e a fidelidade dos clientes e construindo um legado de sustentabilidade (DECADEONRESTORATION, 2021).

O ganho ambiental está relacionado aos princípios da razoabilidade e envolve o design de iniciativas e ações, sejam sociais ou ambientais, para restaurar áreas de interesse público e ecológico impactadas por projetos de empreendimentos. Isso inclui a adoção de medidas reparatórias para os danos ambientais, recuperação e compensação, de forma a garantir o equilíbrio ecológico do meio ambiente, promovendo a conservação da biodiversidade e possibilitando a mitigação das mudanças climáticas (D'OLIVEIRA, 2021).

No caso da Ferrovia Malha Central - Rumo, os impactos estão associados à supressão de vegetação, com interceptação em áreas sensíveis, como Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reservas Legais (RL), que eram remanescentes de vegetação nativa do Bioma Cerrado em propriedades particulares afetadas pela construção da ferrovia. Nesse contexto, a fragmentação de áreas contínuas representa um impacto negativo, além das emissões de gases de efeito estufa relacionadas à operação dos trens.

A metodologia para o desenvolvimento do artigo considerou revisões bibliográficas, coleta de dados e feedback de stakeholders, com base em três projetos específicos: o "Plantio Compensatório Acoplado em APP na Ferrovia da Malha Central – Rumo", as "Ações de Restauração das Áreas Sensíveis em Propriedades Rurais na Região do Alto da Bacia do Araguaia" e as "Ações Voltadas para Plantio em Áreas Públicas Municipais e de Ensino". A revisão da literatura abordará legislação e práticas de restauração, enquanto a coleta de dados incluirá levantamentos de campo e entrevistas com proprietários rurais para entender suas percepções. Finalmente, foram realizados workshops com comunidades locais e entidades governamentais para discutir e alinhar as propostas, promovendo um diálogo ativo e sinergias que beneficiassem o meio ambiente e a sociedade.

## **2.2.1 Ações de projeto do plantio Compensatório**

### **2.2.1.1 Primeiro projeto: Ações voltada para reposição florestal**

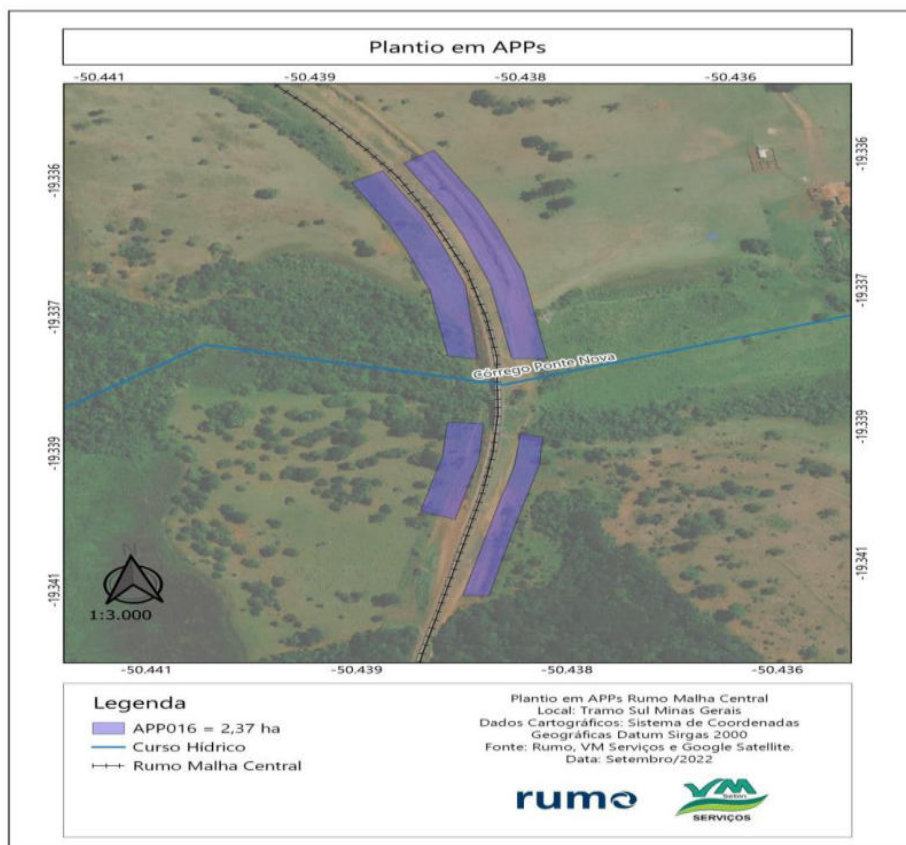
Nesse aspecto, o projeto visa realizar ações de plantio dentro da faixa de domínio (FD), sendo este o modelo principal desenvolvido pela Rumo, cujo objetivo é minimizar os impactos e contemplar a

conectividade de ambientes nativos, formando corredores verdes em regiões sensíveis ao longo da FD da ferrovia. Este modelo é considerado um projeto piloto no contexto de empreendimentos ferroviários no Brasil, utilizando a própria faixa para a realização do plantio compensatório.

Antes da implantação, o projeto foi analisado quanto à viabilidade técnica, em relação à operação com a circulação de trens e vagões; à viabilidade econômica, concernente à manutenção das áreas após o plantio, incluindo a poda das árvores durante seu crescimento; e à viabilidade ambiental, priorizando áreas dentro e próximas a APP, além de locais com histórico de degradação, como voçorocas.

Após a análise do corpo técnico, o projeto foi submetido e aprovado pelo órgão ambiental responsável, IBAMA, que deu anuência à sua execução. A Figura 1 apresenta as áreas em que o plantio compensatório foi realizado dentro da faixa de domínio, priorizando áreas próximas a APP, e a imagem evidencia a conectividade do plantio com fragmentos de vegetação.

Figura1: Plantio compensatório próximo à APP na Ferrovia da Malha Central – Rumo.



Fonte: Relatório Mensal de Execução de Plantio na ferrovia Rumo Malha Central, 2024

### 2.2.1.2 Segundo projeto: Ações de restauração das áreas sensíveis e de importância ambiental em propriedades rurais na região do Alto da Bacia do Araguaia.

Este projeto de compensação possui um caráter social voltado para a cultura, em consonância com o ecossistema. A Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás

(SEMAD-GO) desenvolveu o programa JPA - Juntos pelo Araguaia, que visa recuperar mais de 5 mil hectares de áreas degradadas na Alta Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia, no Estado de Goiás. As ações incluem reflorestamento, conservação do solo e das águas, desenvolvimento sustentável, governança, ações participativas, engajamento social, enfrentamento dos efeitos das mudanças climáticas e fortalecimento das economias locais. Lançado em 2019, o programa foca na cooperação pública e em iniciativas privadas e foi apresentado na COP28, em Dubai, como uma proposta inovadora, sendo considerado o maior programa de recuperação de bacias hidrográficas do mundo (JUNTOS PELO ARAGUAIA, 2024).

Na ocasião, devido à passagem da Ferrovia Malha Central - Rumo por terras goianas, e conforme a Lei Federal 12.651/2012, que determina a reposição florestal no Estado de origem da matéria-prima explorada, a Rumo demonstrou interesse no programa da SEMAD. A empresa identificou a oportunidade de cumprir suas obrigações legais de compensação ambiental e de realizar um trabalho socioambiental que não apenas restaurasse áreas degradadas, mas também promovesse a cultura das comunidades locais. Pequenos proprietários lindeiros ao empreendimento da ferrovia e os municípios da área de influência da Alta Bacia do Araguaia poderiam ser beneficiados por ações socioambientais, incluindo o plantio de mudas nativas em áreas particulares de importância ambiental e cultural.

Por se tratar de um projeto piloto que envolve cooperação entre o setor público e iniciativas privadas, a Rumo conduziu reuniões com o órgão ambiental entre 2019 e 2023, estabelecendo regras de adesão para as empresas patrocinadoras e proprietários rurais dispostos a disponibilizar áreas de importância ambiental em suas propriedades. Após essas definições, a Rumo aderiu ao programa em dezembro de 2023, com um prazo de execução de quatro anos, e obteve a anuência do IBAMA para a realização de plantios em APP e em áreas de importância hídrica.

Inicialmente, o programa JPA foi divulgado e, em seguida, foram rastreadas áreas com características de degradação na Alta Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia, utilizando imagens georreferenciadas. As áreas identificadas foram visitadas e, após a comprovação das degradações, os proprietários foram informados e convidados a se cadastrarem e aderirem ao programa, cedendo suas áreas para essa finalidade. Os proprietários rurais que aderiram ao programa assinaram um termo de compromisso que os proíbe de desmatar a área. Em contrapartida, eles são beneficiados com o plantio e a manutenção de mudas nativas, sem custos, durante quatro anos, além de receberem orientações sobre técnicas de conservação do solo e plantio, podendo ainda ser certificados pela SEMAD.

### **2.2.1.3 Terceiro projeto: Ações voltadas para plantio em áreas públicas municipais e de ensino**

Nesse contexto, a Rumo buscou parcerias na região com finalidades que vão além do reflorestamento, incluindo estudos e futuras pesquisas. Foram realizados mais de 150 hectares de



plantio em instituições de ensino e em áreas públicas no município de Rio Verde.

As parcerias foram estabelecidas com o Instituto Federal de Rio Verde/GO, a Universidade Federal do Tocantins e a Secretaria de Meio Ambiente de Rio Verde, que acolheram a proposta de plantio em áreas de interesse público. As instituições de ensino indicaram áreas controladas para o plantio, enquanto a Secretaria de Meio Ambiente selecionou parques, áreas verdes e APPs. O plantio teve início em 2022, com revisões das manutenções previstas até 2024, como parte da compensação ambiental proposta pela Rumo.

## **2.3 Ações e resultados**

### **2.3.1 Pilar Ambiental**

No processo de licenciamento ambiental da Ferrovia Malha Central - Rumo, foi necessária a supressão da vegetação em áreas envolvidas na construção do empreendimento. Como parte da compensação ambiental, o IBAMA autorizou a realização de plantios dentro da faixa de domínio da Ferrovia, após consulta e análise técnica sobre a viabilidade econômica e ambiental do projeto.

A decisão sobre os locais para os plantios priorizou áreas de sensibilidade ambiental, como APP e parques interceptados pela ferrovia, além de áreas com degradação avançada, como voçorocas. A restauração dessas áreas resultou na formação de corredores ecológicos que conectam fragmentos florestais.

Neste primeiro projeto específico, houve um ganho ambiental com o plantio de mais de 971 hectares de espécies nativas dentro da faixa de domínio, respeitando a distância mínima de segurança de 6 metros da linha férrea. Isso possibilitou resultados positivos na minimização dos impactos da construção, com a cobertura vegetal dessas áreas e a formação de corredores de biodiversidade.

Atualmente, a vegetação plantada entre 2018 e 2022 foi mensurada em março de 2024, apresentando indivíduos arbóreos com altura superior a 4 metros e um índice de cobertura vegetal que ultrapassou 85% em algumas áreas, o que é considerado satisfatório para regiões do Cerrado. As espécies nativas plantadas contribuíram para a cobertura do solo antes exposto e funcionaram como corredores ecológicos que conectam mosaicos e fragmentos florestais, promovendo o fluxo da biodiversidade, com aumento da fauna e da flora, além da disseminação de sementes e da conservação hídrica do solo. No Quadro 01, é possível observar dados relacionados ao índice de cobertura das áreas plantadas neste primeiro projeto.

Quadro 01: Total, de área (ha) plantada no período de 2018 a 2022.

| Número da área      | Local    | Município          | Estado | Área (ha) | Início do plantio | Fitofisionomia | Cobertura de copa % | Altura média (m) | Densidade (ind/ha) | Conectividade e com algum fragmento de vegetação |
|---------------------|----------|--------------------|--------|-----------|-------------------|----------------|---------------------|------------------|--------------------|--------------------------------------------------|
| 101                 | FD       | Gurupi             | TO     | 24,33     | nov/18            | Cerrado típico | 75,00%              | 4,25             | 925                | Sim                                              |
| 101C                | FD       | Gurupi             | TO     | 20,90     | nov/18            | Cerrado típico | 75,00%              | 4,75             | 950                | Sim                                              |
| 102                 | FD       | Brejinho de Nazaré | TO     | 43,57     | dez/18            | Cerrado típico | 67,50%              | 5,00             | 1075               | Sim                                              |
| 103                 | FD       | Gurupi             | TO     | 35,87     | dez/18            | Cerrado denso  | 85,00%              | 5,50             | 975                | Sim                                              |
| 105                 | FD       | Cariri             | TO     | 52,90     | abr/19            | Cerrado típico | 57,00%              | 4,60             | 1010               | Sim                                              |
| 105C                | FD       | Cariri             | TO     | 6,60      | nov/19            | Cerrado típico | 45,00%              | 5,00             | 1100               | Sim                                              |
| 110                 | FD       | Figueirópolis      | TO     | 61,50     | dez/19            | Cerrado típico | 55,00%              | 4,65             | 900                | Sim                                              |
| 112                 | FD       | Gurupi             | TO     | 11,00     | jan/20            | Cerrado denso  | 70,00%              | 4,50             | 1200               | Sim                                              |
| 201                 | FD       | Porangatu          | GO     | 23,90     | nov/18            | Cerrado típico | 30,00%              | 1,80             | 788                | Sim                                              |
| 201C                | FD       | Porangatu          | GO     | 26,40     | nov/18            | Cerrado típico | 52,50%              | 3,35             | 1012               | Sim                                              |
| 202                 | FD       | Mutunópolis        | GO     | 67,76     | dez/18            | Cerrado ralo   | 37,50%              | 2,90             | 808                | Sim                                              |
| 204                 | FD       | Uruaçu             | GO     | 54,40     | dez/19            | Cerrado típico | 52,50%              | 3,70             | 856                | Sim                                              |
| 204C                | FD       | Uruaçu             | GO     | 47,20     | dez/19            | Cerrado típico | 38,80%              | 2,13             | 860                | Sim                                              |
| 301                 | Voçoroca | Anápolis           | GO     | 3,86      | nov/18            | Cerrado denso  | 60,00%              | 4,50             | 1125               | Sim                                              |
| 302                 | Parque   | Anápolis           | GO     | 12,30     | nov/18            | Cerrado denso  | 87,50%              | 6,38             | 1138               | Sim                                              |
| 304                 | FD       | Petrolina          | GO     | 63,23     | nov/18            | Cerrado típico | 76,30%              | 5,25             | 942                | Sim                                              |
| 305                 | FD       | Jesúpolis          | GO     | 15,00     | jun/19            | Cerrado típico | 56,70%              | 4,33             | 832                | Sim                                              |
| 305C                | FD       | Jesúpolis          | GO     | 22,20     | jun/19            | Cerrado típico | 42,00%              | 4,30             | 720                | Sim                                              |
| 306                 | FD       | Campo Limpo        | GO     | 56,80     | dez/19            | Cerrado ralo   | 37,50%              | 2,53             | 984                | Sim                                              |
| 401                 | FD       | Santa Helena       | GO     | 68,50     | dez/18            | Cerrado ralo   | 45,00%              | 3,02             | 954                | Sim                                              |
| 402                 | FD       | Rio Verde          | GO     | 61,30     | fev/19            | Cerrado típico | 44,00%              | 2,56             | 818                | Sim                                              |
| 403                 | FD       | Turvelândia        | GO     | 92,00     | mar/19            | Cerrado típico | 65,00%              | 3,49             | 1008               | Sim                                              |
| 404                 | APP      | longo da Ferrovia  | GO     | 100,00    | abr/22            | Mata Ciliar    | 52,00%              | 3,30             | 1000               | Sim                                              |
| Total, de área (ha) |          |                    |        | 971,52    |                   | Média          | 56,82%              | 3,99             | 955,65             | Sim                                              |

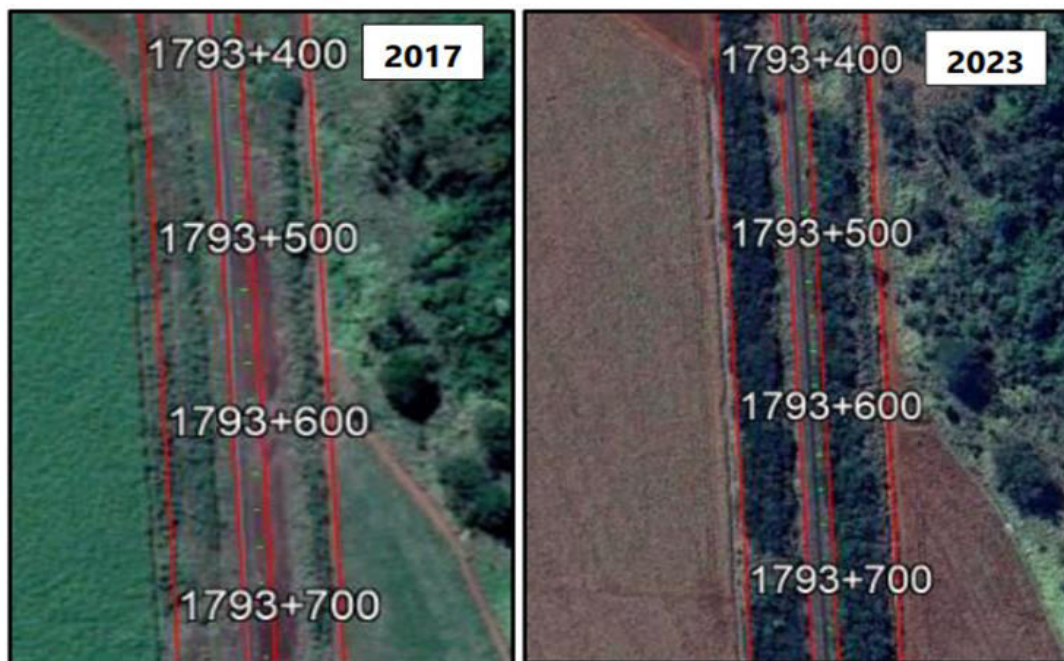
Fonte: RUMO, Relatório Final de Plantio Compensatório 2024

Para Ribeiro e Walter (2008), existem diferentes fisionomias do Cerrado, cuja vegetação pode variar de acordo com diversos fatores, como características edáficas (fertilidade, teor de alumínio e grau de saturação do solo), modificações pelo fogo e características topográficas. Além disso, essas formações podem resultar em uma cobertura mais ou menos densa; por exemplo, as formações savânicas variam de 5% a 70% de cobertura, enquanto a formação florestal pode variar de 50% a 95%.

Ao observar os valores apresentados no Quadro 1, no período que abrange desde o plantio até a coleta de dados em 2024, pode-se afirmar que as áreas plantadas estão evoluindo. De acordo com Ribeiro e Walter (2008), as áreas-alvo deste projeto foram previamente degradadas, em função da construção da ferrovia. Ressalta-se que houve minimização dos impactos e reestabelecimento das funções ecológicas, o que pode ser detectado nos dados apresentados, como cobertura de copa, altura média e conectividade com fragmentos de vegetação, resultantes da restauração. Esse processo destaca o cumprimento da legislação que visa contrabalançar os impactos ocorridos ou previstos durante o licenciamento.

Na Figura 2, é possível notar que a faixa de domínio da ferrovia, após o processo de construção, contribuiu para restabelecer sua função ecológica com a recuperação da vegetação. Em alguns locais, previamente degradados pela agropecuária extensiva, a restauração possibilitou ganhos ambientais e melhorias no ambiente como um todo.

Figura 2: Imagens de cobertura vegetal, antes e após o plantio compensatório na faixa de domínio da ferrovia, em Turvelândia-Go.



Fonte: RUMO, Relatório Final de Plantio Compensatório 2024

Na Figura 2, observa-se que na área destinada ao plantio não havia remanescentes florestais na região impactada pela ferrovia. Assim, o projeto implantado adotou a estratégia de promover ganhos ambientais por meio da conectividade entre ambientes nativos, transformando a região em um grande corredor ecológico e possibilitando os fluxos bióticos para a flora e fauna nativas. É fundamental manter o compromisso com a cultura de restauração desde o processo construtivo da ferrovia até sua operação, com foco nos objetivos e metas. Nesse caso, foram mais de 971 hectares de compensação dedicados a esse modelo de projeto dentro da Ferrovia Malha Central – Rumo.

Para alcançar a eficiência do plantio, foram realizadas atividades de manutenção voltadas ao controle da competição com mato, incluindo roçadas mecanizadas e semimecanizadas (roçadeiras), replantio de mudas mortas, adubação, irrigação, coroamento das mudas, controle de pragas e medição do índice de desenvolvimento. A Figura 3 ilustra as atividades realizadas para a manutenção dos plantios, conduzidas por uma empresa especializada contratada pelo empreendedor da Ferrovia Malha Central - Rumo.

Figura 3. Manutenções nos projetos de plantio compensatórios (roçada semimecanizada, coroamento, controle de pragas e replantio com irrigação).



Fonte: RUMO, Relatório Final de Plantio Compensatório 2024

A Figura 4 apresenta o plantio compensatório em ambos os lados da Ferrovia da Malha Central, permitindo a conexão com outro fragmento vegetado dentro da própria faixa de domínio.

Figura 04: Plantio compensatório na faixa de domínio, no município em Turvelândia – GO.



Fonte: RUMO, Relatório Final de Plantio Compensatório 2024

### 2.3.2 Pilar Socioambiental

O outro pilar está relacionado ao ganho socioambiental, sendo o comprometimento social do empreendedor em trabalhar em conjunto com a população um fator de fundamental importância para o êxito de projetos dessa natureza. A execução dos plantios com vínculo social contribui para a cultura da restauração, incentivando a utilização da mão de obra local, a produção de mudas em parceria com a Universidade Federal do Tocantins e a capacitação dos colaboradores envolvidos no projeto, atividades que não estavam disponíveis na região durante o período.

O segundo projeto, que abrange ambos os pilares — ambiental e socioeconômico —, começou



com a adesão da Rumo ao programa Juntos Pelo Araguaia (JPA), desenvolvido pela SEMAD/GO, em 2019, com a implantação do projeto em 2023. O escopo visa promover o plantio compensatório de 50 hectares, atendendo às condicionantes ambientais da Licença de Operação 1.240/2014 do Tramo Central, com 854 km, e da Licença de Instalação 1.152/2017 do Tramo Sul, com 683 km, da Ferrovia Rumo Malha Central.

A Rumo aderiu ao programa após analisar o potencial que este poderia gerar para a empresa, promovendo a compensação ambiental conforme a legislação e, ao mesmo tempo, o comprometimento socioambiental.

O programa tem como objetivo aumentar a produção de água em qualidade e quantidade, recuperar áreas degradadas e promover a segurança hídrica na bacia do Alto Rio Araguaia, focando nos proprietários locais das margens do rio e de seus afluentes no estado de Goiás. No Quadro 02, são apresentados alguns índices alcançados pelo programa JPA durante o plantio até junho de 2024.

Quadro 02: Números do Programa Juntos pelo Araguaia durante a fase de implantação.

| Nº | Descrição                                                                 | Informação | Medida       |
|----|---------------------------------------------------------------------------|------------|--------------|
| 1  | Quantidade de propriedades visitadas                                      | 27         | Unidade      |
| 2  | Quantidade de propriedades selecionadas                                   | 14         | Unidade      |
| 3  | Quantidade de ações/eventos de conscientização ambiental                  | 13         | Unidade      |
| 4  | Quantidade de participantes em ações/eventos de conscientização ambiental | 1.010      | Pessoas      |
| 5  | Quantidade de área selecionada                                            | 51,92      | Hectares     |
| 6  | Quantidade de área cujo proprietário desistiu (quando houver)             | 44,32      | Hectares     |
| 7  | Área de Abrangência Trabalhada                                            | 62.299     | Hectares     |
| 8  | Quantidade de proprietários desistentes (quando houver)                   | 4          | Pessoas      |
| 9  | Quantidade de propriedades trabalhadas                                    | 14         | Unidade      |
| 10 | Quantidade de área plantada                                               | 51,92      | Hectares     |
| 11 | Quantidade de mudas plantadas                                             | 86.399     | Unidade      |
| 12 | Quantidades de metros de cercamento implementados (quando se aplicar)     | 3.395      | Metro Linear |
| 13 | Quantidades de pessoas atingidas diretamente pela execução do lote        | 1.057      | Pessoas      |
| 14 | Geração de Empregos Diretos                                               | 28         | Pessoas      |
| 15 | Geração de Empregos Indiretos                                             | 47         | Pessoas      |

Fonte: Relatório Trimestral de acompanhamento do JPA, 2024.

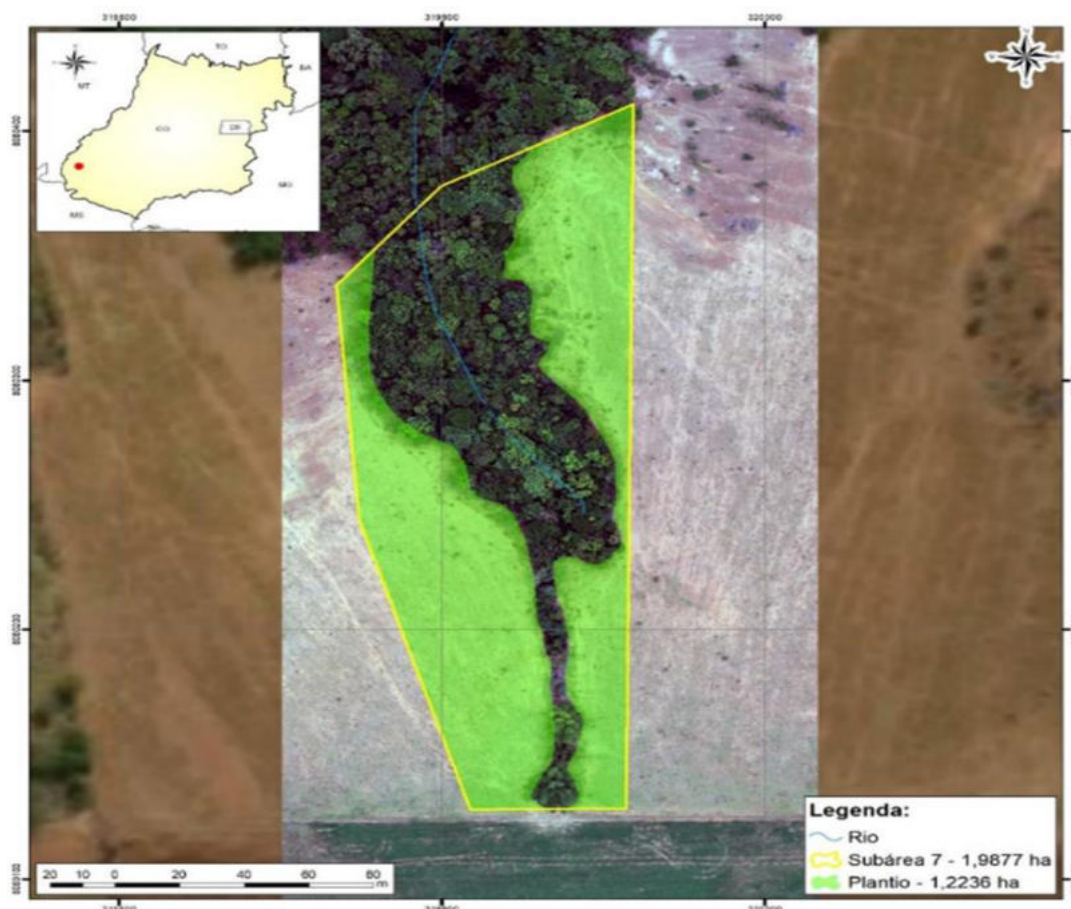
As ações do JPA são voltadas para a geração da cultura da restauração, com foco em dois pilares: a restauração propriamente dita, que inclui o plantio de mudas e a manutenção das áreas, e as ações socioambientais que promovem a valorização ambiental local.

A estratégia adotada colabora para a restauração de mananciais e outras áreas de importância ambiental, o que pode aumentar a disponibilidade hídrica e contribuir para o abastecimento público e o microclima da região.

Além disso, o sequestro de carbono obtido pela restauração florestal é realizado por meio da condução da regeneração, adensamento e enriquecimento, formando corredores ecológicos e promovendo diversidade e troca genética. Na Figura 5, destaca-se a área com sensibilidade ambiental,

cuja proprietária aderiu ao programa JPA para a execução do plantio compensatório realizado pela empreendedora da Ferrovia Malha Central – Rumo.

Figura 5: Plantio compensatório em área de sensibilidade ambiental.



Fonte: Relatório Trimestral de acompanhamento do JPA, 2024.

Na Figura 5, são evidenciadas as áreas-alvo do processo de restauração, onde são efetivadas ações para estabelecer a cultura de restauração na região. Os plantios do programa JPA da Rumo estão concentrados na área do Rio Araguaia, nos municípios de Mineiros e Portelândia, onde mais de 14 proprietários se inscreveram e foram beneficiados pelo projeto. Ao serem inseridos no programa, esses proprietários recebem treinamentos sobre a importância da restauração para os ganhos em diferentes aspectos ambientais, especialmente nas áreas de importância hídrica.

Durante as conversas com os proprietários, foi recebido feedback sobre a falta de água e a redução dos níveis dos córregos e rios. Alguns proprietários relataram que a vegetação é fundamental e que, após o início das discussões, entenderam a importância da restauração para recuperar a capacidade ambiental das áreas, que havia sido comprometida pelo desmatamento.

Dentro do processo de cultura ambiental, foram realizadas conversas periódicas com os proprietários e trabalhadores das propriedades, envolvendo-os como atores e protagonistas da restauração. Todos foram convidados a participar das atividades de plantio, como a avaliação das mudas



e a realização dos plantios em suas próprias áreas.

A visão de restauração mudou significativamente na região, com outros proprietários, que não foram alvo do projeto da Rumo, demonstrando interesse em entender os passos e os ganhos esperados das ações. A região tem avançado em seu posicionamento ambiental, com proprietários que fazem parte de cooperativas, associações rurais e eventos do agronegócio mostrando apoio à importância da restauração do Rio Araguaia e manifestando interesse em aderir ao programa JPA para que suas propriedades sejam incluídas na restauração.

Alguns proprietários iniciaram a restauração por vontade própria, implementando melhorias no isolamento das áreas e cercando-as para impedir o acesso do gado, seguindo as premissas estabelecidas nas áreas-alvo das ações da Rumo. Isso evidencia que a cultura da restauração está sendo implementada positivamente na região de atuação do projeto. Na Figura 6, a imagem mostra que as ações vão além do plantio compensatório, estendendo-se para a sensibilização socioambiental, envolvendo tanto os órgãos governamentais quanto a conscientização das comunidades e entidades da sociedade, conforme ilustrado na Figura 7.

Figura 6. Registros das reuniões com a Prefeitura de Mineiros/GO (esquerda) e a Prefeitura de Portelândia (direita).



Fonte: Relatório Trimestral de acompanhamento do JPA, 2024.

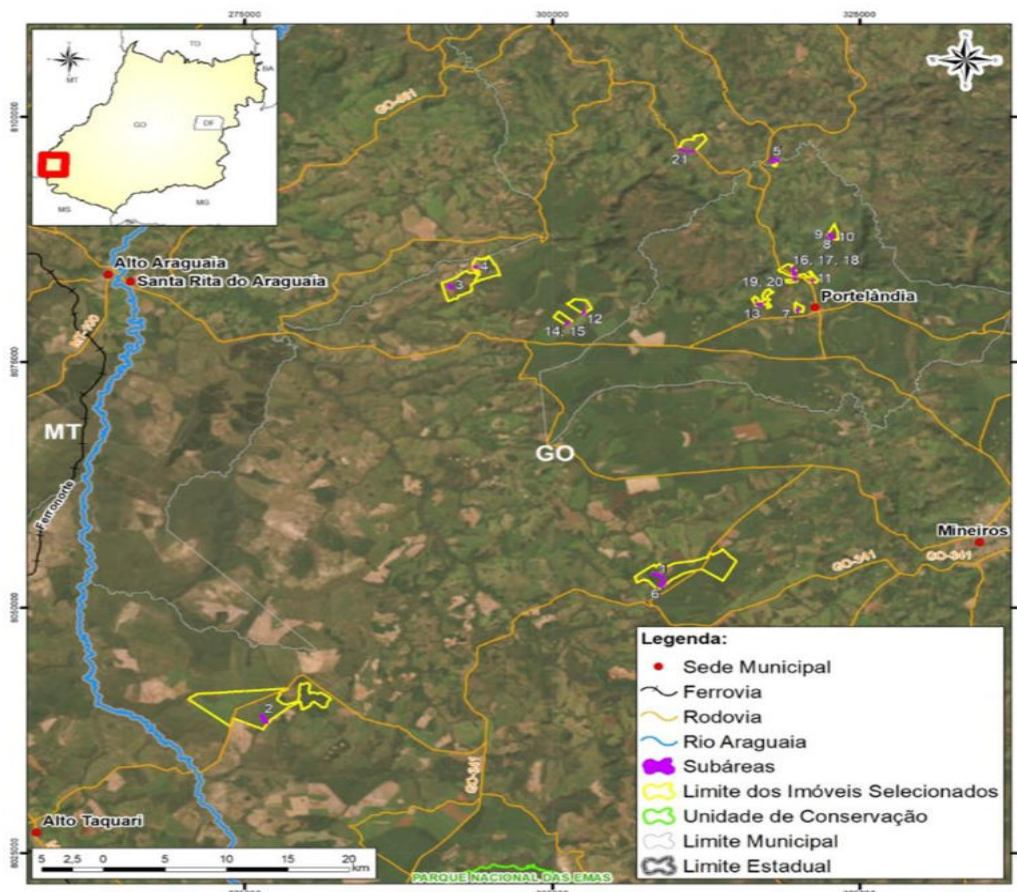
Figura 7. Cooperativa de pequenos produtores de Mineiros abordado no JPA (esquerda) e assentamento rural Formiguinha em Mineiros (direita)



Fonte: Relatório Trimestral de acompanhamento do JPA, 2024.

A atuação entre os diversos atores envolvidos na restauração contribui para a evolução da cultura ambiental nas regiões contempladas pelo projeto. A dispersão das ações de plantio é positiva, pois as áreas abrangidas formam uma rede de comunicação e ações, permitindo à sociedade compartilhar os resultados obtidos. Isso fundamenta a decisão de que a restauração é um dos caminhos para se alcançar ganhos ambientais por meio dos serviços gerados pela natureza. As áreas, antes degradadas, começam a desenvolver resiliência após as atividades realizadas nos projetos, e a médio e longo prazo, os benefícios de áreas conservadas serão alcançados de maneira mais sustentável. Na Figura 8, são ilustradas as áreas das propriedades que aderiram ao programa JPA, nos municípios de Mineiros/GO e Portelândia/GO.

Figura 8. Áreas com adesão dos proprietários de terras no programa Juntos pelo Araguaia.



Fonte: Relatório Trimestral de acompanhamento do JPA, 2024.

O terceiro projeto de plantio resultou em ganhos ambientais com o plantio de mais de 150 hectares em instituições de ensino e aprendizagem, com um enfoque social. Isso foi possível por meio do estabelecimento de parcerias, como com o Instituto Federal de Rio Verde/GO e o Viveiro da Universidade Federal do Tocantins, visando desenvolver ações de educação ambiental e o plantio de mudas nativas nas próprias instituições, promovendo melhorias físicas locais e proporcionando um espaço para estudos e pesquisas acadêmicas.

Esse projeto foi além do plantio compensatório, atendendo às condicionantes ambientais do licenciamento. Foram realizadas ações socioambientais em datas importantes para o meio ambiente, como o Dia da Árvore, o Dia das Florestas, o Dia do Cerrado, o Dia do Meio Ambiente, o Dia dos Rios e o Dia da Biodiversidade. Os trabalhos voltados para a educação ambiental de jovens estudantes, Figura 9, abordaram temas como a importância da proteção e conservação dos ambientes naturais, a restauração de áreas degradadas e a relevância da água, com o objetivo de conscientizar e aproximar as comunidades afetadas pelo empreendimento da proteção e conservação da natureza.



Figura 9: Fotos 1 a 4: Atividades com alunos de escolas de Rio Verde/GO



Fonte: RUMO, Relatório Final de Plantio Compensatório 2024

### 3. Considerações Finais

A conservação do Bioma Cerrado é fundamental para garantir a sobrevivência de muitas espécies da fauna e da flora, além da diversidade cultural das comunidades tradicionais e da sociedade em geral, especialmente das que dependem dele para seu sustento. Assim, é imprescindível o comprometimento dos empreendedores que se instalam e operam no bioma, visando manter, conservar e restabelecer a vegetação nativa dessas regiões, que desempenham um papel crucial no equilíbrio ecológico e na manutenção das condições climáticas.

É importante salientar e explorar o potencial existente nos processos de licenciamento ambiental para implantar projetos que gerem resultados além das obrigações legais relacionadas à compensação ambiental. Nesse contexto, as ações de restauração podem ser desenvolvidas com o objetivo de incentivar a comunidade local a construir uma cultura de restauração.

Os projetos apresentados contribuem para o cumprimento do licenciamento ambiental em diferentes aspectos da cultura de restauração, auxiliando na execução de ações positivas tanto para o contexto ambiental quanto para o aspecto social das regiões onde os projetos estão inseridos. A sinergia entre o atendimento às condicionantes e as ações que vão além do cumprimento da legislação ambiental gera ganhos voltados à restauração, sendo possível realizá-las por meio de ferramentas simples de

definição de estratégia e escopo do projeto.

As ações apresentadas neste estudo de caso podem servir como modelo para iniciativas de outros empreendedores, uma vez que obtiveram resultados significativos em relação ao ganho ambiental da restauração. Além disso, o ganho social foi possível por meio de parcerias público-privadas, que permitiram a construção conjunta de ações com o objetivo de potencializar os resultados positivos alcançados.

## REFERÊNCIAS

- AMÉRICO, X. A. *et al.* Impactos ambientais causados pela implantação de ferrovias. In: **CONAPESC**. VI Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências, 2021. Disponível em: [https://editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2021/TRABALHO\\_EV161\\_MD1\\_SA106\\_ID2325\\_131020\\_21212914.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2021/TRABALHO_EV161_MD1_SA106_ID2325_131020_21212914.pdf). Acesso em: 09 set. 2024.
- BRASIL. **Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 10 jul. 2024.
- \_\_\_\_\_. **Lei n. 9.985, de 31 de agosto de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9985.htm#art36](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm#art36). Acesso em: 05 set. 2024.
- \_\_\_\_\_. **Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm). Acesso em: 05 set. 2024.
- DESASTRES HUMANOS E NATURAIS. **Dia a dia educação**, s.d. Educadores. Disponível em: <http://www.geografia.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=259#:~:text=Os%20desastres%20naturais%20s%C3%A3o%20causados,respons%C3%A1veis%20pela%20estrutura%C3%A7%C3%A3o%20da%20paisagem>. Acesso em: 05 set. 2024.
- DECADEONRESTORATION.ORG. **Cartilha da Restauração de Ecossistema**. 2021. Disponível em: [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/35858/ERP\\_PT.pdf?sequence=16](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/35858/ERP_PT.pdf?sequence=16). Acesso em: 06 set. 2024.
- D'OLIVEIRA, R. L. D. A teoria do ganho ambiental e as construções em áreas de preservação permanente – APP / The environmental gain theory and constructions in permanent preservation areas – PPA. **Revista de Direito da Cidade**, v. 13, n. 3, p. 1578–1595, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.12957/rdc.2021.62317>. Acesso em: 04 set. 2024.
- GUARALDO, M. C. Embrapa cria Rede de Restauração de Ecossistemas. Embrapa, 01 set. 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/90617564/embrapa-cria-rede-de-restauracao-de-ecossistemas>. Acesso em: 03 set. 2024.
- GONÇALVES, D. P. Principais desastres ambientais no Brasil e no mundo. **Jornal da Unicamp**, São Paulo, 01 dez. 2017. Disponível em: <https://unicamp.br/unicamp/ju/noticias/2017/12/01/principais-desastres-ambientais-no-brasil-e-no-mundo/>. Acesso em: 04 set. 2024.
- LIBERATO, V. Licenciamento Ambiental: Entenda o que é e qual a sua importância. Meio Ambiente Rio, 2023. Disponível em: <https://www.meioambienterio.com/licenciamento-ambiental-entenda-o-que-e-e-qual-a-sua-importancia/>. Acesso em: 05 set. 2024.
- NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **O que são as mudanças climáticas?** Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/175180-o-que-s%C3%A3o-mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas#:~:text=As%20concentra%C3%A7%C3%B5es%20de%20gases%20de,a%20mais%20quentes%20j%C3%A1%20registrada>. Acesso em: 16 abr. 2024.
- KLUG, L.; MARENGO, J. A.; LUEDERMANN, G. **Mudanças Climáticas e os Desafios Brasileiros para Implementação da Nova Agenda Urbana**. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9184/1/Mudan%C3%A7as%20clim%C3%A1ticas.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2024.
- RESTAURA BRASIL. **The Nature Conservancy**, 2022. Disponível em: <https://www.tnc.org.br/o-que-fazemos/nossas-iniciativas/restaura-brasil/#:~:text=O%20Restaura%20Brasil%20%C3%A9%20uma,400%20mil%20hectares%20at%C3%A9%2030>. Acesso em: 10 jul. 2024.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **As principais fitofisionomias do bioma Cerrado**. In: EMBRAPA CERRADOS. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2022.



RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Principais fitofisionomias do Cerrado**. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. (Ed.). Cerrado: ecologia e flora. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. cap. 6, p. 152-212. Disponível em: <https://www.webambiente.cnptia.embrapa.br/webambiente/wiki/lib/exe/fetch.php?media=webambiente:ribeirowalter2008.fitofisionomias.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2024.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 2 v. 1279 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/224039/1/CERRADOEcologia-e-flora-VOL-1.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2024.

JUNTOS PELO ARAGUAIA. **Juntos pelo Araguaia, 2024**. Disponível em: <https://www.juntospeloaraguaia.org.br/>. Acesso em: 25 jun. 2024.

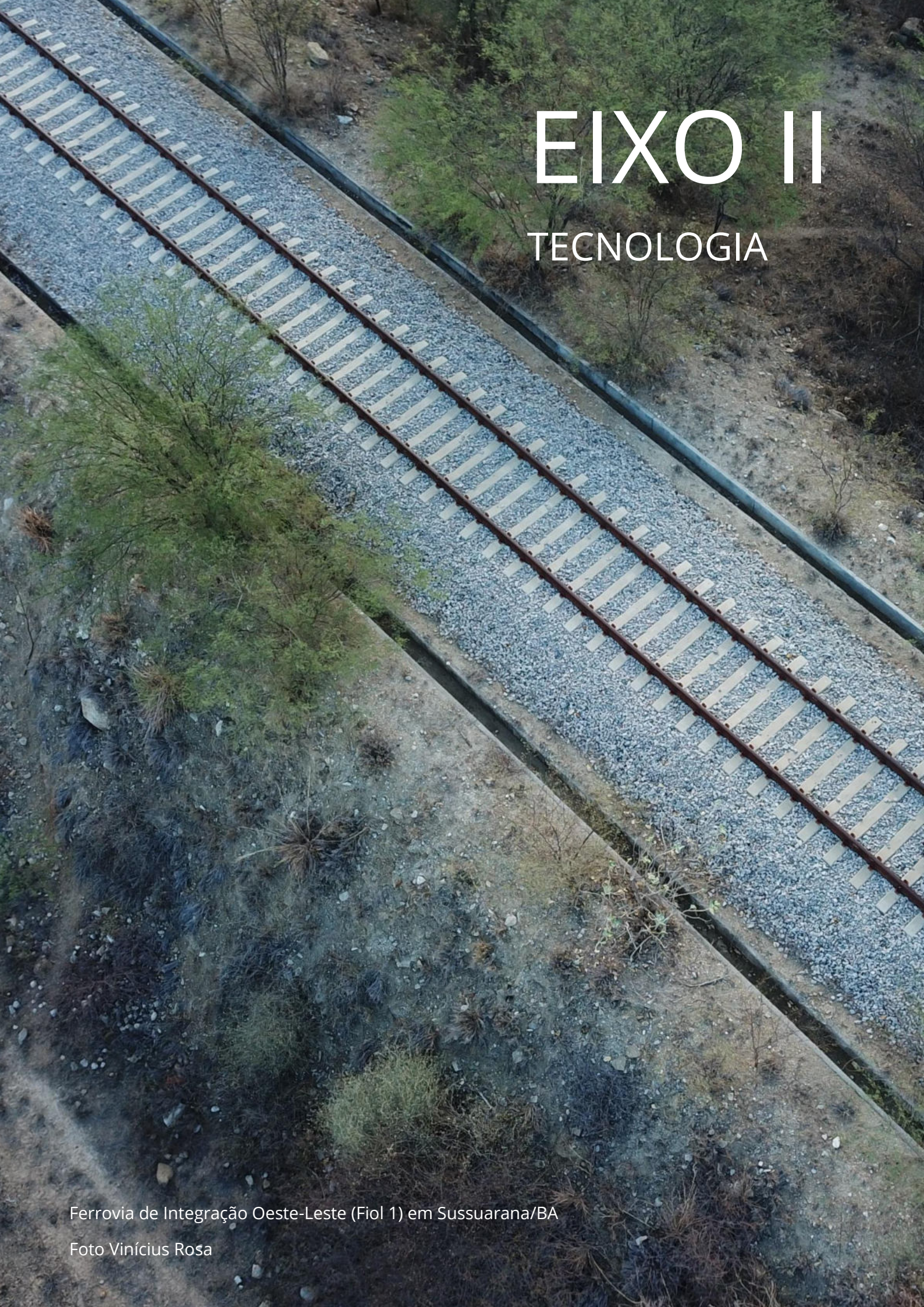
RIBEIRO, L. “**As ferrovias transportam produtos a um custo mais baixo e são menos poluentes**”, diz secretário Nacional de Transporte Ferroviário, Leonardo Ribeiro: Como os investimentos na expansão do setor ferroviário de cargas podem impulsionar o desenvolvimento sustentável do Brasil? Brasília: Ministério dos Transportes, 27 ago. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/noticias/2024/08/as-ferrovias-transportam-produtos-a-um-custo-mais-baixo-e-sao-menos-poluente-diz-secretario-nacional-de-transporte-ferroviario-leonardo-ribeiro>. Acesso em: 07 set. 2024.

RUMO. **Relatório trimestral de acompanhamento do JPA 2024**. Curitiba: RUMO, 2024.

RUMO. **Relatório final de plantio compensatório 2024**. Curitiba: Ferrovia Malha Central S.A, 2024.

RUMO. **Relatório mensal de execução de plantio da Ferrovia Malha Central S.A 2024**. Curitiba: Ferrovia Malha Central S.A, 2024.



An aerial photograph of a railway track, identified as Fiol 1, running diagonally across a dry, hilly landscape. The track consists of two parallel steel rails on wooden sleepers, set in a bed of grey gravel. The surrounding terrain is arid, with sparse green and brown shrubs and patches of dry grass. A concrete drainage ditch runs alongside the track. The overall scene is captured from a high angle, looking down at the track as it recedes into the distance.

# EIXO II

## TECNOLOGIA

Ferrovía de Integração Oeste-Leste (Fiol 1) em Sussuarana/BA

Foto Vinícius Rosa





Foto CCR Rio SP

## O IMPACTO DO FREE FLOW FRENTE À IMPLANTAÇÃO DE PRAÇAS DE PEDÁGIOS CONVENCIONAIS Estudo de caso BR-101 trecho Rio-Santos

*Bárbara Emilly dos Santos Ferreira; Fernando Barbelli Feitosa; Roger da Silva Pegas*

### RESUMO

Com o desenvolvimento do Brasil com o passar dos séculos, o meio de transporte rodoviário de produtos e pessoas se tornou o principal modal utilizado. As concessões rodoviárias ganharam espaço como forma de minimizar a necessidade de investimento público, resultando na instalação frequente de praças de pedágio, o que gera impactos ambientais variados. Uma vez que número de rodovias concedidas tende a aumentar cada vez mais é importante buscar soluções inovadoras como forma de mitigar e aperfeiçoar os impactos gerados pelas concessões. Por meio de análise de dados divulgados pela Concessionária CCR Rio SP, pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) e de um acervo de metodologias de medições de impactos ambientais, foi realizado um estudo comparativo entre a tecnologia free flow e a instalação de praças de pedágios convencionais. O free flow emerge como uma solução promissora, para aprimoramento do serviço rodoviário. Comparada com métodos convencionais de cobrança eletrônica e praças de pedágio tradicionais, ela reduz os problemas associados à implantação, representando uma alternativa mais sustentável à operação rodoviária e ao meio ambiente. A análise desses dados evidenciou sua eficácia na mitigação de impactos ambientais e na melhoria da eficiência do sistema de pedágio, oferecendo uma experiência de viagem mais fluida e reduzindo congestionamentos. Assim, a tecnologia free flow se destaca como uma importante inovação para promover uma operação rodoviária mais eficiente e sustentável, alinhada com as demandas contemporâneas de desenvolvimento urbano e preservação ambiental.

**Palavras-chave:** Pedágio; Free Flow; Sustentável; Tarifa; Tecnologia.

**Bárbara Emilly dos Santos Ferreira**, Engenheira Civil formada pela Universidade Católica de Brasília (UCB) em 2022, com pós-graduação em Engenharia Rodoviária pelo IPOG (2023). Atualmente, presta serviços como Engenheira Civil para a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), contribuindo para a implementação de tecnologias inovadoras, como o FreeFlow, e a gestão eficiente de recursos de desenvolvimento tecnológico (RDT). Possui formação complementar em Engenharia de Estradas e Rodovias pela FAMEESP e está cursando Master em Revit pelo Grupo AJ. Tem experiência na Caixa Econômica Federal, onde atuou na Gerência de Padrões Empreendimentos Críticos (GEHPA), oferecendo suporte técnico na análise de empreendimentos críticos e elaboração de manuais. Na

Administração Regional do Recanto das Emas, foi responsável pelo orçamento de obras e desenvolvimento de projetos urbanísticos em AutoCAD, aprimorando sua capacidade de gerenciar e executar projetos de construção civil com precisão e eficiência.

**Fernando Barbelli Feitosa**, Doutor em Direito pela Universidade de Brasília (2023) e Mestre em Regulação pela mesma instituição (2013). Especialista em Regulação da ANTT e Gerente de Regulação Rodoviária desde 2020. Formado em Direito pela PUC-SP, com especializações em Contratos (COGEAE/PUC-SP), Serviços de Transportes Terrestres (NCE/UFRJ), Direito Tributário (IBET) e Advocacia do Direito Negocial e Imobiliário (EBRADI/UNA). Servidor da ANTT desde 2005, ocupou cargos de assessor de Ministro no STJ (2007-2009), Gerente Técnico de Obrigações Contratuais, Gerente de Normas e Procedimentos, Gerente de Relações de Consumo na ANAC (2012-2018) e Coordenador-Geral de Patrimônio Aeroportuário na Secretaria Nacional de Aviação Civil do Ministério da Infraestrutura (2018-2020).

**Roger da Silva Pegas**, Formado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande (1991), atuou no Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal (DER-DF) como Analista de Atividades Rodoviárias, Chefe do Núcleo de Obras, Chefe de Distrito Rodoviário e Superintendente de Obras até 2009. Em 2011, assumiu o cargo de Diretor de Infraestrutura Rodoviária do DNIT e, posteriormente, foi Gerente de Projetos Especiais na EPL e Coordenador-Geral de Rodovias no Ministério do Planejamento. Em 2019, foi nomeado Diretor de Transporte Rodoviário e Coordenador de Obras Públicas na Secretaria Nacional de Transportes Terrestres. Atualmente, é Superintendente de Infraestrutura Rodoviária na ANTT. Recebeu as Medalhas Ordem do Mérito Rodoviário pelo DER-DF e Medalha do Mérito Mauá. Também atuou nos Conselhos de Administração da Companhia Docas do Pará, do DNIT e da CEAGESP.

# 1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade rodoviária é um tema de grande relevância no cenário atual, uma vez que a preocupação e o debate sobre sustentabilidade ambiental estão em ascensão globalmente. As alterações climáticas, que começaram a ser melhor compreendidas no final do século XX, geram danos à sociedade atual e incertezas para as gerações futuras. Nesse contexto, a metodologia ESG (Environmental, Social, and Governance) se torna fundamental para a mitigação dos impactos das atividades desenvolvidas em toda a indústria.

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n° 1, de 23 de janeiro de 1986, define impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, resultante de atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança, o bem-estar da população, as atividades socioeconômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986).

Com o Programa de Concessões de Rodovias Federais (PROCROFE), a implantação de praças de pedágio tornou-se necessária para a operação de cobrança pelas concessionárias, gerando demanda por novas estruturas construtivas nas rodovias. Nesse sentido, o modelo convencional de exploração rodoviária apresenta impactos ambientais diretos, como a instalação de praças de pedágio, construção de cabines e alargamento para faixas de veículos, além de impactos indiretos, resultantes da obrigatoriedade de parada dos veículos, o que aumenta a emissão de gases poluentes.

Neste artigo, realiza-se um levantamento de dados sobre a tecnologia free flow, contrapondo-a aos dados das praças de pedágio convencionais, com o objetivo de investigar seus benefícios na operação das rodovias concedidas. A análise foca na implantação da cobrança de fluxo livre em um ambiente regulatório de teste na BR-101, trecho Rio-Santos, operado pela Concessionária RioSP. Um limitador para a pesquisa é a escassez de informações disponíveis, justificada por se tratar de uma inovação no cenário nacional.

## 2 Desenvolvimento

### 2.1 Histórico

A concessão de serviço público teve sua origem no século XIX na Europa, com o objetivo principal de servir como uma ferramenta de transferência de execução a longo prazo para viabilizar investimentos dos mais variados serviços que o Poder Público não pode arcar.

O art. 175 da Constituição Federal brasileira traz que, cabe ao Poder Público, na forma da lei, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação, a prestação de serviços públicos.

Conforme as palavras de Mauricio Prado, o papel do Estado é fomentar a realização dos ideais nacionais fundamentados na paz, na segurança e na prosperidade. Ele destaca a importância de disponibilizar os meios necessários para alcançar os objetivos, trazendo que:

*“A concessão pública revela-se num dos meios capazes de viabilizar essa forma de atuação, pois além de se configurar num instrumento voltado para a melhoria dos serviços públicos, capaz de arregimentar capital privado em favor da desoneração dos cofres públicos, otimizando os segmentos empresariais direta e indiretamente avocados, ao mesmo tempo em que propicia uma atuação na ordem econômica e social, bem como um aumento na qualidade de vida da sociedade, tem na sua origem o planejamento, a regulamentação e a fiscalização como pressupostos básicos para o sucesso de sua implementação.” (PRADO, 1996, p. 2)*

Durante a história do transporte no Brasil, o modo de transporte rodoviário foi amplamente explorado, o que fez com que esse modal se tornasse protagonista no sistema de viação nacional. Segundo a Confederação Nacional do Transporte (CNT), o modo rodoviário brasileiro é responsável por carregar 61,1% de toda produção, 21% por meios ferroviários, 14% por hidrovias e terminais portuários fluviais e marítimos e 0,4% por meio de via aérea (CNT, 2018).

Com a crescente demanda de investimento em infraestrutura e com a necessidade de adquirir novos meios de exploração das Rodovias, foi estabelecido a Portaria Ministerial nº 10 de 1993, que teve como objetivo a concessão e exploração de cerca de 25% dos 52 mil Km de rodovias existentes (BRASIL, 1993). Com a criação do Programa de concessões de Rodovias Federais chamado de PROCOFE, pelo Departamento Nacional de Estradas e Rodagem (DNER), o Brasil passou a outorgar as rodovias federais para a exploração privada, incluindo na entrega à sociedade serviços de manutenção, conserva e recuperação das rodovias, além de novas obras necessárias (CALDEIRA, 2015).

Em 2001, foi criada Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), através da Lei 10.233, com o objetivo de regular as concessões. Atualmente cerca de 14 mil Km da malha rodoviária se encontra concedida, alocados em 26 contratos de concessão, distribuídos conforme a Figura 1 e Tabela 1.



Figura 1: Mapa das concessões



Fonte: ANTT (2024)

Tabela 1: Contratos de concessões

| Concessionária              | Extensão do Trecho Concedido (km) | Trechos rodoviários concedidos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Autopista Fernão Dias       | 562                               | BR-381/MG/SP - Belo Horizonte - São Paulo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Autopista Fluminense        | 320                               | BR-101/RJ – Divisa RJ/ES – Ponte Presidente Costa e Silva                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Autopista Litoral Sul       | 405,94                            | BR-116/376/PR, BR-101/SC – Trecho Curitiba – Palhoça                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Autopista Planalto Sul      | 413                               | BR-116/PR/SC – Curitiba – Divisa SC/RS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Autopista Régis Bittencourt | 402                               | BR-116/SP/PR – São Paulo – Curitiba                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| CONCEBRA                    | 1.176,5                           | BR 060, BR 153, BR 262 DF/GO/MG                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| CONCER                      | 180                               | BR 040/MG/RJ - Trecho Juiz de Fora/MG - Rio de Janeiro/RJ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| ECO050                      | 436,6                             | BR-040/DF/GO/MG- Trecho entre o Distrito Federal e São Paulo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| ECO101                      | 475,9                             | BR 101/ES/BA - Entroncamento BA-698 (acesso a Mucuri) - Divisa ES/RJ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Ecoponte                    | 13,2                              | Entre os municípios do Rio de Janeiro e Niterói, ainda, com o interior do Estado, sobretudo com a região dos Lagos e com o litoral norte fluminense                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| EcoRioMinas                 | 726,9                             | BR-116/465/493/RJ/MG                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Ecosul                      | 457,3                             | BR 116/RS, 392/RS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Ecovias do Araguaia         | 850,7                             | BR-153/TO/GO, BR-080/GO, BR-414/GO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Ecovias do Cerrado          | 437                               | BR-364/365/MG/GO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Litoral Pioneiro            | 604,16                            | BR-153/277/369/PR, PR-092/151/239/407/408/411/508/804/855                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| MS VIA                      | 847,2                             | BR-163/MS - Início na divisa MT/MS e término na divisa MS/PR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| CCR RioSP                   | 625,8                             | BR-116/101/SP/RJ (Rodovia Presidente Dutra), Rodovia BR-116/RJ, entre o entroncamento com a BR-465, no município de Seropédica (RJ), e a divisa RJ/SP, Rodovia BR-116/SP, entre a divisa RJ/SP e o entroncamento com a BR-381/SP-015, Marginal Tietê; Rodovia BR-101/RJ, entre o entroncamento com a BR-465(A)/RJ-095 e a divisa RJ/SP, e Rodovia BR-101/SP – entre a divisa RJ/SP e Praia Grande, Ubatuba                                                                                    |
| Rodovia do Aço              | 200                               | BR-393/RJ – Divisa MG/RJ – Entroncamento BR-116 (Dutra)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Transbrasiliana             | 321                               | BR-153/SP – Divisa MG/SP – Divisa SP/PR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Nova Rota do Oeste          | 850,9                             | BR-163/MT - BR-163 e MT-407 do MS até o entroncamento com a MT-220                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| VIA 040                     | 936,8                             | BR-040/DF/GO/MG - Trecho Brasília/DF - Juiz de Fora/MG                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Via Araucária               | 473,01                            | BR-277/373/376/476/PR, PR-418/423/427/PR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Via Bahia                   | 680                               | BR 116/324/BA, BA 526/528                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Via Brasil                  | 1.009,5                           | Rodovia BR-163/MT, entre o entroncamento com a MT-220 no município de Sinop (km 868,6) e a divisa MT/PA no município de Guarantã do Norte (km 1.131,4); Rodovia BR-163/PA, entre a divisa MT/PA no município de Novo Progresso (km 0,0) e o entroncamento com a BR-230/PA no município de Itaituba (km 674,4); e Rodovia BR-230/PA, entre o entroncamento com a BR-163/PA no município de Itaituba (km 1.113,4) e o início da travessia do Rio Tapajós no distrito de Miritituba (km 1.146,4) |
| CCR ViaCosteira             | 220,42                            | BR-101/SC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| ViaSul                      | 472                               | BR-101/290/448/386/RS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

O contrato de concessão rodoviária consiste em um instrumento jurídico que estabelece os termos e condições para gestão, operação e manutenção das rodovias por empresas ganhadoras de editais de licitações. Os contratos preveem a implantação de praças de pedágios com intervenções fixas na rodovia, que obrigam a redução e a parada de veículos para realizar o pagamento do pedágio.

## 2.2 Praças de pedágios

A instalação das praças de pedágios ocorre em lugares estratégicos, definidos por estudos prévios, geralmente fixados em acessos a áreas urbanas, regiões de grande fluxo de veículos ou em locais onde há a necessidade de recuperação dos custos de investimentos em melhorias na infraestrutura.

Conforme ENGIMIND (2018), este manual estabelece a concepção, o dimensionamento e a implementação de praças de pedágios em concessões rodoviárias, com medida recomendada de 1,2 metros para a largura de uma cabine. As pistas devem possuir cerca de 3,5 metros de largura e a quantidade necessária de pistas para cobrança varia de acordo com o volume diário médio de passagens de veículos e o tipo de cobrança que será adotado.

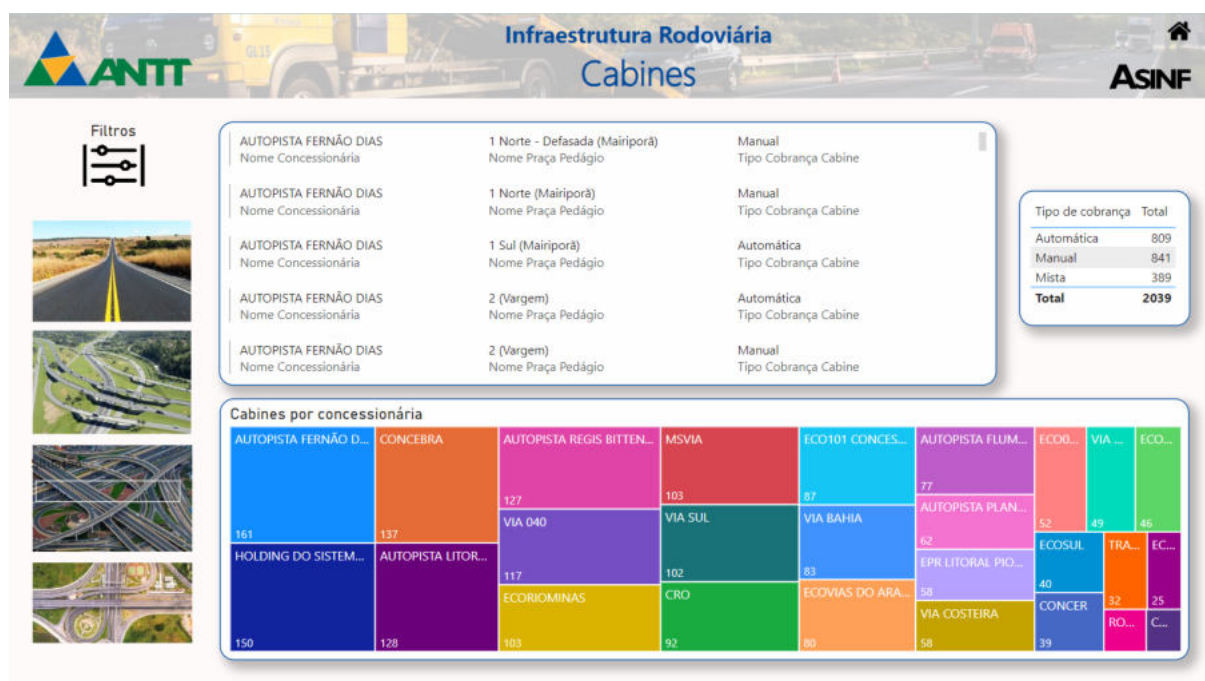
Figura 2: Praça de pedágio em Três Cachoeiras.



Fonte: G1 RS (2021)

Segundo dados do Portal Brasileiro de Dados Abertos, existem 2.039 cabines de cobrança, conforme distribuição da Figura 3.

Figura 3: Quantidade de cabines de cobrança de pedágio



Fonte: BI Dados abertos ANTT (2024)

A construção de praças de pedágios acarreta vários impactos ambientais e sociais, podendo ser positivos ou negativos. Estudiosos detalham impactos ambientais que implicam na construção de rodovias, como perda de habitat natural (SPELLERBERG, 1998).

As praças de pedágios atuam como um obstáculo para o motorista que trafega na via, fazendo com que ele tenha que desacelerar até parar, para conseguir fazer o pagamento da tarifa ou aguardar a leitura de sua TAG e a cancela aberta, para dar seguimento à viagem. Isso demanda maior atenção do motorista e gera um aumento no tempo de viagem. Walter Nyakas, então Diretor de Operações da ARTESP em 2022, em entrevista destacou que:

*“As praças de pedágio requerem atenção especial do motorista porque são áreas restritas, com aumento no número de faixas de rolamento, e que exigem redução de velocidade e parada do veículo para efetuar o pagamento e voltar a seguir viagem. Ou, no caso de possuir TAG, passar pela cancela automática em velocidade compatível com as normas de segurança viária. É importante estar atento às regras de trânsito que são específicas para este local para garantir a segurança de todos.” (NYAKAS, 2022)*

Diante deste contexto e alinhado com o Ciclo ESG da ANTT que “objetiva a integração de boas práticas ambientais, sociais e de governança à cultura organizacional e aos contratos de concessão regulados e fiscalizados pela Agência.”, é necessário encontrar formas de concessões que mitiguem os impactos ambientais negativos, visando obter infraestruturas e operações mais sustentáveis (ANTT, 2023).

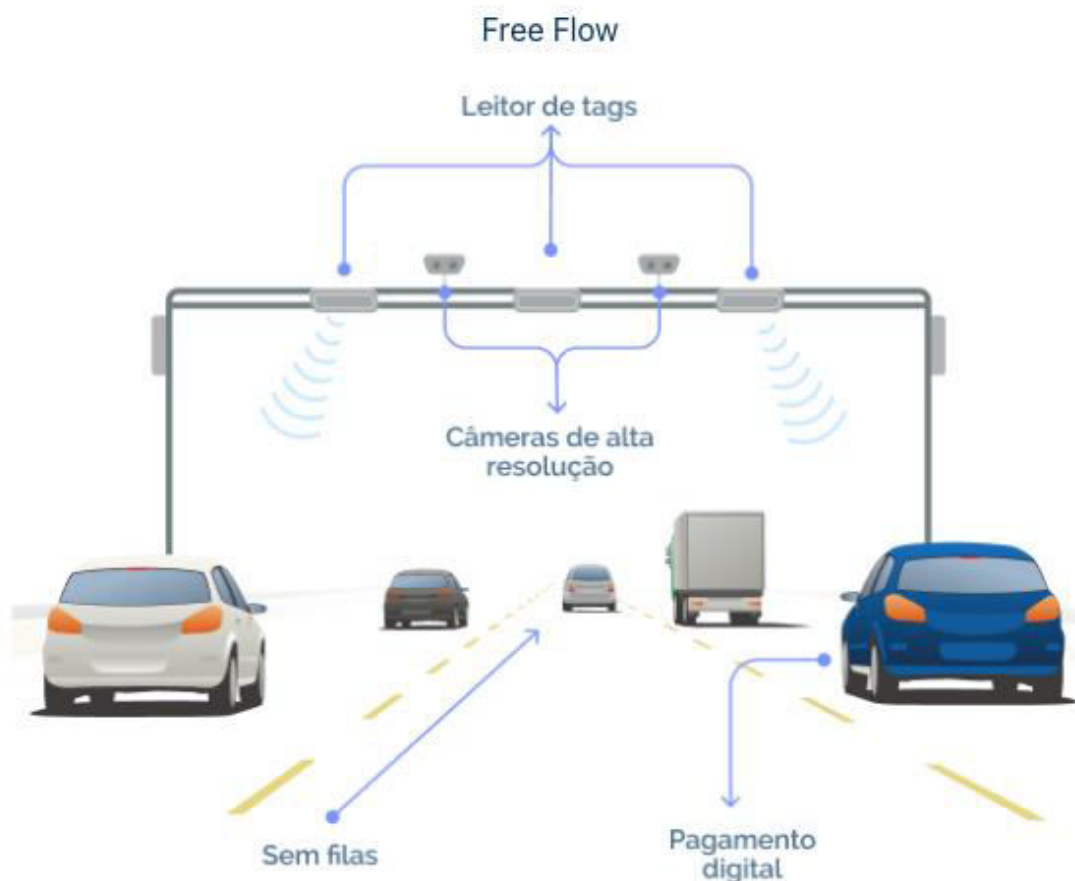
## 2.3 Tecnologia free flow

A tecnologia free flow, que consiste em um sistema automático de cobrança de pedágio (CCR RioSP), é uma alternativa para mitigar os impactos ambientais negativos associados à cobrança de pedágios em diferentes tipos de rodovias.

Esse sistema permite a cobrança de tarifas sem que os veículos precisem parar ou reduzir a velocidade. A operação é realizada por meio de um pórtico instalado na via, equipado com dispositivos que identificam e classificam os veículos, além de determinar o tipo de tarifa a ser aplicada.

A cobrança é efetuada por meio de uma TAG para os veículos que já adotaram essa tecnologia, enquanto os demais veículos podem ser identificados por meio da leitura de placas (*Optical Character Recognition* - OCR), disponível no aplicativo da concessionária.

Figura 4: Ilustração do sistema de pedágio free flow



Fonte: Concessionária Caminhos da Serra Gaúcha (2024)

Em 1º de junho de 2021, foi publicada a Lei nº 14.157, que autorizou a cobrança de tarifas por meio do sistema de livre passagem e estabeleceu condições para a implementação desse sistema em rodovias concedidas. A referida lei alterou a Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 (Código de Trânsito Brasileiro), e a Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001 (BRASIL, 2021).

O Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), por meio da Resolução nº 984/2022, regulamentou



a implantação do sistema de livre passagem (free flow) em rodovias e vias urbanas, especificando os meios técnicos a serem utilizados (CONTRAN, 2022). Nesse contexto, a Concessionária do Sistema Rodoviário Rio-São Paulo S.A. (CCR RioSP), que inicialmente previa a instalação de praças de pedágio em seu contrato, solicitou à ANTT, através do sandbox regulatório experimental, a substituição dos pedágios físicos por pedágios eletrônicos.

O sandbox regulatório experimental é um ambiente onde o órgão regulador, mediante autorização prévia, permite que a empresa opere com regras diferentes das estabelecidas contratualmente, podendo ter obrigações suspensas temporariamente. Essa abordagem visa testar inovações que não poderiam ser implementadas sem a alteração das normas (ANTT, 2022).

A CCR RioSP foi pioneira na implantação da tecnologia no Brasil, na BR-101, trecho Rio-Santos, que se refere à cobrança de pedágios. O sistema funciona por meio de equipamentos de monitoramento instalados em três pórticos localizados no Estado do Rio de Janeiro, nos quilômetros 414 (Itaguaí), 447 (Mangaratiba) e 538 (Paraty), com capacidade de identificar 100% das passagens, seja por TAG ou leitura de placas (CCR RioSP, 2023).

Figura 5: Pórtico com equipamento de cobrança do free flow.



Fonte: Reprodução CCR RioSP (2023)

## 2.4 Resultados

Com o início da operação em março de 2023, a coleta de dados sobre o sistema implantado tem apresentado resultados positivos em termos de mitigação do impacto ambiental. Isso se deve ao fato de que a implantação desse sistema de pedágio não altera os limites da rodovia, não exige ampliação de faixas para a construção de praças de pedágio e não requer a parada do motorista, evitando, assim, o



movimento de frenagem e aceleração, que resulta em maior queima de combustível.

De acordo com dados divulgados pela ANTT (2023), por meio do Relatório Técnico da Comissão de Sandbox, a área inicialmente prevista para intervenção com a implantação das praças de pedágio nos três pontos correspondia a 7,548 hectares (ha), enquanto a área de intervenção com a instalação dos pórticos foi de apenas 0,694 ha. Esses dados indicam uma redução na supressão vegetal de 6,854 ha, o que representa uma diminuição de cerca de 91% nas intervenções vegetais, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Redução de supressão vegetal

| Tipo de Vegetação                        | Área da Intervenção da Obra Anterior<br>Praças de Pedágio Originais - BR101 (ha) |             |        |       | Área da Intervenção da Obra ATUAL<br>Free Flow - BR101 (ha) |             |        |       | Redução da Área de Intervenção com<br>implantação do Free Flow (ha) |             |        |        |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------|-------|-------------------------------------------------------------|-------------|--------|-------|---------------------------------------------------------------------|-------------|--------|--------|
|                                          | Itaguaí                                                                          | Mangaratiba | Paraty | Total | Itaguaí                                                     | Mangaratiba | Paraty | Total | Itaguaí                                                             | Mangaratiba | Paraty | Total  |
| Floresta Ombrófila - Estágio Médio       | 0,286                                                                            | 0,000       | 0,580  | 0,866 | 0,000                                                       | 0,000       | 0,280  | 0,280 | -0,286                                                              | 0,000       | -0,300 | -0,586 |
| Vegetação Antrópica com Árvores Isoladas | 3,474                                                                            | 0,760       | 0,970  | 5,204 | 0,354                                                       | 0,060       | 0,000  | 0,414 | -3,120                                                              | -0,700      | -0,970 | -4,790 |
| Floresta Ombrófila - Estágio Inicial     | 0,318                                                                            | 1,11        | 0,050  | 1,478 | 0,000                                                       | 0,000       | 0,000  | 0,000 | -0,318                                                              | -1,110      | -0,050 | -1,478 |
| Total da Área da Intervenção             | 4,078                                                                            | 1,87        | 1,6    | 7,548 | 0,354                                                       | 0,06        | 0,28   | 0,694 | -3,724                                                              | -1,810      | -1,320 | -6,854 |

Fonte: Reprodução ANTT (2024)

Além da supressão vegetal evitada, com o método de pedágio *free flow*, a parada de veículos para o pagamento da tarifa não é necessária, gerando vários benefícios. Um exemplo de benefício, é a eliminação da necessidade de parar reduzindo tempo de viagem dos usuários, tornando o deslocamento mais eficientes gerando redução de congestionamento nas áreas próximas às praças de pedágio.

Outro benefício da implementação do free flow é a eliminação das paradas para pagamento, o que reduz o risco de acidentes, especialmente colisões traseiras provocadas por veículos que freiam repentinamente ao se aproximarem das cabines de pedágio. Essa afirmação é corroborada pelos dados disponíveis no site da ANTT por meio do Relatório da Comissão do Sandbox Regulatório (2024), que se baseou nas informações fornecidas pela concessionária CCR RioSP. Nas proximidades dos pórticos, foram registrados 1 acidente a cada 2,4 milhões de passagens, conforme descrito no Relatório de Análise Técnica da Comissão do Sandbox.

## 2.5 Análise dos Resultados

A diminuição das áreas afetadas pela implantação da tecnologia free flow reflete não apenas a redução da supressão vegetal, mas também um menor custo para o plantio compensatório. Segundo dados da Portaria nº 118, de 3 de outubro de 2022, o custo médio por hectare é de aproximadamente R\$ 1.174,75, variando conforme o tipo de vegetação (BRASIL, 2022).

Dados publicados no site da ANTT por meio do Relatório da Comissão do Sandbox Regulatório indicam que, durante o período de teste do sandbox regulatório, foi registrado 1 acidente a cada 2,4 milhões de passagens na BR-101, nas proximidades do pórtico de cobrança. Contudo, esses registros não fornecem evidências conclusivas de que os acidentes estejam diretamente relacionados à cobrança por meio do pórtico. O sistema de cobrança free flow demonstrou potencial para aumentar a segurança

viária e reduzir o número de incidentes nas estradas, alinhando-se à Deliberação ANTT nº 409, de 23 de dezembro de 2022, que visa elevar os padrões de segurança nas rodovias concedidas (ANTT, 2022).

O estudo "Measuring and Modeling Emission Effects for Toll Facilities" (2005) apresentou um método de estimativa de emissões, considerando as condições operacionais dos veículos categorizados em modos de marcha lenta, aceleração e desaceleração, assumindo uma taxa fixa de emissão de poluentes para cada categoria. Após a definição do método, foram realizadas medições de parâmetros de tráfego e emissões, além de cálculos e implementação do método. Os resultados mostraram que as emissões de CO são independentes do cumprimento das filas, uma vez que a aceleração ao sair da praça gera emissões, além de NO e HC.

O estudo também comparou o sistema de cobrança eletrônica, que não requer paradas ou frenagens, com o sistema convencional de pedágio. A comparação revelou que, para uma fila de um único carro no sistema convencional, houve um aumento de 154% nas emissões de CO, 117% de NO, 12% de HC e 11% de CO<sub>2</sub> em relação ao sistema de cobrança eletrônica (COELHO; TIAGO e NAGUI, 2005).

Ao comparar os resultados das pesquisas com a quantidade de cabines atualmente existentes nas rodovias concedidas e sua substituição pelo método de pedágio free flow, observa-se uma significativa redução da supressão vegetal, além de uma considerável diminuição das emissões de gases poluentes nos ambientes de pagamento de pedágios.

Em consonância com as metas estabelecidas na Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) brasileira, que prevê uma redução de 48% até 2025 nas emissões de gases de efeito estufa, a substituição das praças de pedágio convencionais pelo método free flow resultaria em uma diminuição das emissões de gases de efeito estufa nos pontos de cobrança, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas.

Embora o custo inicial de implantação do sistema free flow seja considerado elevado, as estimativas apontam para uma redução de cerca de 70% no CAPEX em comparação com a construção de novas praças de pedágio, justificando-se pela menor necessidade de infraestrutura física e pela utilização de tecnologias avançadas de detecção e cobrança automática. Além disso, o OPEX apresenta uma redução de 40%, possibilitando uma composição tarifária que não onere os usuários finais. Essas informações constam no processo 50500.055680/2023-31, disponível mediante solicitação conforme a Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011 (LAI), por meio do SEI da ANTT.

### 3 Considerações Finais

A introdução do sistema de pedágio free flow representa uma revolução na forma de cobrança de tarifas nas rodovias, em contraste com as praças de pedágio convencionais. Desde o início de sua implementação, essa tecnologia tem se mostrado eficaz, simplificando o processo de cobrança sem a necessidade de intervenções nas vias, uma vez que os pórticos podem ser transportados e instalados

rapidamente, minimizando o impacto ambiental e permitindo uma transição suave para esse novo método.

Uma das vantagens mais evidentes do free flow é a redução do desmatamento associado à instalação de praças de pedágio convencionais. Além disso, proporciona aos usuários da rodovia uma experiência de viagem mais fluida, sem interrupções ou desacelerações, resultando em tempos de viagem mais previsíveis.

Em suma, o sistema de pedágio free flow, quando alinhado com uma regulamentação eficaz e uma comunicação clara com os usuários, oferece vantagens significativas para todas as partes envolvidas, promovendo a sustentabilidade e buscando uma operação mais eficiente e ambientalmente consciente nas concessões rodoviárias.

Por fim, conclui-se que a substituição das praças de pedágio convencionais pelo sistema de cobrança automática free flow apresenta inúmeras vantagens, incluindo a redução dos impactos ambientais, a diminuição de acidentes, a redução das emissões de gases poluentes e melhorias no tempo de viagem dos usuários. Além disso, as economias nos custos de implantação e operação tornam a tecnologia uma opção viável e economicamente atraente. Nesse sentido, é essencial continuar o monitoramento dos índices, possibilitando um estudo aprofundado para ajustar o impacto tarifário, garantindo que os benefícios sejam acessíveis e justos para todos os consumidores. Com a adoção crescente dessa tecnologia, espera-se uma transformação significativa na operação das rodovias e na experiência de viagem, promovendo um desenvolvimento mais sustentável e eficiente.

## REFERÊNCIAS

ANTT - AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. 01 mar. 2023. **Ambiente Regulatório Experimental (Sandbox Regulatório)**. Disponível em: <<https://www.gov.br/antt/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/ambiente-regulatorio-experimental-sandbox-regulatorio>>. Acesso em: 10 de maio 2024.

\_\_\_\_\_. **Ciclo ESG- Environment, Social, Governance**. 22 ago. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/antt/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/programa-prorev/ciclo-esg>>. Acesso em: 17 maio 2024.

\_\_\_\_\_. **Portal Brasileiro de Dados Abertos ANTT**. 28 out. 2021. Disponível em: <<https://dados.antt.gov.br/group/3fdc640a-c0af-4902-a238-9e2b81ea64f9?groups=rodovias>>. Acesso em: 17 maio 2024.

\_\_\_\_\_. **Sistema Eletrônico de Informações (SEI)**. Disponível em: <https://portal.antt.gov.br/sei>. Acesso em: 04 set. 2024.

\_\_\_\_\_. **Deliberação nº 409, de 23 de dezembro de 2022**. 26 dez. 2022. Disponível em: <[https://anttlegis.antt.gov.br/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirTextoAto&link=S&tipo=DLB&numeroAto=00000409&seqAto=ATT&valorAno=2022&orgao=DG/ANTT/MI&cod\\_modulo=392&cod\\_menu=7220](https://anttlegis.antt.gov.br/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirTextoAto&link=S&tipo=DLB&numeroAto=00000409&seqAto=ATT&valorAno=2022&orgao=DG/ANTT/MI&cod_modulo=392&cod_menu=7220)>. Acesso em: 17 maio 2024.

\_\_\_\_\_. **Relatório da Comissão do sandbox regulatório - Primeiro ano da implementação do experimento regulatório sistema de livre passagem – free flow na BR-101**. Brasília, DF: 29 abr. 2024. Disponível em: <[https://www.gov.br/antt/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/ambiente-regulatorio-experimental-sandbox-regulatorio/pedagio-eletronico-free-flow/copy\\_of\\_imagens/1o-relatorio-anual-da-comissao-do-sandbox.pdf](https://www.gov.br/antt/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/ambiente-regulatorio-experimental-sandbox-regulatorio/pedagio-eletronico-free-flow/copy_of_imagens/1o-relatorio-anual-da-comissao-do-sandbox.pdf)>. Acesso em: 12 de maio 2024.

BRASIL. **Portaria Ministerial nº 10 de 1993**. Brasília, DF: Ministério dos Transportes, 1993.

\_\_\_\_\_. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, 2016. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 13 maio 2024.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001**. Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2001. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/l10233.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10233.htm)>. Acesso em: 11 maio 2024.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011**. Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal; e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 18 nov. 2011. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato20112014/2011/lei/l12527.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20112014/2011/lei/l12527.htm). Acesso em: 04 set. 2024.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 14.157, de 1º de junho de 2021**. Altera as Leis nºs 9.503, de 23 de setembro de 1997 (Código de Trânsito Brasileiro), e 10.233, de 5 de junho de 2001, para estabelecer condições para a implementação da cobrança pelo uso de rodovias por meio de sistemas de livre passagem. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2021/Lei/L14157.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14157.htm)>. Acesso em: 05 jul. 2024

\_\_\_\_\_. **Portaria Ministério do Meio Ambiente nº 118, de 03 de outubro de 2022**. Estabelece critérios e valores para a compensação ambiental. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 28 ago. 2023. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=139171#:~:text=R%241.745%2C75%2Fha,%C3%A1reas%20no%20BiomatoMata%20Atl%C3%A2ntica>>. Acesso em: 03 set. 2024.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Contribuição nacionalmente determinada (NDC) para o Acordo de Paris no âmbito da UNFCCC**. Brasília, DF, 27 de out. 2023. Disponível em: <<http://educaclima.mma.gov.br/wp-content/uploads/2023/11/NDC-1.4-Brasil-27-out-2023-portugues.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2024.

CALDEIRA, L. K. O. **Regulação de Concessão de Rodovias e o Papel do Estado**. *Revista de Direito Setorial e Regulatório*, Brasília, v. 2, n. 1, p. 233-246, maio 2016. Acesso em 16 de maio 2024.

COELHO, M. C.; TIAGO L. F.; NAGUI M. R. **Measuring and Modeling Emission Effects for Toll Facilities**. *Transportation Research Record* 1941, 2005, p. 136-144. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0361198105194100117>. Acesso em: 17 maio 2024.

CONCESSIONÁRIA DO SISTEMA RODOVIÁRIO RIO-SÃO PAULO S.A. **O que é o Free Flow?**. 2023. Disponível em: <https://freeflow.ccrriosp.com.br/>. Acesso em: 17 maio 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Anuário CNT do transporte: estatísticas consolidadas**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2018/File/PrincipaisDados.pdf>. Acesso em: 13 maio 2024.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 01, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. S. l., 23 jan. 1986. Disponível em: [https://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=745](https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=745). Acesso em: 15 maio 2024.

CONTRAN - CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Resolução nº 984, de 2022**: Dispõe sobre a implementação do sistema de livre passagem (free flow) em rodovias e vias urbanas e sobre os meios técnicos a serem utilizados para garantir a identificação dos veículos que transitem por essas vias. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/Resolucao9842022.pdf>. Acesso em: 16 maio 2024.

**Cuidado ao se aproximar das praças de pedágio, pois sua velocidade está sendo fiscalizada**. São Carlos em Rede, São Carlos, SP. 23 de jun. de 2022. Disponível em: <https://saocarlosemrede.com.br/cuidado-ao-se-aproximar-das-pracas-de-pedagio-pois-sua-velocidade-esta-sendo-fiscalizada/>. Acesso em: 16 maio 2024.

ENGIMIND. **Manual para concepção, dimensionamento e implementação de praças de pedágio em concessões rodoviárias**. Mai. 2018. Disponível em: <https://antt.gov.br/documents/359170/1462069/Manual+Planilha+Pracas+de+Pedagio.pdf/5a64a60e-1c21-dc6d-43b7-2b10dc6f2e7f?t=1595389043520>. Acesso em: 13 maio 2024.

PRADO, M. **Concessão Pública: Um Empreendimento Público Comercial**. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, RJ, jun. 1996. Disponível em: [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/11523/1/RB%2005%20Concess%C3%A3o%20P%C3%BAblica\\_Um%20Empreendimento%20P%C3%BAblico%20Comercial\\_P\\_BD.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/11523/1/RB%2005%20Concess%C3%A3o%20P%C3%BAblica_Um%20Empreendimento%20P%C3%BAblico%20Comercial_P_BD.pdf). Acesso em: 11 maio 2024.

G1 RS. **Pedágios da CCR ViaSul terão aumento na tarifa a partir desta sexta no RS**. Rio Grande do Sul, RS. 23 de mar. de 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2021/03/25/pedagios-da-ccr-viasul-terao-aumento-na-tarifa-a-partir-desta-sexta-no-rs-veja-os-novos-valores.ghtml>. Acesso em: 15 maio 2024.

**Pedágio eletrônico sem paradas transformando a mobilidade nas estradas**. Caminhos da Serra Gaúcha. Brasil, 2024. Disponível em: <https://freeflow.csg.com.br/>. Acesso em: 16 maio 2024.

SPELLERBERG, I. F. **Ecological Effects of Roads and Traffic: A Literature Review**. *Global Ecology and Biogeography Letters*, vol. 7, nº 5, 1998, p. 33-317. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2997681>. Acesso em: 14 maio 2024.



Ponte Anita Garibaldi BR 101/SC Foto Leonardo Pepe

## ANÁLISE COMPARATIVA DE CONSUMO ENERGÉTICO, EMISSÃO DE CO<sub>2</sub> E CUSTOS DO CICLO DE VIDA APLICADO ÀS VIGAS PRÉ-MOLDADAS EM CONCRETO E EM VIGAS METÁLICAS DE PONTES RODOVIÁRIAS

*Betânia Alves Paulino; Marly Iwamoto Maeda; Pedro Henrique Dantas de Medeiros*

### RESUMO

A emissão de gases de efeito estufa, tendo o dióxido de carbono como o maior contribuinte, consequência da queima de combustíveis fósseis, é um dos maiores problemas ambientais em discussão no mundo. Considerando que a indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção – AEC é um dos maiores consumidores de recursos naturais e dos insumos energéticos de todas as fontes, este artigo buscou quantificar e analisar as emissões de CO<sub>2</sub> e o consumo energético ao longo do ciclo de vida – ACV, bem como calcular os custos do ciclo de vida – ACCV de vigas pré-moldadas em concreto armado e viga metálica de uma ponte rodoviária. Este estudo objetiva comparar o consumo energético, as emissões de CO<sub>2</sub> e os custos do ciclo de vida de vigas de pontes pré-moldado em concreto armado e em estrutura metálica, utilizando-se a revisão sistemática da literatura para subsidiar o desenvolvimento do trabalho. Também pretende fornecer subsídios aos técnicos do DNIT na escolha de soluções construtivas mais sustentáveis para os materiais das vigas das pontes rodoviárias. Encontraram-se dificuldades na busca de referencial teórico, com relação a índices de consumo energético dos materiais, definição e quantificação das atividades de manutenção das vigas das pontes. Os resultados indicam que a viga pré-moldada em concreto armado se apresenta menos impactante ao meio ambiente em relação à viga metálica.

**Palavras-chave:** Emissões de CO<sub>2</sub>; consumo energético, Pontes; Vigas e Análise do Ciclo de Vida

**Betânia Alves Paulino**, Especialista (pós-graduação *lato sensu*) em Gestão Master BIM pelo Parque Científico e Tecnológico da Universidade de Brasília (PISAC/UnB), Especialista (pós-graduação *lato sensu*) em Marketing Empresarial para Executivos (MBA) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRJ). Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). É Analista em Infraestrutura de Transportes – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Infraestrutura de Transportes. Possui vivência em fiscalização de contratos e convênios governamentais, obras de infraestrutura de estradas públicas, planejamento de estratégia de negócios e engenharia. Líder inovadora em orçamento de obras públicas, focada no *design* e otimização de processos, reengenharia e gerenciamento de equipes.



**Marly Iwamoto Maeda**, Mestre em Economia do Meio pela Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de Brasília (Face/UnB). Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Estadual de Goiás (UFG), Especialista em Gestão Ambiental – Processos Gerenciais pela Universidade Católica de Goiás e Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (UCG/SENAI), Especialista Gestão Pública pelas Faculdades Fortium e Especialista em Gestão Master BIM pelo Parque Científico e Tecnológico da Universidade de Brasília (PISAC/UnB). Tem experiência em elaboração e análises de projetos, análises de estudos ambientais e elaboração de orçamentos de rodovias. É Analista em Infraestrutura de Transportes no Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), atuando na Casa Civil da Presidência da República como Assessora Técnica da Secretaria de Articulação e Monitoramento, Subsecretaria de Transportes. Exercendo atividades de acompanhamento e monitoramento do Novo PAC, subeixo Rodovias e Ferrovias.

**Pedro Henrique Dantas de Medeiros**, Especialista (pós-graduação *lato sensu*) em Gestão Master BIM pelo Parque Científico e Tecnológico da Universidade de Brasília (PISAC/UnB), Especialista (pós-graduação *lato sensu*) em MBA Executivo em Gerenciamento de Projetos. Especialista em Engenharia de Estruturas de Concreto Armado pela Faculdade ÚNICA de Ipatinga. Graduado em Engenharia Civil pela Universidade de Brasília (UnB). É Analista em Infraestrutura de Transportes – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Tem experiência em análises de projetos e elaboração de orçamentos de infraestrutura de transportes.

# 1. INTRODUÇÃO

Diversos problemas ambientais têm afetado o mundo nos últimos anos, como poluição atmosférica, aquecimento global, poluição hídrica e dos solos, desmatamento, queimadas, desertificação e a perda de biodiversidade.

Outra questão muito preocupante está relacionada aos gases de efeito estufa – GEE, em que somente o Brasil emitiu 2,4 bilhões de toneladas brutas de gases em 2021, um aumento de 12,2% em relação a 2020, quando o país havia emitido 2,1 bilhões de toneladas. Foi o maior aumento de emissões em quase duas décadas, superado por 2003, quando as emissões cresceram 20% e atingiram seu pico histórico (IPAM, 2023). O dióxido de carbono - CO<sub>2</sub>, proveniente da queima de combustíveis fósseis (carvão mineral, petróleo, gás natural, turfa), queimadas e desmatamentos, é o gás que mais contribui para o aumento do efeito estufa, cuja permanência na atmosfera é de pelo menos, centena de anos (CETESB, 2023).

O setor da construção civil responde pelo consumo de 50% dos recursos naturais e 40% dos insumos energéticos de todas as fontes, além de contribuir para a geração de resíduos, aproximadamente 10% do custo de material e é considerado um dos maiores poluidores ambientais (Tavares, 2006; Hussin; Rahman; Memon, 2013).

Diante das catástrofes ambientais que vêm afetando o mundo, é evidente a urgência de ações concretas para mitigar as emissões de gases de efeito estufa e promover a sustentabilidade. Nesse contexto, iniciativas que visam comparar o impacto ambiental de diferentes materiais na construção civil, como o estudo proposto, representam um passo importante na busca por alternativas mais sustentáveis. Promover o uso de materiais de baixo carbono e maior eficiência energética não apenas reduzirá as emissões de CO<sub>2</sub>, mas também contribuirá para a preservação dos recursos naturais e para a construção de um futuro mais resiliente e equilibrado para as gerações futuras.

Neste sentido, o estudo proposto buscou fazer uma análise comparativa, de uma viga pré-moldada em concreto e uma em perfil metálico de uma ponte rodoviária, de modo a mensurar qual dos dois materiais emite maior quantidade de CO<sub>2</sub>, possui mais gasto energético e apresenta maior custo do ciclo de vida, nas fases de construção, manutenção e desconstrução. Trata-se de uma pequena, mas significativa contribuição para a engenharia e áreas afins, no quesito responsabilidade e sustentabilidade ambiental (Tavares, 2006; Hussin; Rahman; Memon, 2013).

Assim, por meio da pesquisa bibliográfica, dos cálculos comparando-se o consumo energético e emissões de CO<sub>2</sub> e custos do ciclo de vida da viga de uma ponte, espera-se que os resultados possam apresentar informações para auxiliar os técnicos do DNIT na definição de soluções de sistemas construtivos de pontes com utilização de materiais que possam auxiliar a mitigar ou atenuar o consumo de energia e a emissão de CO<sub>2</sub>.

## 2. Desenvolvimento

### 2.1 Problemática

A emissão de gases do efeito estufa, em especial o dióxido de carbono, tendo o setor de Arquitetura, Engenharia e Construção – AEC como um dos principais contribuintes, demanda uma urgente necessidade de análise dos materiais, transporte e método executivo utilizados.

As atividades da construção civil estão entre as que mais consomem recursos naturais, causam mudanças no solo e são intensas geradoras de resíduos e de emissões de poluentes. Porém, é possível adotar soluções e procedimentos para minimizar os impactos negativos ao meio ambiente decorrentes das construções (Nakamura, 2021).

Diante desse cenário o setor da AEC tem a obrigação de buscar soluções e procedimentos para minimizar danos ao meio ambiente e garantir a segurança e bem-estar das pessoas e da infraestrutura, procurando empregar fontes de energia limpa e renováveis, implementando soluções de gestão da água e de construções sustentáveis, desenvolvendo tecnologias para monitorar e mitigar os impactos das mudanças climáticas.

Considerando a relevância dos estudos dos impactos ao meio ambiente provocados pela indústria da AEC, este trabalho busca realizar análise da pegada de carbono de duas soluções de engenharia para a construção de uma ponte rodoviária, comparando-se a emissão de CO<sub>2</sub> produzida durante o ciclo de vida de uma viga em estrutura pré-moldada e uma viga em estrutura metálica.

Desta forma, o objetivo deste trabalho é realizar um estudo, por meio da ACV, dos cálculos do consumo energético – CE e das emissões de CO<sub>2</sub>, comparando alternativas de soluções para a construção da viga pré-moldada em concreto armado de uma ponte, considerando a alternativa de substituí-la por uma viga em estrutura metálica, além da ACCV de ambas, para as fases de construção, manutenção e desconstrução.

### 2.2 Fundamentação Teórica e Metodologia

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica, por meio de pesquisas em sítios eletrônicos como os Periódicos Capes e o *Google Acadêmico*, selecionando-se artigos e estudos publicados nos últimos dez anos. Os principais termos utilizados para subsidiar a pesquisa dos estudos foram ACV, ACCV, pontes, obras de arte especiais, pré-moldadas em concreto armado, vigas, rodovias, CO<sub>2</sub>, Gases de Efeito Estufa – GEE, construção, manutenção, desconstrução e descomissionamento, sem realizar agrupamentos entre os termos buscados. Os resultados obtidos compreenderam artigos nacionais e internacionais, normas, manuais, sítios eletrônicos, livros e documentos internos do DNIT.

De posse do referencial teórico para subsidiar a análise pretendida, foi realizada a busca de informações e dados para a aplicação da metodologia de análise objeto de estudo do artigo em questão. Os serviços avaliados neste estudo foram obtidos em projetos de pontes de concreto armado e metálicas, modeladas para este fim, no caso de serviços que compõe a construção de uma ponte. No caso de manutenção, tanto da viga em concreto armado quanto metálica, a definição dos serviços para aplicação

da análise foi resultado de informações obtidas junto aos setores responsáveis pelo trabalho de definição dos serviços e respectivas quantidades no DNIT.

A modelagem das vigas, bem como a extração das quantidades dos serviços analisados foi realizada com a utilização do *software* Autodesk Revit e *Excel*. Os custos dos serviços foram obtidos a partir da base de dados do Sistema de Custos Referenciais de Obras - SICRO do DNIT.

De posse do referencial teórico, dos serviços e quantidades e dos custos dos serviços das vigas longarinas de concreto armado e metálicas foi aplicada a técnica ACV com vistas aos cálculos da ACCV para cada tipo de viga selecionado.

## 2.3 Análise do Ciclo de Vida – ACV

A ACV é uma técnica desenvolvida para analisar e quantificar os possíveis impactos ambientais causados como resultado da fabricação e utilização de determinado produto ou serviço. A abordagem sistêmica da ACV é conhecida como do “berço ao túmulo”, na qual são obtidos os dados em todas as fases do ciclo de vida do produto. O ciclo de vida se refere a todas as etapas de produção e uso do bem, relativas à extração das matérias-primas, passando pela produção, distribuição até o consumo e disposição final, contemplando também a reciclagem e o reuso quando for o caso (IBICT, 2024).

A ACV é essencialmente quantitativa, ou seja, os resultados numéricos da avaliação refletem as categorias de impacto e permitem, inclusive, comparações entre produtos semelhantes. Tal abordagem permite identificar os pontos críticos no ciclo de vida do produto e assim promover melhorias nos processos produtivos. Desta forma, trata-se de uma ferramenta multidisciplinar, pois abrange várias áreas do conhecimento. Também é uma metodologia multicritério, uma vez que se dedica a muitas categorias de impacto de uma só vez (IBICT, 2024).

A série de normas ISO 14040 determinam a estrutura, os princípios, os requisitos e as diretrizes que devem constar em um estudo ACV. Esse estudo se caracteriza pelo alto grau de interação entre suas quatro grandes fases: a definição de objetivo e escopo, a análise de inventários, a avaliação de impactos e interpretação (IBICT, 2024).

Segundo a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT NBR ISO 14040:2009, a ACV pode subsidiar: (1) a identificação de oportunidades para a melhoria do desempenho ambiental de produtos em diversos pontos de seus ciclos de vida; (2) o nível de informação dos tomadores de decisão na indústria e nas organizações governamentais ou não governamentais (visando, por exemplo, ao planejamento estratégico, à definição de prioridades ou ao projeto ou reprojeto de produtos ou processos); (3) a seleção de indicadores de desempenho ambiental relevantes, incluindo técnicas de medição; e (4) marketing (por exemplo, na implementação de um esquema de rotulagem ambiental, na apresentação de uma reivindicação ambiental ou na elaboração de uma declaração ambiental de produto).

De acordo com a norma ABNT 14040:2009, o estudo envolvendo a técnica da ACV é composto por

quatro fases, a saber: (a) fase de definição de objetivo e escopo: é o momento em que se determinam as fronteiras do estudo (temporal e geográfica), a quem se destinam os resultados, os critérios de qualidade, as regras de corte e as categorias de impacto a serem consideradas; (b) fase de análise de inventário: consiste na coleta dos dados que representam os fluxos de massa e energia que entram e que saem das diversas etapas do ciclo de vida do produto, dentro das fronteiras estabelecidas na fase anterior; (c) fase de avaliação de impactos: nesta fase, os fluxos definidos no inventário são convertidos em impactos ambientais através da multiplicação dos valores brutos por fatores de equivalência que remetem a resultados em unidades comuns, como por exemplo, quilograma (kg) de CO<sub>2</sub> equivalentes para a categoria de aquecimento global e (d) fase de interpretação: busca-se identificar as questões significativas do estudo, checar a integridade, a sensibilidade e a consistência dos resultados e definir as conclusões, as limitações e as recomendações do estudo.

### 2.3.1 Custo do ciclo de vida

Os custos do ciclo de vida de uma OAE envolvem todos os gastos necessários, desde a execução de uma OAE, passando pela sua utilização, as manutenções preventivas, as reabilitações necessárias e o descomissionamento de toda a estrutura, podendo ser resumido na seguinte fórmula (Eq. 1):

$$CT = Cc + Cm + Cd \quad (1)$$

Sendo:

CT = custo total;

Cc = custo de construção (execução);

Cm = custo de manutenção;

Cd = custo de descomissionamento.

Para a elaboração dos orçamentos referentes às fases do ciclo de vida da obra (construção, manutenção e descomissionamento), foi utilizado o *software* 90 Compor Orçamento e Planejamento de Obras da empresa 90 TI, versão 11091.

### 2.3.2 Consumo energético e emissão de CO<sub>2</sub>

De acordo com Tavares (2006), uma análise energética resgata o total de energia gasto para a produção de um bem ou serviço. A este valor é dado o nome de Requisitos Totais de Energia - RTE, do original em inglês *Gross Energy Requirement* – GER, expressos em MJ/kg ou unidade de produto. Os requisitos energéticos em questão, são expressos em termos de energia primária, ou seja, da forma como é obtida na natureza, que é discriminada em fontes renováveis e não renováveis.

A fronteira de análise do consumo energético pode variar, nem sempre integrando todos os processos do ciclo de vida, seja por problemas relacionados ao estudo ou devido a disponibilidade de informações. Yokoo e Yokoyama (2016) definem diferentes fronteiras de análise, conforme descrito a seguir: (a) berço ao Portão (*cradle-to-gate*) – inclui apenas a fase de produção dos materiais levando em

consideração a extração de matérias primas, o transporte e o processo de fabricação do produto; (b) berço ao local de construção (*cradle-to-site*) – inclui todas as etapas da fase de produção (extração de matérias primas, transporte e processo de fabricação) e acrescenta o transporte até o canteiro de obras; (c) berço à entrega (*cradle-to-handover*) – inclui todas as etapas da fase de produção (extração de matérias primas, transporte e processo produtivo), o transporte até ao local de construção e o processo de construção e montagem do edifício; (d) berço ao fim do uso (*cradle-to-end-of-use*) – acrescenta à fronteira anterior a etapa de uso, onde se inclui o processo de manutenção e reparos (incluindo a produção e a instalação de produtos substitutos e a disposição final de produtos substituídos) e (e) berço ao túmulo (*cradle-to-grave*) – inclui todas as etapas da fase de produção (extração de matérias primas, transporte e processo produtivo), o transporte até ao local de construção, o processo de construção e montagem do edifício, a etapa de uso em que se inclui o processo de manutenção e reparos (incluindo a produção e instalação de produtos substitutos e a disposição final de produtos substituídos) e o fim de vida em que se inclui o processo de demolição, transporte, processamento de resíduos e disposição final.

As fórmulas aplicadas para o cálculo do gasto energético e as emissões de CO<sub>2</sub> para construção, manutenção e desconstrução, conforme (Teles et al., 2023), são:

a) Materiais:

$$GE_{mat} = \sum EE_{mat,i} \times m_i \quad (2)$$

$$ECO_{2\ mat} = \sum FCO_{2\ mat,i} \times m_i \quad (3)$$

Sendo:

GE<sub>mat</sub> = gasto energético do serviço na produção dos materiais (MJ/UF);

EE<sub>mat</sub> = energia embutida na produção do material (MJ/t);

m = massa do material no serviço (t/UF);

ECO<sub>2mat</sub> = emissão de CO<sub>2</sub> do serviço na produção dos materiais (kgCO<sub>2</sub>/UF);

FCO<sub>2mat</sub> = fator de emissão de CO<sub>2</sub> na produção do material (kgCO<sub>2</sub>/t).

b) Equipamentos:

$$GE_{exe} = \sum FCO_{eq,i} \times P_{eq,i} \times \frac{Q_{eq,i}}{P_{ser,i}} \times UO_{eq,i} \times EE_{com,i} \quad (4)$$

$$ECO_{2\ exe} = \sum FCO_{eq,i} \times P_{eq,i} \times \frac{Q_{eq,i}}{P_{ser,i}} \times UO_{eq,i} \times FCO_{2\ com,i} \quad (5)$$

Sendo:

GE<sub>exe</sub> = gasto energético nas atividades executivas dos equipamentos (MJ/UF);

FC<sub>eq</sub> = coeficiente de consumo do equipamento (l/kWh);

P<sub>eq</sub> = potência do equipamento (kW);

Q<sub>eq</sub> = quantidade do equipamento no serviço;

P<sub>ser</sub> = produção de equipe do serviço (UF/h);

UO<sub>eq</sub> = representa a utilização operativa do equipamento no serviço;

EE<sub>com</sub> = energia embutida do combustível (MJ/l);



$ECO_2exe$  = emissão de  $CO_2$  nas atividades executivas dos equipamentos ( $kgCO_2/UF$ );

$FCO_2$  = fator de emissão de  $CO_2$  do combustível ( $kgCO_2/l$ ).

c) Operações de transporte:

$$GE_{tra} = \sum FC_{eq,i} X P_{eq,i} X \frac{2XDMT_{eq,i}}{V_{eq,i}} X \frac{m_{tra,i}}{Cap_{eq,i}} X EE_{com,i} \quad (6)$$

$$ECO_{2tra} = \sum FC_{eq,i} X P_{eq,i} X \frac{2XDMT_{eq,i}}{V_{eq,i}} X \frac{m_{tra,i}}{Cap_{eq,i}} X FCO_{2com,i} \quad (7)$$

Sendo:

$GE_{tra}$  = gasto energético do serviço nas operações de transporte ( $MJ/UF$ );

$DMTeq$  = distância média de transporte ( $km$ );

$Ve_{q}$  = velocidade média do equipamento no transporte ( $km/h$ );

$m_{tra}$  = massa de transporte do item no serviço ( $t/UF$ );

$Cap_{eq}$  = capacidade de carga do equipamento por viagem ( $t$ );

$ECO_{2tra}$  = emissão de  $CO_2$  do serviço nas operações de transporte ( $kgCO_2/UF$ ).

d) Gasto energético e emissões totais:

$$GE_{tot} = GE_{mat} + GE_{exe} + GE_{tra} \quad (8)$$

$$ECO_{2tot} = ECO_{2mat} + ECO_{2exe} + ECO_{2tra} \quad (9)$$

Sendo:

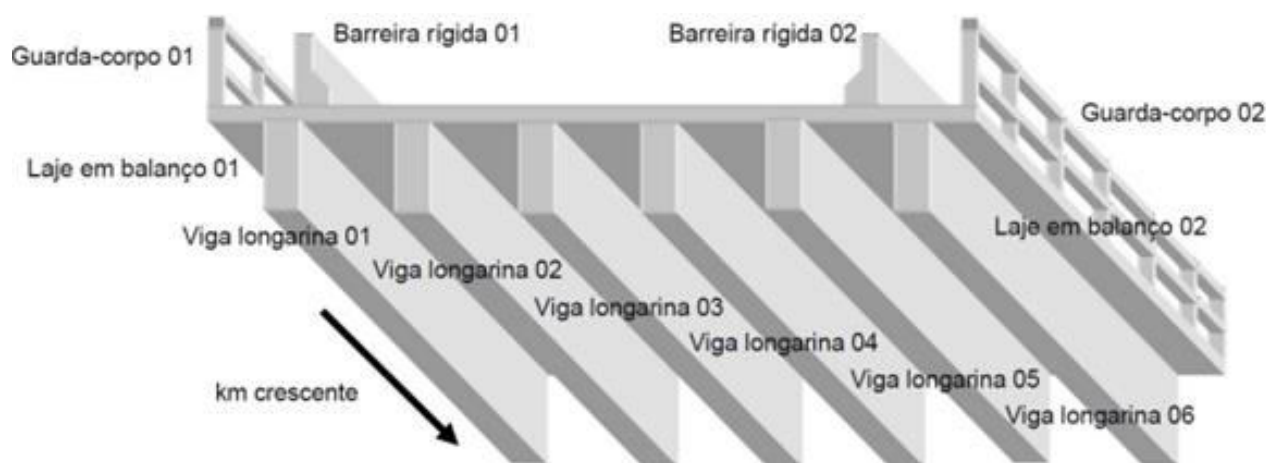
$GE_{tot}$  = gasto energético total do serviço ( $MJ/UF$ );

$ECO_{2tot}$  = emissão total de  $CO_2$  do serviço ( $kgCO_2/UF$ ).

### 2.3.3 Construção, manutenção e desconstrução de vigas longarinas de pontes

As vigas são elementos da superestrutura de uma ponte, responsáveis por receber as cargas provenientes do tabuleiro e transferi-las às transversinas. A Figura 1 demonstra as vigas longarinas de uma estrutura de ponte.

Figura 1 – Vigas longarinas em uma ponte no eixo da rodovia ou ferrovia



Fonte: ABNT 9452:2023.

A superestrutura é o componente superior da ponte, constituída do estrado e dos elementos que suportam o estrado e todas as cargas nele aplicadas. A função estrutural da superestrutura é a de transmitir as cargas, ao longo dos vãos, para os apoios. E a função estrutural dos elementos que suportam o estrado é a de transmitir as cargas procedentes dele, ao longo dos vãos, para os apoios. Esses elementos, constituídos de vigas e longarinas, são caracterizados pelo modo como transmitem as cargas aos apoios: por compressão, por tração, por flexão ou pela combinação dessas solicitações (DNIT, 2010).

A vida útil de uma estrutura depende tanto do desempenho dos componentes estruturais propriamente ditos, como de outros componentes diversos, que possam vir a comprometer a funcionalidade e até a estabilidade da obra, caso não funcionem adequadamente (Vitório, 2015).

Para as obras de engenharia, a segurança e durabilidade frequentemente se associam a tempo ou período de recorrência, cujo significado se refere ao espaço de tempo em anos em que provavelmente ocorrerá um fenômeno de grande magnitude, pelo menos uma vez. No caso dos dispositivos de drenagem, este tempo diz respeito a enchentes de projeto que orientarão o dimensionamento, de modo que a estrutura indicada resista a essas enchentes sem risco de superação, resultando desta forma a designação usual de descarga de projeto (DNIT, 2005).

Os períodos de recorrência normalmente adotados nos projetos de bueiros são de 10 a 20 anos e, para as pontes, definem-se tempos de recorrência de 50 a 100 anos, conforme o tipo e importância da obra (DNIT, 2005).

O processo de degradação dos sistemas de infraestrutura pode ocorrer devido a diversos mecanismos de deterioração: o envelhecimento das estruturas, a ação do tráfego, a agressividade do meio ambiente, condições adversas causadas pelo homem (incêndios, colisões de veículos e embarcações, entre outras) ou por desastres naturais (inundações e erosões, por exemplo), entre outros. Consequentemente, melhorar o estado geral e a segurança dos sistemas de infraestrutura é uma preocupação mundial para os administradores de rodovias (Frangopol et al., 2011).

A manutenção de pontes e viadutos abrange estratégias e ações que buscam impedir, retardar

ou reduzir a deterioração da estrutura e dos elementos da ponte e/ou viaduto para garantir que os ativos tenham o desempenho pretendido ao longo de sua vida útil (Mainardi Neto et al., 2021). As frequências recomendadas pela Norma DNIT 010/2004 – PRO para realização das inspeções das Obras de Arte Especiais - OAEs são: (a) inspeção cadastral - logo após a conclusão da obra; (b) inspeção rotineira – a cada dois anos; (c) inspeção especial – a cada cinco anos; (d) inspeção extraordinária – quando ocorrer um grave acidente na estrutura; e (e) inspeção intermediária – quando recomendado por inspeções anteriores (DNIT, 2004).

De acordo com Rodrigues e Rosa (2021), uma das principais patologias em estruturas de pontes e viadutos em concreto armado são a lixiviação e eflorescência. Essas anomalias são um processo patológico que ocorre nas estruturas de concreto, devido à infiltração de água, que dissolve e transporta cristais de hidróxidos de cálcio e magnésio, podendo formar depósitos de sais conhecido como eflorescência. A lixiviação pode deixar o concreto com microfissuras, que em determinadas áreas, são particularmente perigosas, pois contribuem para o aparecimento de uma patologia chamada carbonatação

Com relação às pontes metálicas, segundo Vitorio (2015), os danos estruturais dependem de diversos fatores e variam conforme o sistema estrutural utilizado, o tipo de aço, a qualidade das ligações, etc. Porém, excetuando os acidentes estruturais imprevisíveis, os fatores que mais influenciam as manifestações patológicas nessas estruturas são a agressividade ambiental e a falta de conservação. Os danos mais usualmente observados são: corrosão atmosférica, fadiga, momentos fletores negativos, entre outros.

A desconstrução ou demolição seletiva é um processo que se caracteriza pela demolição cuidadosa, de forma a proporcionar a recuperação de materiais e componentes da construção permitindo a sua reutilização e reciclagem (Couto; Couto; Teixeira, 2006).

A energia de desconstrução é obtida a partir do consumo de energia das atividades de demolição e transporte dos resíduos (Tavares, 2006).

### **2.3.4 Sistemas e programas do DNIT (SICRO, SGO e PROARTE)**

#### **a) Sistema de custos referenciais de obras – SICRO**

O Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO é uma ferramenta criada pelo DNIT, com o objetivo de definir e mensurar os custos referenciais contemplando os valores de insumos e serviços de obras de infraestrutura de transportes de modo pormenorizado. O SICRO possibilita estabelecer detalhadamente os custos de referência para obras de infraestrutura de transportes (Paulino, 2021).

O SICRO é constituído por composições de custos unitários, ferramenta que permite a definição qualitativa e quantitativa dos insumos necessários à execução de determinado serviço (DNIT, 2017), sendo composta por seis parcelas: equipamentos, mão de obra, materiais, atividades auxiliares, tempo fixo e momento de transporte. Teles (2023) afirma que, embora o propósito das composições de custos

do SICRO seja auxiliar a orçamentação de obras públicas de infraestrutura de transportes, seus parâmetros podem ser utilizados em aplicações distintas, como a quantificação de impactos ambientais derivados dos serviços modelados pelas composições.

Assim, o SICRO e seus parâmetros foram utilizados para as análises deste artigo, de modo a auxiliar na determinação dos custos, consumo energético e emissão de CO<sub>2</sub> para as fases de construção, manutenção e desconstrução das vigas pré-moldadas em concreto armado e vigas metálicas.

### **b) Sistema de Gerenciamento de Obras de Arte Especiais – SGO**

O SGO é um sistema desenvolvido pelo DNIT e alimentado a partir de informações obtidas em inspeções de campo realizadas pelos técnicos com base nos procedimentos definidos pela Norma DNIT 010/20047-PRO.

As atividades do SGO englobam vários procedimentos e rotinas, tais como: levantamento de dados cadastrais, levantamento de dados relativos às condições de segurança e de conservação das pontes, registros fotográficos, vídeos, croquis e a atualização permanente dos dados.

O propósito do SGO é combinar os conhecimentos da engenharia de materiais, engenharia estrutural, teorias econômicas e análise de sistema, para determinar as ações de manutenção, reparo, reabilitação e substituição em todas as pontes de uma rede rodoviária ao longo do tempo (Silva et al., 2021).

### **c) Programa de Manutenção e Reabilitação de Estruturas – PROARTE**

O PROARTE é um programa do DNIT que visa o gerenciamento de serviços de manutenção e de reabilitação em OAEs – pontes, túneis, viadutos, passarelas e estruturas de contenção – que integram a malha rodoviária federal em todo o país (DNIT, 2021).

As atuações do Programa estão subdivididas em Manutenção e Reabilitação. O PROARTE Manutenção compreende a realização de serviços comuns, bem definidos e passivos de quantificação segundo as práticas e especificações técnicas correntes. Os serviços de manutenção incluem atividades como: limpeza das OAEs; recuperação de seus elementos estruturais; substituição e instalação de juntas de dilatação; instalação de pingadeiras de elastômero; recuperação de drenos; pintura de elementos metálicos; outros serviços que objetivam conservar e preservar os componentes que integram as estruturas.

A vertente Reabilitação do PROARTE oferece os serviços de reabilitação Estrutural: reforço dos componentes das OAEs e reabilitação funcional: adequação das dimensões das estruturas às necessidades atuais dos usuários. Essas atividades incluem o aumento da capacidade de carga das OAEs, ampliação das suas proporções para comportar o volume e o tipo de tráfego atuais, entre outras.

As atividades de manutenção e reabilitação são definidas por meio de critérios de priorização definidos no escopo do Programa, os quais estão descritos no Plano Nacional de Manutenção Rodoviária – PNMR, instrumento utilizado pelo DNIT para a gestão e manutenção de rodovias federais.

## 2.4 Aplicação da metodologia

O estudo foi dividido em três etapas: (1) definição da estrutura a ser analisada; (2) cálculo do consumo energético e emissão de CO<sub>2</sub> e (3) cálculo dos custos para as fases de construção, manutenção e desconstrução da viga pré-moldada em concreto armado e da viga metálica.

As fórmulas utilizadas para os cálculos do gasto energético e das emissões de CO<sub>2</sub> para as fases de construção, manutenção e desconstrução das vigas foram as mesmas utilizadas por Teles et al. (2023), conforme demonstrado no item 1.3 deste artigo.

Para os cálculos de ACCV foram adotados os preços dos materiais e equipamentos integrantes do SICRO, mês-base de julho de 2023 para o estado de Minas Gerais, devido ao fato da ponte que inspirou o modelo estar localizado em Minas Gerais.

Os serviços e quantidades das etapas de construção e demolição utilizados foram obtidos por meio do *software* Revit. Nele, foram criadas as famílias de objetos e inseridas informações sobre as composições do SICRO a serem empregadas nos serviços. Foi necessário estabelecer fórmulas para correlacionar os dados de serviços quando a extração direta não foi possível.

Foram obtidas informações de inspeções de pontes localizadas em todos os estados do Brasil, cadastradas no SGO, as quais totalizaram 112.989 obras, entre pontes com vigas em concreto armado e vigas metálicas, com apresentação de algum tipo de problema registrado. As informações coletadas, foram analisadas e selecionadas 78.154 observações de danos e soluções para a manutenção das vigas pré-moldadas de concreto armado e 77.994 para as vigas metálicas.

Os dados coletados foram compilados em um arquivo *Excel* contendo as seguintes colunas: código no sistema SGO; nomes de todas as pontes investigadas; tipo de estrutura, se viga de concreto ou metálica; sistema construtivo, pré-moldada ou moldada no local; dimensões de seus tabuleiros (comprimento e largura em metros e área); elemento, como viga T ou I de concreto armado, viga caixão de concreto armado, viga U de concreto armado, viga I metálica; região, se superestrutura, mesoestrutura ou infraestrutura; material – concreto armado ou elementos de aço; dano, seguido de sua quantidade e unidade de medida; data da inspeção de campo; solução apresentada.

O passo seguinte consistiu em trabalhar as informações de campo utilizando-se como ferramenta o *software Excel*. Para isso, foram filtradas as informações relevantes para a abordagem requerida. No que tange as vigas pré-moldadas em concreto armado, a coluna nomeada elemento sofreu classificação para restringir a pesquisa em viga caixão, viga T ou I e viga U, todas de concreto armado. Para as vigas metálicas, o elemento pesquisado foi viga I metálica.

Utilizando-se planilhas em *Excel*, iniciou-se a análise dos danos fazendo-se uma relação entre suas quantidades de observações dividida pelas áreas dos tabuleiros (m<sup>2</sup>). Após a análise individual dos resultados de cada ciclo de inspeção (realizado a cada dois anos), a média total da relação foi calculada, com os resultados categorizados por tipo de defeito.

No caso das vigas metálicas, o único dano detectado foi corrosão superficial, cuja solução indicada foi a proteção contra corrosão. As vigas pré-moldadas, por outro lado, apresentaram um

número significativamente maior de patologias, divididos em quatro categorias de soluções: recomposição da seção de concreto com argamassa, recomposição da seção de concreto, injeção de fissuras e tratamento superficial com nata de cimento.

Com base na análise dos danos e soluções de cada viga em um ciclo de inspeção, os serviços SICRO necessários foram determinados, juntamente com suas quantidades.

Considerando a vida útil da ponte em 100 anos e o ciclo de manutenção a cada dois, o quantitativo encontrado foi multiplicado por 50, correspondendo a 50 manutenções regulares durante a vida útil da viga.

Para o levantamento do gasto energético e das emissões de CO<sub>2</sub> foi necessário estabelecer o valor da energia embutida (EE) e das emissões de dióxido de carbono dos insumos utilizados na longarina. Tais dados foram obtidos pesquisando-se a tese de doutorado de Tavares (2006) e dissertação de mestrado de Silva (2013), além do sítio do Sistema de Informação do Desempenho Ambiental da Construção – SIDAC (<https://sidac.org.br/>), coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME).

Na Tabela 1, encontram-se os valores de energia embutida (EE) e emissão de CO<sub>2</sub> dos materiais utilizados neste estudo tanto para a análise da viga pré-moldada em concreto quanto nas vigas metálicas.

Tabela 1 – Valores adotados para o cálculo do gasto energético e das emissões de CO<sub>2</sub>

| Material     | Unidade | GASTO ENERGÉTICO |                 | EMIÇÃO DE CO <sub>2</sub>     |                 |
|--------------|---------|------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|
|              |         | Valor (MJ/un)    | Fonte           | Valor (kgCO <sub>2</sub> /un) | Fonte           |
| Areia        | T       | 50,00            | (TAVARES, 2006) | 3,99                          | (LOBO, 2010)    |
| Brita        | T       | 150,00           | (TAVARES, 2006) | 1,68                          | (ROSSI, 2013)   |
| Cimento      | T       | 4.200,00         | (TAVARES, 2006) | 581,00                        | (SILVA, 2013)   |
| Aço          | T       | 30.000,00        | (TAVARES, 2006) | 1.389,00                      | (SILVA, 2013)   |
| Diesel       | L       | 37,00            | (SILVA, 2013)   | 3,28                          | (SILVA, 2013)   |
| Gasolina     | L       | 35,00            | (SILVA, 2013)   | 2,66                          | (SILVA, 2013)   |
| Argamassa    | T       | 248,80           | (SIDAC, 2024)   | 16,12                         | (SIDAC, 2024)   |
| Graxa e óleo | T       | 0,65             | (SIDAC, 2024)   | 8,42                          | (SIDAC, 2024)   |
| Aditivo      | T       | 9.720,00         | (PAULA, 2016)   | 2.150,00                      | (PAULA, 2016)   |
| Diluyente    | T       | 21.380,00        | (SIDAC, 2024)   | 2,83                          | (SIDAC, 2024)   |
| Adesivo      | T       | 137.000,00       | (SILVA, 2013)   | 5.708,001                     | (SILVA, 2013)   |
| Granalha     | T       | 16.080,00        | (SIDAC, 2024)   | 1.063,00                      | (SIDAC, 2024)   |
| Tinta        | T       | 65.000,00        | (TAVARES, 2006) | 1.438,00                      | (TAVARES, 2006) |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Para a modelagem das longarinas utilizou-se o software Autodesk Revit, versão 2022, por meio da modelagem 3D para AEC.

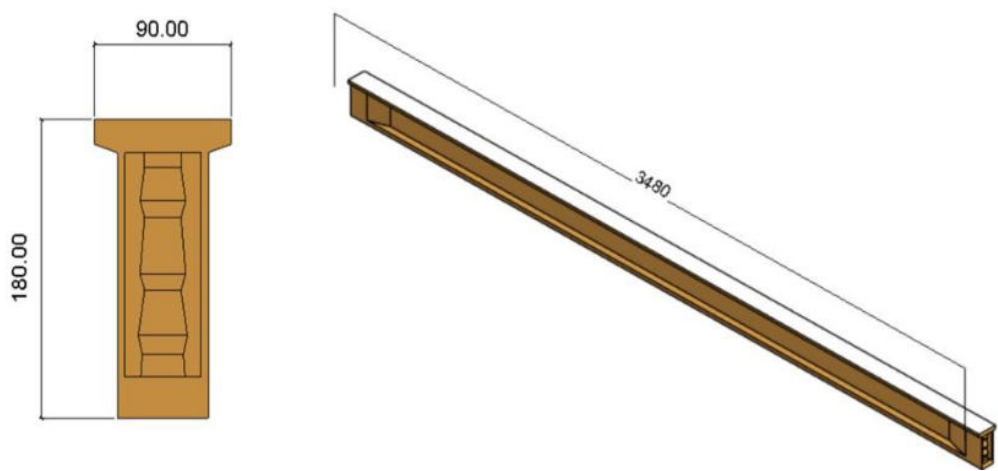
A ponte modelada abrange três vãos, cada um medindo 35,00 metros, totalizando um



comprimento de 105,00 metros. Cada vão é constituído por cinco longarinas, resultando em um total de 15 longarinas. Cada longarina possui dimensões de 34,80 metros de comprimento, 180 centímetros de altura por 90 centímetros de largura, com seção transversal de 1,1325 m<sup>2</sup>. A estrutura em questão foi concebida para suportar o trem-tipo TB-45. A modelagem integral da estrutura foi realizada utilizando o software Autodesk Revit.

Na figura 2 é demonstrado os detalhes da seção transversal das vigas (180 cm x 90 cm) e comprimento de cada uma das cinco vigas longarinas (34,80 m) modeladas para a realização do presente estudo.

Figura 2 – Dimensões das vigas pré-moldada em concreto armado



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

O Quadro 1 apresenta as dimensões de largura, comprimento, área e quantidade de vãos da ponte modelada e as informações da longarina pré-moldada (comprimento, largura, altura, área e quantidade de longarinas adotadas) utilizada no estudo deste trabalho.

Quadro 1 – Dimensões do tabuleiro e das vigas

| Tabuleiro – ponte |                 |            |                    | Longarina pré-moldada |             |            |           |                                   |
|-------------------|-----------------|------------|--------------------|-----------------------|-------------|------------|-----------|-----------------------------------|
| Largura (m)       | Comprimento (m) | Área (m²)  | Quantidade de Vãos | Comprimento (m)       | Largura (m) | Altura (m) | Área (m²) | Quantidade de Longarinas por Vãos |
| 12,8000           | 105,0000        | 1.344,0000 | 3,0000             | 34,8000               | 0,9000      | 1,8000     | 31,3200   | 5,0000                            |

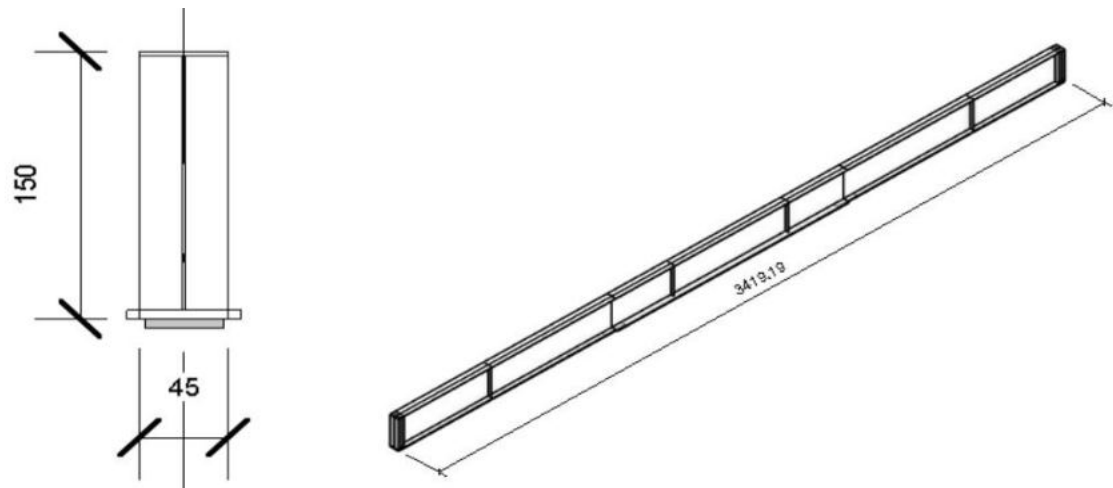
Fonte: elaborado pelos autores (2024).

A ponte modelada, para obtenção da viga metálica em estudo abrange três vãos, cada um medindo 34,19 metros, totalizando um comprimento de 102,57 metros. Cada vão é constituído por quatro longarinas, resultando em um total de 12 longarinas. Cada longarina possui dimensões de 34,19

metros de comprimento, 150 centímetros de altura por 45 centímetros de largura, com seção transversal de 0,675 m<sup>2</sup>, A estrutura em questão foi concebida para suportar o trem-tipo TB-45. A modelagem da estrutura foi realizada utilizando o software Autodesk Revit.

A figura 3 demonstra a seção transversal de cada viga e ao lado, o comprimento total de cada viga analisada neste relatório.

Figura 3 – Dimensões das vigas pré-moldadas em concreto armado



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

No Quadro 2 são apresentadas as dimensões do tabuleiro da ponte (largura, comprimento, área e quantidade de vãos) e da longarina, contemplando dados de comprimento, largura, altura, área e quantidade de longarinas por vãos) adotada para subsidiar o presente estudo.

Quadro 2 – Dados das vigas longarinas em estrutura metálica

| Tabuleiro - ponte |                 |           |                    | Longarina estrutura metálica |             |            |           |                                   |
|-------------------|-----------------|-----------|--------------------|------------------------------|-------------|------------|-----------|-----------------------------------|
| Largura (m)       | Comprimento (m) | Área (m²) | Quantidade de Vãos | Comprimento (m)              | Largura (m) | Altura (m) | Área (m²) | Quantidade de Longarinas por Vãos |
| 12,8000           | 105,0000        | 1,344.00  | 3,0000             | 34,1900                      | 0,4500      | 1,5000     | 15.3855   | 4,0000                            |

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

2.5 Análise dos resultados e discussões

Os resultados dos cálculos do consumo energético e emissão de CO<sub>2</sub>, nas fases de construção, manutenção e desconstrução das vigas pré-moldadas em concreto armado estão demonstrados nas Tabela 2 e 3.

A tabela 2 demonstra o resultado dos cálculos do consumo energético para a viga longarina pré-

moldada em concreto armado para as fases de construção, manutenção e desconstrução.

Tabela 2 – Cálculo do consumo energético (viga pré-moldada em concreto)

| <b>Vigas</b> | <b>Fase da obra</b> | <b>GE<sub>exe</sub></b> | <b>GE<sub>pro</sub></b> | <b>GE<sub>tra</sub></b> | <b>GE<sub>tot</sub></b> |
|--------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Pré-Moldada  | Construção          | 45.811,03               | 2.624.598,25            | 96.018,36               | <b>3.555.067,72</b>     |
|              | Manutenção          | 48.253,81               | 86.504,71               | 14.901,92               |                         |
|              | Desconstrução       | 87.004,17               | 0,00                    | 551.975,47              |                         |

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

A tabela 3 demonstra os resultados obtidos com relação a emissão de CO<sub>2</sub> para a viga longarina pré-moldada em concreto armado para as fases de construção, manutenção e desconstrução.

Tabela 3 – Cálculo da emissão de CO<sub>2</sub> (viga pré-moldada em concreto)

| <b>Vigas</b> | <b>Fase da obra</b> | <b>ECO<sub>2</sub>exe</b> | <b>ECO<sub>2</sub>pro</b> | <b>ECO<sub>2</sub>tra</b> | <b>ECO<sub>2</sub>tot</b> |
|--------------|---------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Pré-Moldada  | Construção          | 4.058,22                  | 188.244,73                | 8.511,90                  | <b>272.389,63</b>         |
|              | Manutenção          | 4.273,12                  | 9.335,94                  | 1.321,03                  |                           |
|              | Desconstrução       | 7.712,80                  | 0,00                      | 48.931,88                 |                           |

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Os resultados dos cálculos de consumo energético e emissão de CO<sub>2</sub> para as fases de construção, manutenção e desconstrução estão demonstrados nas Tabelas 4 e 5.

A tabela 4 demonstra os resultados obtidos de consumo energético para a viga longarina em estrutura metálica.

Tabela 4 – Cálculo do consumo energético (vigas metálicas)

| <b>Vigas</b> | <b>Fase da obra</b> | <b>GE<sub>exe</sub></b> | <b>GE<sub>pro</sub></b> | <b>GE<sub>tra</sub></b> | <b>GE<sub>tot</sub></b> |
|--------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Metálica     | Construção          | 62.770,26               | 6.061.857,56            | 23.175,84               | <b>6.233.063,23</b>     |
|              | Manutenção          | 0,36                    | 9,42                    | 0,00                    |                         |
|              | Desconstrução       | 29.320,38               | 0,00                    | 55.929,41               |                         |

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Na tabela 5 podem ser observados os resultados obtidos para a emissão de CO<sub>2</sub> para a viga longarina em estrutura metálica.

Tabela 5 – Cálculo da emissão de CO<sub>2</sub> (viga metálica)

| Vigas    | Fase da obra  | ECO <sub>2exe</sub> | ECO <sub>2pro</sub> | ECO <sub>2tra</sub> | ECO <sub>2tot</sub> |
|----------|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Metálica | Construção    | 5.564,50            | 280.664,00          | 2.054,51            | <b>295.840,61</b>   |
|          | Manutenção    | 0,03                | 0,29                | 0,00                |                     |
|          | Desconstrução | 2.599,21            | 0,00                | 4.958,07            |                     |

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

As tabelas 4 e 5 permitem inferir que a principal razão para a viga em estrutura metálica apresentar um consumo energético e uma emissão de CO<sub>2</sub> altos se deve basicamente ao fato de que a produção da viga em si implica em um consumo alto, enquanto os processos de manuseio e instalação concorrem ainda mais devido ao consumo de combustível e às atividades de uso intensivo de energia. Coletivamente, esses fatores resultam na considerável pegada de carbono associada a estas vigas (Jalaei *et al.*, 2024).

A Tabela 6 mostra os custos, em dólares americanos e em reais, de ambas as vigas em suas três fases.

Tabela 6 – Demonstração dos custos (viga pré-moldada em concreto armado e viga metálica)

| Vigas       | Fase da obra  | Custo por Fase (US\$) | Custo Total (US\$) | Custo por Fase (R\$) | Custo Total (R\$)   |
|-------------|---------------|-----------------------|--------------------|----------------------|---------------------|
| Pré-Moldada | Construção    | 240.071,81            | 329.454,64         | 1.200.359,04         | <b>1.647.273,21</b> |
|             | Manutenção    | 39.716,58             |                    | 198.582,92           |                     |
|             | Desconstrução | 49.666,25             |                    | 248.331,25           |                     |
| Metálica    | Construção    | 559.236,77            | 577.482,32         | 2.796.183,84         | <b>2.887.411,61</b> |
|             | Manutenção    | 2,37                  |                    | 11,85                |                     |
|             | Desconstrução | 18.243,19             |                    | 91.215,93            |                     |

Cotação realizada dia 2/2/2024: US\$ 1,00 = R\$ 0,2012 (Google Finanças, 2024).

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

### 3. Considerações finais

Após as pesquisas e com os resultados encontrados, com base nos procedimentos adotados na elaboração dos ciclos de vida, a viga em estrutura metálica apresenta valores mais altos em todos os impactos analisados na ACV, com relação à viga pré-moldada em concreto armado, conforme pode ser observado nos resultados obtidos.

Apesar das análises terem sido realizadas com poucos recursos computacionais, modelagem e extração de quantidades, por meio do uso do software Autodesk Revit e a aplicação da metodologia ACV

com a utilização do *software Excel*, os resultados obtidos permitem analisar os impactos ambientais mais importantes para auxiliar na tomada de decisão quanto a escolha de materiais e equipamentos em uma obra de AEC.

Os resultados indicaram que a viga pré-moldada em concreto armado se mostrou mais vantajoso sob o aspecto da sustentabilidade, no que se refere aos cálculos de consumo energético e emissão de CO<sub>2</sub>, para o transporte, materiais e equipamentos, considerando as fases de construção, manutenção e desconstrução, alcançando assim os objetivos almejados neste trabalho.

A integração entre o BIM e ACV permite diversas possibilidades nas etapas de projeto e planejamento de construções sustentáveis, tendo em vista que ambos atuam de forma inovadora na cadeia produtiva da construção civil. No entanto, a inovação demanda que haja mudança cultural nos procedimentos convencionais e assimilação de novas formas de trabalho, devido à inserção da sustentabilidade em uma interface automatizada com banco de dados consistente, integrado e único. O BIM apresenta grande potencial para colaborar na redução dos impactos, por meio da elaboração de modelos facilitadores do fluxo de informações, geração de documentações, promoção de simulações e análises preliminares (MACHADO et. al, 2015).

Durante as análises realizadas, surgiram possibilidades de temas para futuros estudos e discussões envolvendo a composição da viga metálica, como a necessidade de avaliar a substituição do caminhão guindauto por um equipamento mais sustentável em termos de emissões de gás carbônico. Além disso, é sugerido aferir os tempos de serviço e consumo de materiais para confirmar a eficiência da composição, bem como ampliar os estudos sobre consumo energético e emissões de CO<sub>2</sub>, visando enfrentar os desafios ambientais globais de forma mais sustentável.

A ampliação dos estudos sobre consumo energético e emissões de CO<sub>2</sub> proporciona uma compreensão mais aprofundada do cenário para mitigar os impactos ambientais, permitindo identificar oportunidades para otimização de processos, desenvolvimento de produtos eficientes e adoção de práticas de produção mais limpas, gerando benefícios econômicos a longo prazo.

## REFERÊNCIAS

- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação-Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de Hidrologia Básica para estruturas de drenagem. – 2. Ed. – Rio de Janeiro, 2003 133p. (IPR. Publ., 715)
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Diretoria Executiva. Coordenação-Geral de Custos de Infraestrutura de Transportes. Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes. 1ª Edição – Versão 3.0 - Brasília, 2017. 246p.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Conheça o programa. DNIT, 11 fev. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/infraestrutura-rodoviaria/proarte/conheca-o-programa>. Acesso em: 5 dez. 2023.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de implantação básica de rodovia. 3. ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2010. 617 p. (Publicação IPR 742).
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Norma DNIT 010/2004 – PRO – Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido – Procedimento. Rio de Janeiro: DNIT, 2004. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNIT\\_010\\_2004\\_PRO](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNIT_010_2004_PRO). Acesso em: 05 dez. 2023.
- FRANGOPOL, Dan M. Structure and infrastructure engineering: Maintenance, management, life-cycle design and performance. Struct. Infrastruct. Eng, v. 7, n. 6, p. 389-413, 2011.
- GOOGLE FINANÇAS. Real brasileiro a dólar americano. Disponível em: <https://www.google.com/finance/quote/BRL-USD?sa=X&ved=2ahUKEwjZg4mvh42EAXV6HbkGHeRUAIwQmY0JegQIGxAv>. Acesso em: 02 fev. 2024.
- HUSSIN, Jamilus; RAHMAN, Ismail Abdul; MEMON, Aftab Hameed. The way forward in sustainable construction: issues and challenges. International Journal of Advances in Applied Sciences, v. 2, n. 1, p. 15-24, mar. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.11591/ijaas.v2i1.1321>. DOI: <http://dx.doi.org/10.11591/ijaas.v2i1.1321>.
- INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. Relatório revela a maior emissão em quase duas décadas. IPAM. Disponível em: Relatório revela a maior emissão em quase duas décadas - IPAM Amazônia. Acesso em 05 dez 2023.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA. O que é Avaliação do Ciclo de Vida. IBICT. Disponível em: <https://acv.ibict.br/acv/o-que-e-o-acv/>. Acesso em: 10 jan. 2024.
- JALAEI, Farzad et al. Environmental life cycle assessment (LCA) for design of climate-resilient bridges: a comprehensive review and a case study. International Journal of Construction Management, v. 24, p. 1-16, jan. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1080/15623599.2024.2304479>.
- LOBO, Fernando Henrique Rodrigues. Inventário de emissão equivalente de dióxido de carbono e energia embutida na composição de serviços em obras públicas: estudo de caso no estado do Paraná. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- MACHADO, Fernanda Almeida; SIMÕES, Carla Carvalho; MOREIRA, Lorena Claudia de Souza. Potencialidades da integração do BIM ao método de avaliação do ciclo de vida das edificações. 9º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção - Inovação e Sustentabilidade (SIBRAGEC 2015) e ao 6º Encontro Latino-Americano de Gestão e Economia da Construção (ELAGEC 2015). São Carlos, Estado de São Paulo, no período de 7 a 9 de outubro de 2015.
- MAINARDI NETO, Antonio Ivo de Barros et al. O uso do BIM na manutenção e gestão de pontes e viadutos. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na construção, 3., 2021, Porto Alegre. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1-13.
- NAKAMURA, Juliana. Como reduzir a pegada de carbono nos canteiros de obras. PORTAL AECWeb 29 set. 2021. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/como-reduzir-a-pegada-de-carbono-nos-canteiros-de-obras/22643>. Acesso em: 5 dez. 2023.



- PAULA, Raphael Rodrigues de. Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) de Argamassas e Concretos produzidos com Resíduos de Construção e Demolição (RCD). Dissertação (mestrado) Orientador: Romildo Dias Toledo Filho. UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Civil, 2 – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2016.
- PAULINO, Betânia Alves. Introdução à orçamentação de obras rodoviárias. Brasília: DNIT, out. 2021.
- RODRIGUES, Adsara Lima; ROSA, Alessandra Leal. Estudo das manifestações em pontes e viadutos – Região Metropolitana de Goiânia. 2021. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2021.
- ROSSI, Efigênia. Avaliação do ciclo de vida da brita para a construção civil: estudo de Caso. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.
- SÃO PAULO. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. PROCLIMA – Programa Estadual de Mudanças Climáticas (Gases do Efeito Estufa). <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/gases-do-efeito-estufa/>. Acesso em 5 dez 2023.
- SILVA, Bruna Vicente da. Construção de ferramenta para avaliação do ciclo de vida de edificações. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- SILVA, Patrícia C. S. et al. Ferramentas de gerenciamento para controle das obras de arte especiais do DNIT: SGO e Monalisa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS, 12., 2021, Anais [...]. Congresso Virtual, 7-11 jun. 2021. p. 1-9.
- TAVARES, Sérgio Fernando. Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- TELES, Alice Amorim et al. Avaliação de ciclo de vida (ACV) e Avaliação do custo do ciclo de vida (ACCV) de pavimentos asfáltico e de concreto de cimento Portland por meio da quantificação do consumo energético e emissão de CO<sub>2</sub>: análise comparativa. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA, 25.; REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 48., 2023, Foz do Iguaçu. Anais [...]. Foz do Iguaçu: ABPV, 19-22 set. 2023. p 822-833.
- VITÓRIO, José Afonso Pereira. Pontes e passarelas metálicas e mistas. Fundamentos e tópicos de conservação, recuperação e reforço estrutural. Disciplina: Reforço e Recuperação de Pontes e Viadutos. 2ª edição revisada e atualizada. Curso de especialização em inspeção, manutenção e recuperação de estruturas. Escola Politécnica de Pernambuco. Programa de pós-graduação em Engenharia. Universidade de Pernambuco. Recife/PE set./2022.
- YOKOO, Noriyoshi; YOKOYAMA, Keizo. (eds). Evaluation of embodied energy and CO<sub>2</sub>eq for buildings construction (Annex 57). Overview of annex 57 results. Japan: Institute for Building Environment and Energy Conservation, 2016. 91 p.

# EIXO III

## USO DOS RECURSOS NATURAIS







Ponto de Parada e Descanso

Foto Adenir Brito CCRSP

## PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO AMBIENTAL DE UMA EMPRESA DE SERVIÇOS DE LAVAGENS DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (LAVA A JATO) NO MUNICÍPIO DE SÃO BENTO/MA

*Miqueias Olin Amaral Ferreira; Benedito Alex Marques de Oliveira Santos*

### RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo propor um modelo de adequação ambiental para um empreendimento de lavagem de veículos automotores (lava a jato) no município de São Bento/MA, fundamentado em normas, marcos legais e outros instrumentos aplicáveis. Para isso, utilizou-se o método Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Os dados coletados foram inseridos na ferramenta para a criação de um formulário, a partir do qual foram identificados os aspectos e impactos ambientais, assim como o grau de criticidade de cada um em relação ao meio ambiente e à saúde humana, além das respectivas formas de controle. O método avaliou, de forma constante e minuciosa, todas as atividades desenvolvidas no empreendimento, com o intuito de identificar os aspectos e impactos ambientais inerentes, independentemente do atendimento às normas vigentes. Essas informações foram essenciais para a proposição de medidas de adequação ambiental economicamente viáveis. Dentre os principais pontos levantados, destacaram-se a necessidade de: implantação de um sistema de captação e reúso da água; substituição dos produtos químicos atualmente utilizados por biodegradáveis; fornecimento de equipamentos de proteção individual (EPI); instalação de caixas separadoras de efluentes; implementação de treinamentos para os funcionários; práticas de limpeza regular dos equipamentos; e, adicionalmente, a implantação da coleta seletiva dos resíduos sólidos. Assim, este trabalho visa incentivar pesquisas em outras áreas da gestão ambiental, em setores ou atividades que possam ter impactos ambientais semelhantes. Com a utilização dessas informações, será possível ampliar o conhecimento científico sobre a gestão ambiental e contribuir para o desenvolvimento de soluções mais eficazes para esse setor, que vem crescendo continuamente.

**Palavras-chave:** Adequação ambiental, Lavagem de veículos automotores, FMEA, Gestão ambiental

**Miqueias Olin Amaral Ferreira**, pós-graduando em licenciamento ambiental pela UNIMINAS EAD, possui graduação em gestão ambiental pelo Instituto Federal do Maranhão (IFMA).

**Benedito Alex Marques de Oliveira Santos**, Doutorando em Agronomia pela Universidade Federal da Grande Dourados - MS. Possui Mestrado em Sustentabilidade de Ecossistemas e Desenvolvimento Regional (PPGSE/UFMA, 2014). É especialista em Educação Ambiental e Gestão Interdisciplinar do Meio Ambiente (IESF-MA, 2011) e Graduado em Geografia (Licenciatura e Bacharelado, 2010) pela Universidade Federal do Maranhão. Atua com projetos de pesquisa nas áreas de Dinâmica da Paisagem, Avaliação de Impactos, Gestão Ambiental, Geotecnologias e Gestão de Resíduos. Possui trabalhos, de forma interdisciplinar, sobre Violência Urbana. Já atuou como consultor ambiental e em estudos sociais prestando serviços em adequação empresarial conforme legislação e normas vigentes. É Professor Efetivo do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal do Maranhão (IFMA)

# 1. INTRODUÇÃO

Os empreendimentos de lavagem automotiva, mais conhecidos como "lava jatos" e denominados neste estudo como lava a jato, são microempresas e, como tal, colaboram para o desenvolvimento das cidades ao participar da distribuição de renda, empregar pessoas e atender outros setores da economia. Mas também precisam se adequar às bases da sustentabilidade ambiental, não desperdiçando água nem outros insumos, tratando seus efluentes e reutilizando a água (SEBRAE, 2004 *apud* Costa, 2009).

Em municípios de pequeno porte, a escassez de pesquisas e estudos sobre adequação ambiental de lava a jatos é um grande desafio para implementar medidas ambientais apropriadas. Isso se deve à falta de acesso à informação tanto por parte dos órgãos públicos de fiscalização quanto empreendedores e proprietários dos empreendimentos (EPELBAUM, 1999). Nesse contexto, a realização deste trabalho é essencial para esses municípios, pois pode fornecer subsídios para o desenvolvimento de estratégias de gestão mais eficientes e sustentáveis para esse setor da economia.

O presente estudo foi realizado no município de São Bento, que pertence à microrregião da Baixada Maranhense, no Estado do Maranhão, localizado na latitude 02°41'45" sul e longitude 44°49'17" oeste. De acordo com o IBGE (2022), o município possui uma população de 46.397 habitantes em uma área de 468,892 km<sup>2</sup>, com uma frota de 8.042 veículos.

Inicialmente, foi realizado um levantamento detalhado das atividades desenvolvidas no empreendimento (lava a jato) no município de São Bento - MA, por meio de pesquisa de campo. Posteriormente, foi utilizada a pesquisa bibliográfica para analisar as legislações, normas e diretrizes ambientais aplicáveis aos lava a jatos.

O cenário do local escolhido para o presente trabalho de adequação ambiental mostra-se um desafio, pois atualmente não possui infraestrutura que atenda às normas e leis ambientais vigentes. A ausência de estruturas adequadas para a gestão de resíduos, tratamento de efluentes e controle do consumo de água exige um esforço abrangente para reestruturar e reorganizar as operações de lavagem de veículos.

Diante dessa lacuna, o trabalho proposto visa organizar a atividade desde o início, adotando uma abordagem holística que abrange desde a construção da infraestrutura até a implementação de práticas operacionais alinhadas aos padrões ambientais, com o objetivo de se tornar um modelo exemplar de sustentabilidade que promova a responsabilidade ambiental e social.

Posteriormente, os dados coletados foram analisados por meio de pesquisa qualitativa, fundamentada em uma abordagem epistemológica que busca compreender e interpretar a complexidade do mundo humano, reconhecendo a subjetividade e a diversidade de perspectivas dos sujeitos envolvidos. Adicionalmente, foi empregado o Método Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), ou Análise dos Modos de Falha e Seus Efeitos). A utilização do FMEA, aplicado a adequação ambiental, para a avaliação de riscos ambientais é um método simples para priorizar aspectos e impactos ambientais de acordo com uma escala de avaliação do seu grau de importância, permitindo, sempre que

possível e apropriado, o estabelecimento imediato de medidores preventivos ou correções (ANDRADE e TURRIONI, 2000).

Nesse contexto, o presente trabalho avaliou os impactos ambientais de um lava-jato situado no município de São Bento - MA, utilizando a metodologia FMEA. Assim, busca-se fornecer subsídios para o desenvolvimento de estratégias de gestão mais eficientes e sustentáveis. Ao propor ações mitigadoras que visam o bem-estar da sociedade e do meio ambiente, esta pesquisa contribuirá para a construção de um ambiente mais saudável, sustentável e equilibrado no município de São Bento, beneficiando tanto a sociedade local quanto o ecossistema em que está inserida.

## 2 Fundamentação Teórica

A água é um recurso natural essencial para a sobrevivência da vida no planeta, no entanto, a forma como esse recurso vem sendo utilizado faz com que sua qualidade já esteja comprometida em muitos lugares. As principais razões para o aumento do consumo de água incluem o crescimento populacional, o desenvolvimento industrial, a agricultura e outras atividades humanas (Soares *et al*, 2022).

Uma das atividades que requer um alto consumo de água é a atividade de lavagem de veículos automotores. Sabe-se que a crescente frota de veículos no Brasil tem demandado grandes volumes de água para limpeza, o que gera problemas socioambientais, afetando diretamente a qualidade e a quantidade deste recurso. Isso impõe a necessidade de um disciplinamento legal para este tipo de estabelecimento, pois até o momento não existe legislação específica no país que trate deste assunto (Neto *et al.*, 2015, p.3 *apud* Soares, *et al*, 2022).

Na atividade de lavagem de veículos, além do desperdício de água, são geradas grandes quantidades de resíduos. A água de lavagem pode conter diversos tipos de surfactantes, tanto biodegradáveis quanto não biodegradáveis, além de poeira, óleos lubrificantes, graxa, gasolina e todo tipo de resíduos gerados pelos veículos automotores (ASEVEDO e JERÔNIMO, 2012).

CETESB (2005), aborda que, o óleo e outros derivados de petróleo contêm substâncias que não desaparecem facilmente no meio ambiente. Essas substâncias causam vários danos ao meio e afetam a saúde humana por serem tóxicas, bioacumulativas, carcinogênicas, mutagênicas e teratogênicas (prejudiciais a gestantes).

A respeito da temática, há poucos estudos publicados sobre a adequação ambiental em lava a jatos, principalmente no nordeste brasileiro, o que resulta em escassez de informações sobre os procedimentos de adequação que os empreendedores podem adotar durante a implantação e operação da atividade, que é classificada como potencialmente poluidora.

É importante que os prestadores de serviços não degradem o meio ambiente, mas façam dele um elemento de competitividade para os negócios. Os estabelecimentos de lava a jatos que cumprem os requisitos legais de proteção ambiental têm um impacto positivo na população onde operam e evitam



multas e penalidades por parte das autoridades reguladoras (CABRAL, 2009).

Medeiros e Ribeiro (2020) ressaltam que, ao optar pela implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), as empresas demonstram seu comprometimento com a preservação ambiental. O SGA possibilita que as empresas façam a gestão de seus produtos e processos de forma a minimizar os impactos das atividades empresariais sobre o meio ambiente e as comunidades locais.

Segundo, Dias (2009), a implementação do SGA nas pequenas empresas ainda representa um desafio, pois requer investimentos significativos para atender às exigências da norma ISO 14001, por exemplo, que organiza e define os requisitos a serem cumpridos por meio de diversas ferramentas e sistemas padronizados. Medeiros e Ribeiro (2020, p.04), abordam que,

A implantação de um Sistema de Gestão Ambiental é fundamental no caso dos empreendimentos que podem causar impactos ambientais a partir da geração e do lançamento de resíduos sólidos e de efluentes líquidos. O aprimoramento da gestão ambiental é importante mesmo no caso dos empreendimentos de pequeno porte, como os lava a jatos.

Portanto, considerando essas questões, é possível afirmar que a implementação de estratégias como a reutilização e o controle eficaz de águas residuais se apresentam como medidas cruciais para pequenos empreendimentos, tendo em vista que essas práticas não apenas ajudam a reduzir o consumo de recursos hídricos, mas também desempenham um papel fundamental na preservação do meio ambiente. Além disso, ao adotarem estas iniciativas, os estabelecimentos não apenas cumprem normas regulamentares, mas também desfrutam de benefícios econômicos, como a redução dos custos operacionais associados ao consumo excessivo de produtos e ao tratamento ineficaz de resíduos.

Nesse contexto, a adequação ambiental torna-se um pilar essencial da gestão responsável na lavagem de veículos automotores, permitindo a mitigação dos impactos negativos gerados pela atividade e a promoção de uma atitude socialmente responsável.

### 3 Metodologia

Primeiramente, foi realizado um levantamento detalhado das atividades desenvolvidas no lava a jato no município de São Bento - MA, por meio de pesquisa de campo. Segundo Severino (2007, p.107)

Na pesquisa de campo, o objeto/fonte é abordado em seu próprio meio ambiente. A coleta dos dados é feita nas condições naturais em que os fenômenos ocorrem, sendo assim diretamente observados, sem intervenção e manuseio por parte do pesquisador. Abrange desde os levantamentos (surveys), que são mais descritivos, até estudos mais analíticos.

Dessa forma, foi possível realizar a observação direta dos processos e coletar dados com o proprietário e os funcionários do lava a jato, a fim de identificar os aspectos e impactos ambientais gerados por esse empreendimento.

Adicionalmente, utilizou-se a pesquisa bibliográfica para examinar as legislações, normas e diretrizes ambientais aplicáveis aos lava a jatos. De acordo com Severino (2007, p.106)

A pesquisa bibliográfica é aquela que se realiza a partir do registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores, em documentos impressos, como livros, artigos, teses etc. Utiliza-se de dados ou de categorias teóricas já trabalhados por outros pesquisadores e devidamente registrados. Os textos tornam-se fontes dos temas a serem pesquisados. O pesquisador trabalha a partir das contribuições dos autores dos estudos analíticos constantes dos textos.

Desse modo, foi realizada uma revisão de leis ambientais, estaduais e municipais, normas técnicas e outros documentos relacionados ao setor. Essa pesquisa bibliográfica fornecerá informações atualizadas sobre as normas vigentes, permitindo compreender as diretrizes ambientais que os lava a jatos devem seguir em termos de uso de recursos, tratamento de efluentes, gerenciamento de resíduos e outras práticas sustentáveis.

Posteriormente, os dados coletados foram analisados por meio da pesquisa qualitativa. Conforme Severino (2007), a pesquisa qualitativa se fundamenta em uma abordagem epistemológica que busca compreender e interpretar a complexidade do mundo humano, reconhecendo a subjetividade e a diversidade de perspectivas dos sujeitos envolvidos.

Nesse aspecto, por meio de técnicas como entrevistas em profundidade, observação participante e análise de conteúdo, a pesquisa qualitativa busca captar significados, valores e experiências dos indivíduos, permitindo uma compreensão mais rica e contextualizada dos fenômenos estudados (SEVERINO, 2007).

### **3.1 O método FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis* - Análise de Modos de Falha e seus Efeitos)**

A utilização do FMEA, aplicado à adequação ambiental, para a avaliação de riscos ambientais, busca priorizar aspectos e impactos ambientais de acordo com uma escala de avaliação do seu grau de importância, permitindo, sempre que possível e apropriado, o estabelecimento imediato de medidas preventivas ou corretivas (ANDRADE E TURRIONI, 2000).

O modelo proposto por Andrade e Turrioni (2000) pode ser utilizado para criar um formulário de análise estruturado em nove linhas a partir dos elementos apresentados (SOARES *et al.*, 2022). Os

caminhos para aplicação e implementação da ferramenta FMEA são mostrados no quadro 01, criado por estes dois autores.

As etapas de 1 a 5 descrevem o processo do serviço ou produto, para então identificar os aspectos ambientais que surgem deste processo e chegar aos impactos ambientais decorrentes. Em seguida, são identificadas as medidas de controle para cada um dos impactos (SOARES *et al.*, 2022).

As etapas de 6 a 8 abordam a avaliação da gravidade do impacto, a ocorrência da causa e o grau de detecção. Esses índices, segundo Vandenbrande (1998), avaliam o efeito do risco em relação à gravidade, à probabilidade de ocorrência e ao grau de detecção, para identificar uma causa do risco, visando seu controle. Os valores são estimados em uma escala de 1 a 10 e estão apresentados nos quadros 02, 03 e 04.

**Quadro 01-** Modelo de formulário estruturado de aplicação do método FMEA

|          |                                        |
|----------|----------------------------------------|
| <b>1</b> | <b>Etapas do processo</b>              |
| <b>2</b> | <b>Aspectos ambientais</b>             |
| <b>3</b> | <b>Impactos ambientais</b>             |
| <b>4</b> | <b>Causa potencial</b>                 |
| <b>5</b> | <b>Forma atual de controle</b>         |
| <b>6</b> | <b>Gravidade do impacto (G)</b>        |
| <b>7</b> | <b>Ocorrência da causa (O)</b>         |
| <b>8</b> | <b>Grau de detecção (D)</b>            |
| <b>9</b> | <b>Índice de Risco Ambiental (IRA)</b> |

**Fonte:** Adaptado de Andrade & Turrioni, 2000.

**Quadro 02-** Índice de criticidade da gravidade do impacto.

| <b>GRAVIDADE DO IMPACTO (G)</b>                                                                        | <b>Escala</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Difícilmente será visível/ muito baixa para ocasionar um impacto no meio ambiente                      | 1-2           |
| Não conformidade com a política da empresa/ Impacto baixo ou muito baixo sobre o meio ambiente         | 3-4           |
| Não conformidade com os requisitos legais e normativos/Potencial de prejuízo moderado ao meio ambiente | 5-6           |
| Sério prejuízo a saúde das pessoas envolvidas no serviço                                               | 7-8           |
| Há sérios riscos ao meio ambiente                                                                      | 9-10          |

**Fonte:** Adaptado de Vandenbrande (1998).

**Quadro 03-** Índice de ocorrência da causa do impacto

| <b>OCORRÊNCIA DA CAUSA (O)</b>                                                          | <b>Escala</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Remota – improvável que ocorra                                                          | 1-2           |
| Baixa – em casos isolados e baixa probabilidade de ocorrer em um semestre               | 3-4           |
| Moderada – há probabilidade de ocorrência em um semestre                                | 5-6           |
| Alta – ocorre regularmente, mais de uma vez por semestre                                | 7-8           |
| Muito alta – inevitável, grande probabilidade de ocorrer sempre que executa a atividade | 9-10          |

**Fonte:** Adaptado de Vandenbrande (1998).

**Quadro 04-** Índice de ocorrência do grau de detecção do impacto

| <b>GRAU DE DETECÇÃO (D)</b>                                                                                                                             | <b>Escala</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Detecção rápida e solução rápida – os controles atuais irão detectar de imediato os aspectos, de forma instantânea.                                     | 1-2           |
| Detecção em médio prazo e solução rápida – alta probabilidade de identificação do aspecto após sua ocorrência                                           | 3-4           |
| Detecção e solução em médio prazo – probabilidade moderada que o aspecto seja detectado ou um período razoável antes que uma ação possa ser tomada      | 5-6           |
| Detecção em médio prazo e solução a longo prazo – improvável que o aspecto seja detectado ou um período razoável de tempo para que uma ação seja tomada | 7-8           |
| Detecção em longo prazo e solução em longo prazo. Não será identificado o aspecto em nenhum período ou não há reação.                                   | 9-10          |

**Fonte:** Adaptado de Vandenbrande (1998).

Por fim, na etapa 9, temos o índice de risco ambiental (IRA), que representa o resultado do produto dos índices 6 e 7 (SOARES *et al.*, 2022).

Diante disso, observa-se que a ferramenta FMEA tem sido utilizada nas mais diferentes áreas de operação empresarial, conforme a literatura apresentada e discutida nas referências deste trabalho. Essas informações auxiliam na construção da ferramenta, permitindo a avaliação e identificação de elementos e impactos ambientais em vários setores, além de contribuir significativamente para a melhoria contínua, para o cumprimento das normas legais e para o direcionamento a um processo de gestão voltado para a sustentabilidade (SOARES *et al.*, 2022).

A aplicação do método FMEA consistiu na coleta de dados, identificando os processos e atividades relacionadas à lavagem de veículos, por meio de uma visita de campo. Em seguida, será criada uma escala de variação do IRA (Índice de Risco Ambiental), adaptada de Vandenbrande (1998) e Maciel e Freitas (2014), que será apresentada na Tabela 01. Essa tabela mostrará o grau de criticidade a partir

do produto das variáveis (G) (gravidade do impacto) x (O) (ocorrência da causa) x (D) (grau de detecção) = IRA, permitindo a classificação do índice de criticidade como muito baixo, baixo, médio, alto ou muito alto (SOARES *et al.*, 2022).

**Tabela 01-** Escala de variação do Índice de Risco Ambiental (IRA)

| <b>RISCO</b> | <b>VARIAÇÃO G.O.D</b> | <b>VARIAÇÃO DO IRA</b> |
|--------------|-----------------------|------------------------|
| Muito baixo  | 1-2                   | 1-8                    |
| Baixo        | 3-4                   | 9-56                   |
| Médio        | 5-6                   | 57-216                 |
| Alto         | 7-8                   | 217 – 512              |
| Muito alto   | 9-10                  | 513 - 1000             |

**Fonte:** Adaptado de Vandenbrande (1998) e Maciel e Freitas (2014).

Por fim, com base nos resultados, foi criado um formulário de análise estruturado em nove linhas, a partir do modelo proposto por Andrade e Turrioni (2000), aplicado ao lava a jato. O formulário apresenta: o ciclo do serviço, aspectos ambientais, impactos ambientais, forma atual de controle, gravidade do impacto (G), ocorrência da causa (O), grau de detecção (D) e o Índice de Risco Ambiental (IRA). Essas abordagens organizadas e estruturadas permitiram uma análise detalhada de potenciais falhas e a implementação eficaz de medidas corretivas (SOARES *et al.*, 2022).

Para isso, foram empregadas técnicas de análise de conteúdo e análise temática, visando interpretar os dados coletados e identificar as informações relevantes. Essa etapa permitiu compreender as práticas existentes no lava a jato, bem como identificar os aspectos e impactos ambientais.

## 4 Proposta de Adequação Ambiental de um Lava a Jato no Município de São Bento – MA

Após a coleta de informações do empreendimento, foram identificados os aspectos e impactos ambientais decorrentes das atividades realizadas no estabelecimento. O Quadro 05 apresenta esses aspectos e impactos ambientais identificados.

**Quadro 05-** Aspectos, descrição e impactos ambientais originados das atividades do empreendimento

| <b>Aspectos</b>                                               | <b>Descrição</b>                                                    | <b>Impactos</b>                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Uso de Flanelas e esponjas                                    | Utilizadas no processo de limpeza dos veículos                      | - Contaminação do solo e da água superficiais<br>- Degradação da fauna e flora                                         |
| Uso de Produtos químicos                                      | Utilizados no processo de lavagem dos veículos                      | Contaminação do solo e da água superficiais<br>- Degradação da fauna e flora<br>- Risco a saúde humana                 |
| Produção de Efluentes (óleo e derivados, produtos de lavagem) | resíduos líquidos do processo de lavagem e produtos.                | Contaminação do solo e da água superficiais e subterrâneas;<br>- Degradação da fauna e flora<br>- Risco a saúde humana |
| Descarte de Embalagens dos produtos químicos                  | embalagens de produtos químicos utilizados na lavagem               | Acúmulo de resíduo plástico<br>- Contaminação do solo e da água superficiais                                           |
| Consumo excessivo de água                                     | Quantidade significativa, de água utilizada no processo de lavagem  | - Escassez de recursos hídricos locais                                                                                 |
| Consumo excessivo de energia elétrica                         | Instalações inadequadas, consumindo excessivamente energia elétrica | - Risco de incêndio,<br>- Aumento nos custos                                                                           |

**Fonte:** Ferreira, 2024.

Dessa forma, foram identificados e descritos os seguintes impactos potenciais da atividade no empreendimento em estudo:

- ***Disponibilidade de água***

O empreendimento não controla a quantidade de água utilizada diariamente em suas atividades, uma vez que a utiliza sem qualquer regulação. Assim, percebe-se que, para manter sua operação, é consumida uma grande quantidade de água, caracterizando um cenário preocupante no atual contexto de escassez, especialmente considerando o elevado número de veículos em circulação.

- ***Contaminação do solo e águas superficiais e subterrâneas***

Não há medidas para reter os efluentes gerados no processo de lavagem dos veículos. É notório que o óleo e outras substâncias derivadas do petróleo contêm componentes que podem causar danos ao meio ambiente. Além disso, o descarte irregular desses efluentes polui as águas dos mananciais e lençóis freáticos, causando desequilíbrio no habitat aquático e alterando a qualidade desses corpos hídricos.



- ***Poluição por produtos químicos***

No processo de lavagem, são utilizados produtos como detergentes, ceras e metazil caseiro, que contêm substâncias surfactantes, aditivos e enzimas. Esses produtos podem poluir rios e lagos e, com a agitação das águas, formam uma camada de espuma na superfície, dificultando a entrada de oxigênio, essencial à vida aquática. Pode ocorrer também um aumento na concentração de nutrientes, resultando em eutrofização. Além disso, as cadeias enzimáticas dos detergentes são ramificadas, ao contrário das cadeias lineares dos microrganismos, o que impede que estes últimos quebrem essas moléculas, permitindo que os detergentes permaneçam na água sem se degradar. (NETO *et al.*, 2015, *apud* SOARES *et al.*, 2022).

- ***Geração de resíduos***

A atividade de lavagem de veículos automotores, além de gerar resíduos pesados, como graxas não solúveis, também produz resíduos como embalagens de produtos químicos, buchas utilizadas para aplicar cera e silicone, flanelas e esponjas, além de resíduos resultantes do processo de lavagem. Todos esses materiais, ao serem descartados no meio ambiente, contaminam o solo, o ar e as águas superficiais.

- ***Saúde da população***

A contaminação dos corpos hídricos locais pelos efluentes do empreendimento pode causar diversos danos à saúde da população abastecida, uma vez que a água lançada no esgoto, contendo produtos derivados do petróleo, graxas e detergentes, sem nenhum pré-tratamento, altera significativamente sua qualidade, tornando-a imprópria para consumo. Além disso, pode ocorrer a contaminação da fauna presente naquele manancial, como os peixes que servem de alimento para a comunidade local, resultando em contaminação indireta por meio da ingestão desses animais.

A aplicação do método FMEA, consistiu na análise dos aspectos e impactos ambientais decorrentes do serviço de lavagem convencional completa de veículos automotores no lava a jato. O Quadro 06 apresenta o formulário FMEA aplicado.



**Quadro 06** – Formulário FMEA aplicado ao empreendimento

| <b>Ciclo do serviço-<br/>lavagem<br/>convencional<br/>completa</b> | <b>Aspectos ambientais</b>                                                                       | <b>Impactos ambientais</b>                                                      | <b>Causa potencial</b>                                            | <b>Forma atual<br/>de controle</b> | <b>G</b> | <b>O</b> | <b>D</b> | <b>IRA</b>           |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------|----------|----------|----------------------|
| Enxágue                                                            | Geração de resíduos,<br>saúde da população,<br>trabalhador e fauna                               | Diminuição da<br>disponibilidade da água,<br>contaminação dos<br>mananciais     | Lançamento da água<br>utilizada na lavagem<br>no esgoto doméstico | Sem controle                       | 7        | 8        | 7        | 392<br>ALTO          |
| Uso de detergente                                                  | Geração de resíduos<br>ácidos sulfônicos e<br>aditivos neutralizantes                            | Contaminação humana<br>direta e indireta, poluição<br>de mananciais             | Contato direto com o<br>produto                                   | Sem controle                       | 9        | 9        | 7        | 567<br>MUITO<br>ALTO |
| Retirada do detergente                                             | Geração de resíduos<br>químicos e tóxicos<br>como ácidos sulfônicos<br>e aditivos neutralizantes | Disponibilidade da água,<br>quantidade e qualidade e<br>poluição dos mananciais | Contato direto e<br>indireto com água<br>contaminada              | Sem controle                       | 9        | 9        | 8        | 648<br>MUITO<br>ALTO |
| Uso de <i>metazill</i><br>caseiro                                  | Saúde do trabalhador,<br>geração de resíduos<br>químicos e tóxicos                               | Doenças dermatológicas e<br>respiratórias e poluição<br>por resíduos sólidos    | Contato direto e<br>indireto com o<br>resíduo                     | Sem controle                       | 9        | 9        | 9        | 729<br>MUITO<br>ALTO |
| Secagem                                                            | Geração de resíduos<br>como restos de metanol<br>caseiro e detergentes                           | Poluição do meio<br>ambiente                                                    | Forma inadequada<br>de descarte                                   | Sem controle                       | 9        | 8        | 7        | 504<br>ALTO          |



| <b>Ciclo do serviço-lavagem convencional completa</b> | <b>Aspectos ambientais</b>                | <b>Impactos ambientais</b>                                                                       | <b>Causa potencial</b>                                    | <b>Forma atual de controle</b> | <b>G</b> | <b>O</b> | <b>D</b> | <b>IRA</b>  |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------|----------|----------|----------|-------------|
| Aplicação da cera automotiva                          | Geração de resíduo e saúde do trabalhador | Poluição do meio ambiente, doenças respiratórias por inalação de gases                           | Ausência do uso de máscara e forma inadequada de descarte | Sem controle                   | 7        | 7        | 7        | 343<br>ALTO |
| Aspiração                                             | Geração de resíduo e saúde do trabalhador | Poluição do meio ambiente, doenças respiratórias por inalação de poeira                          | Ausência de uso de máscara, contato direto                | Sem controle                   | 7        | 7        | 8        | 392<br>ALTO |
| Limpeza dos pneus                                     | Geração de resíduo saúde do trabalhador   | Poluição do meio ambiente, doenças respiratórias e da pele pelo contato e pela inalação de gases | Ausência de máscaras e o contato direto                   | Sem controle                   | 8        | 9        | 7        | 504<br>ALTO |

Legenda: G: Gravidade do Impacto; O: Ocorrência da Causa; D: Grau de Detecção e IRA: Índice de Risco Ambiental

**Fonte:** Ferreira, 2024.

Com base nos resultados, é importante ressaltar a inexistência de riscos classificados como baixo ou médio, pois todas as etapas do serviço de lavagem convencional apresentam um Índice de Risco Ambiental (IRA) alto ou muito alto. Assim, de acordo com a Tabela 01, os passos 02, 03 e 04 do processo de lavagem convencional completa oferecido pelo empreendimento indicam um risco muito alto de degradação do meio ambiente, devido à geração de resíduos e produtos tóxicos presentes no efluente lançado no esgoto doméstico, com índices de 567, 648 e 729, respectivamente. Segundo o IRA, índices que variam entre 513 e 1000 são considerados de risco muito alto.

A etapa 01 do processo de lavagem, que é o primeiro passo do serviço, envolve a utilização de um grande volume de água para a remoção da sujeira mais pesada. Essa etapa representa um risco à disponibilidade de água e à poluição de mananciais, apresentando um índice de 392, classificado como alto, pois se encontra na faixa entre 217 e 512 no Índice de Risco Ambiental (IRA).

Os passos 05, 06, 07 e 08 do processo de lavagem apresentaram uma variação entre 343 e 504, sendo classificados como risco alto, uma vez que se encontram na faixa entre 217 e 512 no IRA. Os riscos altos associados a esses pontos incluem a poluição do meio ambiente e doenças respiratórias e dermatológicas para os trabalhadores, bem como a contaminação indireta da população.

Na escolha das etapas do serviço de lavagem completa convencional para análise no formulário FMEA, a decisão foi fundamentada na busca por uma compreensão abrangente dos potenciais impactos ambientais que cada etapa causa ao meio ambiente e à população. A etapa 01 envolve o enxágue, que utiliza grandes quantidades de água, resultando na diminuição da sua disponibilidade. A etapa 02 abrange a utilização de detergente, gerando resíduos de ácidos sulfônicos e aditivos neutralizantes, que contribuem para a degradação ambiental, e podem contaminar a população. Na etapa 03, a remoção do detergente gera resíduos químicos, causando poluição ambiental. A etapa 04 envolve o manejo de metazil caseiro, causando danos à saúde dos colaboradores e degradando o meio ambiente.

A etapa 05 refere-se à secagem, gerando resíduos como restos de produtos químicos (metazil caseiro e detergentes), resultando na poluição do meio ambiente. Na etapa 06, a utilização da cera automotiva causa danos à saúde dos funcionários e ao meio ambiente. A etapa 07, que envolve a aspiração, provoca poluição ambiental e doenças respiratórias nos colaboradores devido à inalação de poeira. Por fim, a etapa 08, que consiste na limpeza dos pneus, gera resíduos que poluem o meio ambiente e podem causar doenças respiratórias e dermatológicas pelo contato com os produtos químicos. Essas etapas específicas foram escolhidas para análise devido à sua representatividade nos impactos ambientais e sociais do processo de lavagem de veículos.

A utilização do Índice de Risco Ambiental (IRA) em cada uma dessas etapas permitiu quantificar e classificar os riscos associados, oferecendo uma visão clara da gravidade, ocorrência e detecção dos impactos ambientais. Assim, o IRA tornou-se uma ferramenta vital para priorizar e direcionar os esforços na implementação de medidas de adequação ambiental.

A proposta de medidas de adequação ambiental economicamente viáveis para o

empreendimento em estudo busca não apenas atender às exigências legais, mas também posicionar o empreendimento como um agente proativo na promoção da sustentabilidade e na construção de um legado ambientalmente responsável. Abaixo, estão descritas minuciosamente essas medidas, destacando a abordagem prática e eficaz adotada para promover a sustentabilidade no processo de lavagem.

### ***Implantação de um sistema de captação e reuso da água***

Para o empreendimento em estudo, a construção de um sistema de coleta e aproveitamento da água, juntamente com a reutilização da água utilizada na lavagem, apresenta-se como uma estratégia economicamente viável e ambientalmente sustentável. Uma alternativa eficaz para reduzir o consumo de água é a captação de água da chuva, regulamentada por leis nacionais e estaduais. Essa prática é especialmente adequada para atividades que não exigem água potável, como irrigação, descargas e lavagem de veículos.

### ***Substituição por produtos biodegradáveis***

A substituição por produtos biodegradáveis representa uma opção consciente e responsável para o estabelecimento, especialmente diante das crescentes preocupações ambientais em todo o mundo, além de ser viável economicamente. A utilização desses produtos, amplamente reconhecidos pela sociedade, ressalta a importância de usar os recursos de maneira sustentável e preservar a natureza. Os produtos biodegradáveis têm a capacidade de se decompor naturalmente, evitando a contaminação do solo, rios, lagos e ar. Certificações, como a ABNT NBR 15448, garantem que esses produtos atendem a padrões internacionais e passaram por rigorosos testes laboratoriais.

A escolha de produtos biodegradáveis não apenas preserva a biosfera e reduz o impacto ambiental, mas também oferece benefícios práticos. Eles são mais concentrados e eficientes, proporcionando um rendimento superior com dosagens menores. Além disso, esses produtos são mais seguros para a saúde, não causando danos à pele, intoxicações ou reações alérgicas em humanos e animais domésticos.

### ***Fornecimento de equipamentos de proteção individual (EPI)***

A implementação do fornecimento de EPIs é uma medida economicamente viável e essencial para promover a segurança e a saúde dos colaboradores do lava a jato. O uso de EPIs é crucial para a segurança do trabalhador e para evitar multas à empresa. Além disso, contribui para a melhoria da segurança dos funcionários e da qualidade de vida de todos na organização (PROMETAL EPIS, 2020).

Essa medida não apenas atende aos padrões de segurança do trabalho, mas também aumenta a produtividade, pois os funcionários protegidos se sentem mais seguros e confiantes ao realizar suas atividades.

### ***Instalação de caixas separadoras de efluente***

A caixa coletora de resíduos é um equipamento essencial para o tratamento de águas pluviais e efluentes industriais, destacando-se pela eficaz separação de sólidos sedimentáveis e óleos, conforme as diretrizes estabelecidas pelas resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). A resolução CONAMA nº 430/2011 aborda as condições e padrões de lançamento de efluentes, reconhecendo a caixa separadora de resíduos como uma medida recomendada para o tratamento prévio desses efluentes, garantindo que atendam às características exigidas antes de serem lançados em corpos d'água (CONAMA, 2011).

- ***Instalação de pisos impermeáveis***

A instalação de pisos impermeáveis destaca-se como uma opção economicamente viável para o lava a jato, pois oferece grandes vantagens no controle ambiental e na gestão adequada de resíduos líquidos. Esses pisos funcionam como uma excelente barreira contra líquidos, apresentando alta qualidade, durabilidade prolongada, resistência elevada e facilidade de limpeza. Além de proporcionar um acabamento estético de alta qualidade, são também muito econômicos, tornando-os uma escolha vantajosa (Engenharia de superfície, s.d)

Ao optar por pisos impermeáveis, o lava a jato reduz o risco de contaminação do solo e das águas subterrâneas, minimizando a dispersão de produtos químicos utilizados na lavagem de veículos.

- ***Treinamento aos funcionários***

A implementação de treinamentos para os funcionários representa uma medida economicamente viável e estratégica para promover a conscientização ambiental no lava a jato. Além de atender a exigências legais, o treinamento assegura que a equipe compreenda as políticas e procedimentos ambientais, fomentando práticas sustentáveis. Adicionalmente, os colaboradores são capacitados por meio de métodos inovadores em conformidade com as metas de sustentabilidade, como os princípios de ESG (Ambiental, Social e Governança).

- ***Práticas de limpeza regular dos equipamentos***

A implementação de práticas de limpeza é fundamental para assegurar a correta higienização e desinfecção de máquinas e equipamentos, eliminando quaisquer vestígios de sujeira acumulada. Além disso, é crucial eliminar tanto a sujeira visível quanto a não visível, que possa impactar a saúde dos funcionários (A voz da indústria, 2021).

No contexto da saúde humana, a manutenção regular dos equipamentos proporciona um ambiente de trabalho mais seguro para os colaboradores, minimizando os riscos de doenças respiratórias. Essa medida visa manter os equipamentos em bom estado de funcionamento, prolongando sua vida útil e evitando a necessidade de substituições frequentes, o que pode resultar em custos reduzidos.



- ***Materiais Biodegradáveis na Secagem***

Na etapa de secagem, uma medida economicamente viável e ecologicamente sustentável é a substituição por materiais biodegradáveis. Essa mudança envolve a substituição de produtos descartáveis ou sintéticos por panos ou tecidos naturais, como algodão ou fibras vegetais.

Esses materiais, além de serem mais amigáveis ao meio ambiente, contribuem para a redução da poluição causada pelos resíduos de metazil caseiro e detergentes. A utilização de panos reutilizáveis evita a necessidade constante de adquirir produtos descartáveis, beneficiando o meio ambiente e representando economia a longo prazo.

- ***Coleta seletiva dos resíduos sólidos***

Considerando a realidade de que muitos estabelecimentos não têm acesso a aterros sanitários, a implementação da coleta seletiva torna-se ainda mais crucial. Essa medida consiste na separação eficiente dos resíduos sólidos, classificando-os em categorias específicas, como plástico, papel, metal, vidro, não recicláveis e orgânicos. A destinação correta desses materiais pode reduzir os impactos ambientais causados pelos lixões.

Ao promover a coleta seletiva, mesmo em áreas onde a destinação final é precária, o empreendimento ajuda a reduzir a quantidade de resíduos depositados diretamente em lixões. Apesar dos desafios relacionados à destinação final, a coleta seletiva representa uma medida prática e economicamente viável, que pode ser adaptada às condições específicas do empreendimento, promovendo a responsabilidade ambiental e minimizando os impactos causados pelos resíduos sólidos.

## **5 Conclusão**

A atividade de lavagem de veículos automotores cresce cada vez mais com o aumento da frota automobilística em todo o Brasil, levando ao surgimento de empreendimentos que oferecem esse tipo de serviço. Na maioria das vezes, esses estabelecimentos não possuem licenciamento ambiental, ou seja, não estão de acordo com as normas e diretrizes para operar em uma atividade considerada altamente poluidora.

O estudo considerou um lava a jato sem estruturas adequadas para a gestão de resíduos, tratamento de efluentes e controle do consumo de água, além de não fornecer Equipamentos de Proteção Individual aos funcionários. Muitas vezes, os empreendedores desse setor não têm acesso a informações cruciais sobre os problemas ambientais e sociais que a lavagem de veículos pode causar no município, impactando o meio ambiente e a saúde humana.

Foi realizada uma pesquisa de campo no empreendimento, onde se fez um levantamento minucioso das atividades realizadas. Também foi realizada uma pesquisa bibliográfica para identificar as normas e diretrizes ambientais aplicáveis ao serviço de lavagem de veículos automotores.

Constatou-se que a lavagem de veículos automotores representa um potencial perigo ao meio ambiente e, conseqüentemente, à saúde humana, uma vez que demanda uma grande quantidade de

água para a lavagem de um único veículo. Essa água carrega consigo diversos produtos químicos, como graxas, ceras, solventes e óleos lubrificantes das peças do veículo. Ademais, foi identificado que o empreendimento não possui nenhuma forma de controle sobre os impactos ambientais e sociais.

As medidas de adequação ambiental propostas para o empreendimento incluem a implantação de um sistema de captação e reuso da água, a utilização de produtos biodegradáveis na lavagem dos veículos, o fornecimento de Equipamentos de Proteção Individual, a instalação de caixas separadoras de efluentes, a implementação de treinamentos para os funcionários, práticas de limpeza regular dos equipamentos, a utilização de materiais biodegradáveis na secagem e a implantação da coleta seletiva de resíduos sólidos.

Este trabalho visa fornecer informações importantes sobre os problemas decorrentes da lavagem de veículos no município de São Bento/MA e seus impactos para o meio ambiente e para a saúde humana, possibilitando a adoção de medidas mais eficazes para mitigar tais impactos. Ademais, espera-se que influencie positivamente outros empreendimentos do mesmo setor a tomarem consciência de suas ações em relação ao meio ambiente.

A utilização do método e ferramenta FMEA mostrou-se fundamental na realização do presente trabalho, com dados coletados na pesquisa de campo inseridos na ferramenta para a criação de um formulário. Nele, foram identificados os aspectos e impactos ambientais, bem como o grau de criticidade de cada um em relação ao meio ambiente e à saúde humana, além das formas de controle existentes.

Adicionalmente, conclui-se que o método FMEA contribuiu de maneira positiva para uma avaliação constante e minuciosa do serviço em relação à degradação ambiental e aos danos causados à saúde humana. Com a identificação dos aspectos e impactos ambientais, foram propostas medidas de adequação ambiental economicamente viáveis para o empreendimento.

Portanto, este trabalho incentivará pesquisas em outras áreas da gestão ambiental. Os resultados servirão de base para estudos futuros em outros setores ou atividades que possam ter impactos ambientais semelhantes. A utilização dessas informações permitirá ampliar o conhecimento científico sobre a gestão ambiental e contribuir para o desenvolvimento de soluções mais eficazes.

Por fim, a investigação sobre os impactos ambientais das operações de lavagem de automóveis em São Bento/MA é considerada de suma importância. Compreender esses impactos, propor medidas de melhorias e difundir boas práticas sustentáveis pode contribuir para a construção de um ambiente mais saudável, sustentável e atrativo para a população, além de fomentar pesquisas sobre a temática, tanto em âmbito local quanto regional e nacional.

## Referências

- A VOZ DA INDÚSTRIA. Limpeza de máquinas e equipamentos: quando e como fazer? 2021. Disponível em: <https://avozdaindustria.com.br/gestao/limpeza-de-maquinas-e-equipamentos-quando-e-como-fazer>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024.
- ANDRADE, M. R. S; TURRIONI, J. B. Uma metodologia de análise dos aspectos e impactos ambientais através da utilização do FMEA. ENEGEP, USP/POLI-SP, 2000.
- ASEVEDO, K.C.S. JERÔNIMO, C.E.M. Diagnóstico ambiental de postos de lavagem de veículos (lava-jatos) em Natal-RN; Scientia Plena Vol.8, N.11; 2012.
- CABRAL, B. F.; GUMIEL, F.; SANTOS, I. G.; JUSTINO, T. Impactos socioambientais dos lava-jatos da cidade de Palmas - TO. Universidade Católica do Tocantins, 2009.
- CETESB (2005). Efeitos do óleo nos organismos. 2005. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção, 35., 2015, Fortaleza.
- CONAMA, Conselho nacional do meio ambiente - Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, ou seja, as características que os efluentes devem atender antes de serem lançados em corpos d'água. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 maio 2011. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114770>. Acesso em: 21 de janeiro 2024.
- COSTA, M. J. C; SOUSA, J. T; LEITE, V. D; LOPES, W. S; SANTOS, K. D; Impactos socioambientais dos lava-jatos em uma cidade de médio porte. Revista Saúde e Ambiente; v. 8, n. 1, p. 32-38, 2009.
- DIAS, R. Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade. São Paulo: Atlas, 2009. Disponível em: <http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasghislaine/iso-14001-2004.pdf>.
- ENGENHARIA DE SUPERFÍCIE. Saiba mais sobre o piso impermeável, s.d. Disponível em: <https://engenhariadesuperficie.com.br/piso-impermeavel/saiba-maissobre-o-piso-impermeavel/> Acesso em: 21 de janeiro de 2024
- EPELBAUM, M. ISO 14001 um Balanço da Implementação de Sistemas de Gestão Ambiental no Brasil. Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 5., São Paulo, 1999.
- FERREIRA, Miqueias Olin Amaral. Proposta de adequação ambiental de uma empresa de serviços de lavagem de veículos automotores (lava-jato) no município de São Bento MA.Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gestão ambiental). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus, Pinheiro -MA, 2024.
- IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Brasil/Maranhão, São Bento, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/saobento/pesquisa/22/28120>. Acesso em: 25 de janeiro de 2024
- MACIEL, D.S. C; DE FREITAS, L. S. Utilização do método FMEA na identificação e análise dos impactos ambientais causados pelos postos de combustíveis: um estudo de caso. Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria, v. 7, n. 4, p. 570-789, 2014.
- MEDEIROS, Izaura Helena de Almeida; RIBEIRO, Christian Ricardo. Diagnóstico da gestão de resíduos sólidos e de efluentes líquidos em lava a jatos localizados no município de Bom Jardim de Minas Gerais. 2020.
- NETO, L.C.G. SENNA, L.B.; SANTOS, P.D.D. NASCIMENTO, F.R.A. Análise dos impactos ambientais na lavagem de automóveis. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção, 35., 2015, Fortaleza.
- PROMETAL EPIS. A importância do uso do EPI e a conscientização, 2020. Disponível em: <https://prometalepis.com.br/blog/a-importancia-do-uso-do-epi/>. Acesso em 21 de janeiro 2024.
- SEBRAE (2004). Experiências SEBRAE com implantação de gestão ambiental em micro e pequenas empresas. Brasília, 76 pp.
- SEVERINO, Antônio Joaquim. Metodologia do trabalho científico, [livro eletrônico], 23. ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2007.

SOARES, JANE ARIMERCIA SIQUEIRA; SOARES, Renata Maria Brasileiro Sobral; BAROSA, Erivaldo Moreira. APLICAÇÃO DO MÉTODO FMEA PARA IDENTIFICAR ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS NO LAVA-JATO ALFA NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE-PB: UM ESTUDO DE CASO. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 11, n. 2, p. 83-103, 2022.

VANDENBRANDE, W. W. How to use FMEA to reduce the size of your Quality toolbox. Quality progress, v. 31, n. 11, p. 97, 1998.

# EIXO IV

MUDANÇA DO CLIMA







BR 319/AM Foto DNIT

## ANÁLISE DE RISCO DE INUNDAÇÃO DE ESTAÇÕES FERROVIÁRIAS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

*Cristiene Nascimento Ribeiro; Andréa Souza Santos*

### RESUMO

A mudança climática tem impactado sistemas de transportes devido ao aumento na frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, como fortes chuvas e inundações. Este estudo teve como objetivo ranquear o risco de inundação em estações ferroviárias do Rio de Janeiro utilizando o método ELECTRE, uma avaliação multicritério que considera a proximidade das estações ferroviárias com os rios, a altimetria, a porcentagem de urbanização e os eventos extremos de precipitação. Os resultados indicam que a estação ferroviária de Olaria é a mais vulnerável a inundações. O método ELECTRE demonstrou uma acurácia de aproximadamente 58% ao analisar o risco de inundações quando comparado aos dados de paralisação, considerando o espaço geográfico. Essa acurácia indica uma precisão moderada na identificação de estações vulneráveis. No entanto, é importante destacar que a margem da acurácia foi limitada pela subnotificação e pela falta de dados confiáveis sobre eventos de paralisação. Uma comparação direta com outros métodos multicritérios, não foi realizada devido à indisponibilidade de dados consistentes para validar plenamente o desempenho de qualquer método.

**Palavras-chave:** Mudanças Climáticas, Infraestrutura, Ferrovia, Inundações.

**Cristiene Nascimento Ribeiro**, mestre em Engenharia de Transportes pela UFRJ, bacharela e Licenciada em Geografia pela UERJ. Tem experiência em projetos de planejamento rural e urbano e atuou como consultora técnica no projeto AdaptaVias junto ao Ministério da Infraestrutura. Foi organizadora do livro “MovimentAs: Direito à Mobilidade, Discurso e Gênero” e pesquisadora no Observatório de Trens, além do Laboratório de Transporte Sustentável (LabTS) do Programa de Engenharia de Transportes da COPPE/UFRJ, atualmente é gerente de Mobilidade Sustentável na Secretaria de Meio Ambiente e Clima, e compõe a direção da Associação de Geógrafos Brasileiros.

**Andréa Souza Santos**, Professora do Programa de Engenharia de Transportes da COPPE - UFRJ. Foi coordenadora de Mudança do Clima e Sustentabilidade no Ministério do Meio Ambiente. Foi Secretária Executiva do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, contratada pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. É pesquisadora e Coordenadora do Laboratório de Transporte Sustentável (LabTS) e atua nas linhas de pesquisa sobre Tecnologia e Sustentabilidade em Transportes; Cidades e mobilidade; mudança climática e transportes. Foi Autora Colaboradora do AR6 do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) e Autora do Third Assessment Report (ARC3.3) da Urban Climate



Change Research Network (UCCRN) da Columbia University, é co-diretora do Hub da UCCRN para a América Latina e pesquisadora da Rede Clima/ MCTI.

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Caracterização da RMRJ

A Região Metropolitana do Rio de Janeiro está localizada entre os trópicos, o que propicia temperaturas médias elevadas durante todo o ano, e o verão é marcado pela formação de nuvens convectivas, que se estende desde a Amazônia até o Oceano Atlântico, conhecida como Zona de Convergência do Atlântico Sul. A combinação do clima tropical com a proximidade do mar e a presença da cadeia de montanhas, torna a região especialmente exposta às chuvas intensas (DERECZYNSKI et al., 2009). A temperatura elevada e a umidade relativa do ar podem criar um ambiente favorável para a formação de tempestades e chuvas mais intensas.

A precipitação registrada no Estado do Rio de Janeiro, especificamente na região serrana, em 21 de março de 2022, é um exemplo vívido dos eventos extremos que historicamente têm impactado essa região. Esse episódio registrou a maior quantidade de chuva em um período de 10 horas na história da região, que era 255,6 milímetros (INMET, 2022), embora seja importante notar que índices pluviométricos elevados sejam frequentes durante o verão local.

Foram impressionantes 534 milímetros de chuva acumulados em 24 horas, conforme dados da Defesa Civil (BLAUDT et al., 2023), resultando em danos significativos, como a destruição de estradas, deslizamentos de terra, inundações e a interrupção dos serviços de transporte, além das perdas humanas que são incalculáveis, neste evento foram registrados 233 óbitos. (GANDRA, 2022). Eventos dessa natureza se tornam ainda mais devastadores em áreas densamente povoadas, devido a maior quantidade de perdas humanas e materiais.

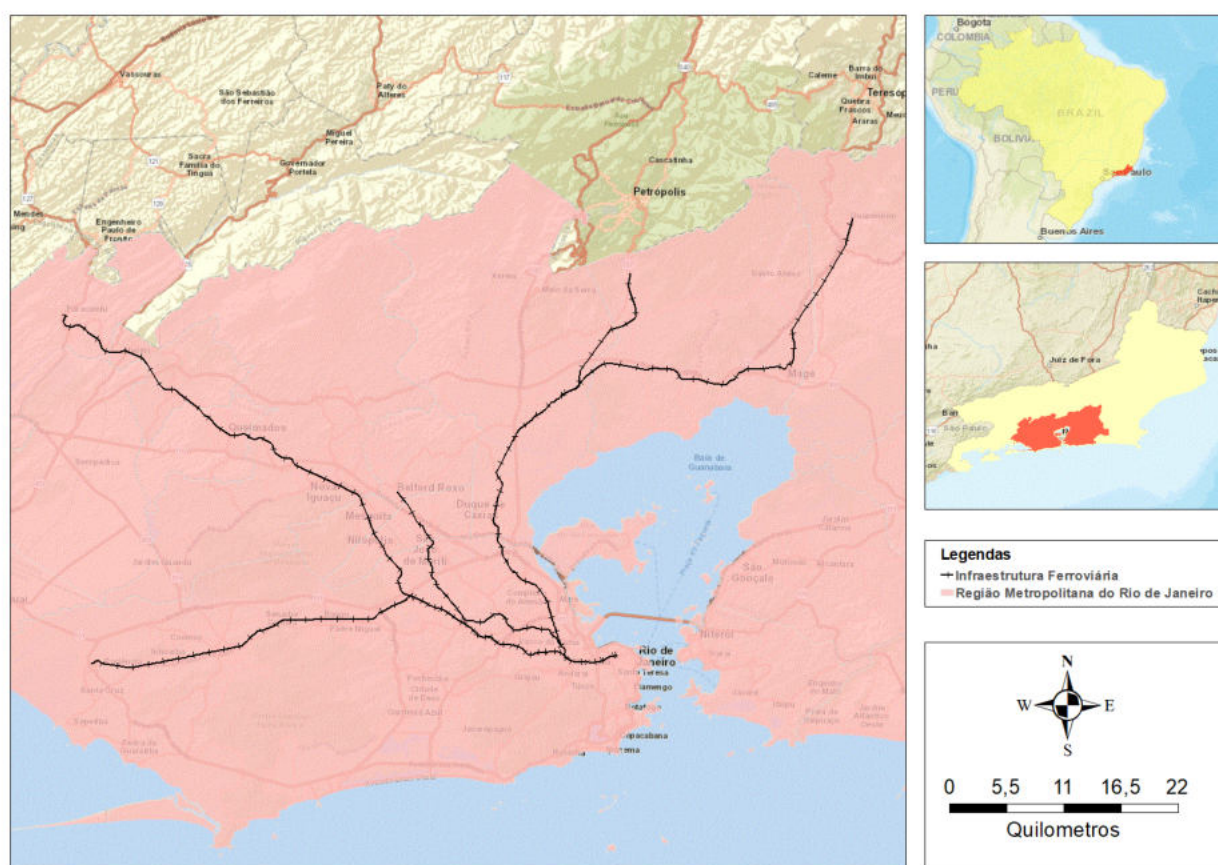
Os eventos extremos mais recorrentes na região são enxurradas, inundações e movimentos de massa, Atlas Brasileiro de Desastres Naturais de 1991 a 2012 Volume Rio de Janeiro (CEPED - UFSC, 2013). Entre os anos de 1995 e 2014, gastou-se 1.817 milhões em reais em recursos privados e 1.788 milhões de reais em recursos públicos no estado do Rio de Janeiro, segundo o Relatório de Danos Materiais e Prejuízos decorrentes de Desastres Naturais no Brasil de 1995 a 2014 (CEPED - UFSC, 2016). O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC, em inglês), no seu sexto relatório alerta que os eventos climáticos extremos serão ainda mais intensos nos próximos anos (IPCC, 2014).

O Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática destaca que as mudanças do clima estão provocando um aumento na frequência de eventos climáticos extremos, como tempestades, inundações, secas e incêndios florestais (IPCC, 2022). Nicolodi e Petermann (2010) observam que a Região Metropolitana do Rio de Janeiro demonstra vulnerabilidade, variando de alta a muito alta, em relação às mudanças do clima, que incluem o aumento da temperatura e o aumento do nível do mar. Isso é corroborado por Dilley et al. (2005), que destacam o risco de inundações na região.

## 1.2 A infraestrutura Ferroviária da RMRJ

O sistema de transporte ferroviário de passageiros na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), mapa 1, tem uma história que remonta ao ano de 1858, quando foi inaugurada a primeira estrada de ferro do Brasil (ABREU, 2006). A partir daí, sua expansão se dirigiu para Belém, distrito da antiga região chamada Nova Iguaçu, atualmente conhecido como município de Japeri, localizado no interior da antiga província do Rio de Janeiro. Esse crescimento influenciou a direção de desenvolvimento da região (ABREU, 2006), ainda durante o período imperial brasileiro. Propriedade da Companhia Estrada de Ferro Dom Pedro II, o sistema era conhecido pelo mesmo nome até ser rebatizado como Estrada de Ferro Central do Brasil, em 1889, nome que permanece até hoje.

Mapa 1 - Mapa da Infraestrutura ferroviária da RMRJ



Fonte: Elaboração própria, 2024

Ao longo da história do sistema ferroviário da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), foram escassos os investimentos, marcados por políticas públicas que resultaram no fechamento de estações e na redução da malha ferroviária (PAULA, 2010). A Companhia Estrada de Ferro Dom Pedro II ficou em responsabilidade do estado do Rio de Janeiro e não mais do governo federal, a ferrovia foi concedida à Supervia em 1998. Esta concessionária se tornou responsável pelo transporte diário de mais de 300 mil pessoas e atende a um público anual que ultrapassa os 100 milhões de passageiros nos trens

metropolitanos, conforme dados da Agência Reguladora de Serviços Públicos Concedidos de Transportes Aquaviários, Ferroviários, Metroviários e de Rodovias do Estado do Rio de Janeiro (AGETRANSP, 2022). A atual concessionária atende doze dos dezenove municípios da região metropolitana do Rio de Janeiro, a segunda maior do país, operando um percurso de 207 km de linhas férreas, que inclui um total de 104 estações.

As áreas mais baixas da RMRJ são naturalmente composta por amplas planícies fluviomarinhas, significativas áreas de mangue e desembocaduras de rios sinuosos, nos quais as cheias são corriqueiras, especialmente próximas à sua foz, que deságua na Baía de Guanabara (CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2000), porém é nessa região que a quarta maior cidade da América Latina está localizada, conforme o relatório "Cadernos Rio+Social" de 2017 (Nações Unidas e Prefeitura do Rio de Janeiro, 2017), bem como cinco dos oito ramais ferroviários. Devido às características urbanas, como o adensamento populacional, e às características geográficas, a cidade apresenta um alto risco de inundações. (Guerra & Zacharias, 2015).

Nos últimos 10 anos, de acordo com o relatório técnico da Agência Reguladora de Serviços Públicos Concedidos de Transportes Aquaviários, Ferroviários, Metroviários e de Rodovias do Estado do Rio de Janeiro (2022) e alguns jornais de ampla circulação, o serviço ferroviário de passageiros foi interrompido diversas vezes, com um aumento anual nas paralisações devido a eventos de precipitação. Por exemplo, em 2011 houve apenas uma paralisação registrada, porém em 2022 foram 32 interrupções causadas por chuvas. É importante ressaltar que existem algumas incongruências nos dados da AGETRANSP, é possível observar que há jornais que relatam paralisações que não são registradas pela agência.

A operação do transporte ferroviário pode estar em potencial risco relacionado a eventos climáticos extremos, os quais têm um alto potencial de causar danos à infraestrutura ferroviária, (RIBEIRO E SANTOS, 2015) e, conseqüentemente, prejudicar a oferta do serviço de transporte. Os eventos extremos relacionados a precipitações são um dos riscos mais iminentes, podendo causar pelo menos um terço das perdas totais no mundo, decorrentes de desastres naturais (BERG, 2017).

Dessa forma o objetivo deste trabalho é mapear e ranquear o potencial risco de inundação nas áreas das estações ferroviárias do município do Rio de Janeiro, utilizando o método ELECTRE (*Elimination Et Choix Traduisant la Réalité*), uma avaliação multicritério que neste trabalho considerou a proximidade com os rios, a altimetria, a porcentagem de urbanização, bem como os eventos extremos de precipitação como critérios que quando somados, formam um ranqueamento das estações com o maior e menor risco de inundação.

## 2 Desenvolvimento

### 2.1 Objetivo

O objetivo central é propor um procedimento de análise de risco climático e avaliar o potencial risco de inundação associado a precipitações extremas nas estações ferroviárias do município do Rio de Janeiro. Para isso, foi realizado o mapeamento do ambiente construído no qual o sistema de transporte está inserido, considerando quatro fatores: bacia hidrográfica, hipsometria, precipitação e a área urbanizada. Foi utilizada a metodologia multicritério para ranquear as estações com maior risco de inundações.

### 2.2 Metodologia

A metodologia consiste em considerar estações ferroviárias localizadas no município do Rio de Janeiro e quatro critérios, optou-se por realizar uma análise multicritério para fornecer uma abordagem abrangente na classificação das estações de trem quanto ao risco de inundação. Para isso, foi aplicado o método ELECTRE, já utilizado com êxito em trabalhos similares (MUSTAFA et al., 2021, CASTRO e BATISTA, 2023).

O método ELECTRE, “Eliminação e Escolha como Expressão da Realidade,” visa reduzir o conjunto de alternativas com base no conceito de dominância, oferecendo uma abordagem flexível para a tomada de decisão. Este método não exige uma comparação direta entre as alternativas, mas compara os pesos de cada critério escolhido.

A análise de superação, parte desse método, considera a noção de razão de substituição e a capacidade de veto, utilizando os princípios de concordância e discordância. As relações de superação permitem analisar se uma alternativa é tão competente quanto outra, exigindo respaldo suficiente dos critérios e pesos para endossar essa proposição (princípio da concordância) e a objeção da minoria não se opõe (princípio da discordância).

O método de superação inclui tabelas de concordância e discordância. A tabela de concordância reflete situações em que a alternativa A é preferível à B, enquanto a de discordância ocorre quando não há critérios que favoreçam B em relação a A.

Nesta etapa devem ser atribuídos pesos aos critérios escolhidos, que neste caso são altimetria (altura da estação em relação ao nível do mar), proximidade com rios (representada por valores binários, isto é, 1 ou 0), área urbanizada (porcentagem) e eventos extremos (soma dos eventos ocorridos na área da estação), os pesos foram baseados em observações locais e mapeamento.

Os dados, de diferentes origens, escalas e unidades, precisam ser normalizados para permitir uma comparação possível, para isso utilizou-se a fórmula 01. Onde é considerado que o valor normalizado é igual ao valor analisado como por exemplo a altimetria da estação ferroviária, esse valor é dividido e pelo somatório dos valores da mesma coluna do critério altimetria.

$$Valor_{normalizado} = \frac{Valor_{analisado}}{Somadosvalores} \quad (01)$$

A construção da planilha de concordância considera critérios para maximização ou minimização. Por exemplo, a altimetria deve ser minimizada, pois altitudes baixas indicam maior risco de inundação, enquanto outros critérios, como eventos extremos, devem ser maximizados, pois uma quantidade maior de eventos extremos indica maior risco. Para exemplificar, usamos as estações de Manguinhos e Praça da Bandeira. A concordância é estabelecida quando Manguinhos supera Praça da Bandeira em determinado parâmetro como altimetria, dessa forma Manguinhos acumula os pesos correspondentes.

A elaboração da planilha de discordância é complexa, pois compara cada estação com todas as outras, seguindo a fórmula de Discordância, conforme fórmula (2):

$$D = \frac{Dif.Critério}{Amplitude} \quad (2)$$

Onde D é igual a discordância e "Dif. de Critério" representa a diferença entre os 4 critérios comparados a cada um dos outros critérios das 60 estações, enquanto "Amplitude" corresponde à diferença entre o maior e o menor valor do critério. Após calcular os valores de discordância para cada critério, selecionamos o maior desses valores para a construção da matriz de discordância. Com as tabelas de concordância e discordância, elaboramos as matrizes correspondentes e determinamos o "umbral de comparação", como representado nas fórmulas 3 umbral de preferência e 4 umbral de preferência. A soma dos valores de concordância é dividida pela quantidade de valores somados, e esses umbrais servem como parâmetros de comparação para a montagem da tabela de superação.

$$\bar{p} = \frac{\sum_i \sum_j c_{ij}}{n(n-1)} \quad (03)$$

$$\bar{q} = \frac{\sum_i \sum_j d_{ij}}{n(n-1)} \quad (4)$$

Na tabela de concordância, procuramos pelo valor acima do umbral  $\bar{p}$  calculado, e na tabela de discordância, buscamos o valor abaixo do umbral  $\bar{q}$  calculado. Valores de concordância maiores que  $\bar{p}$  e de discordância menores que  $\bar{q}$  são usados na formação da tabela de superação. Quando duas alternativas são comparadas e o valor de concordância é maior que  $\bar{p}$  e o de discordância é menor que  $\bar{q}$ , a alternativa recebe o valor 1, indicando que superou a alternativa comparada.

Na etapa de avaliação, construímos a tabela de dominância, somando os valores da linha da tabela de superação com os valores da coluna correspondente. A classificação das estações com maior risco é estabelecida com base na alternativa que apresenta o maior valor após a soma dos valores da



linha com a coluna, considerando a diferença entre elas. As estações são então classificadas de acordo com o método, permitindo a visualização de uma classificação de risco das estações ferroviárias frente as inundações.

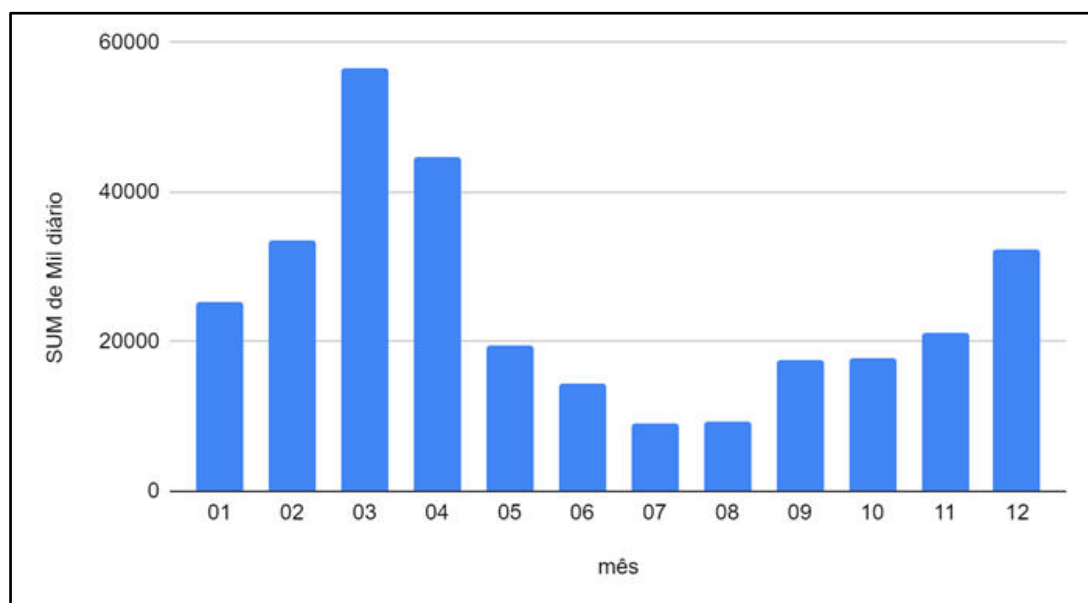
## 2.3 Mapeamento e Análise do entorno das estações

Para o desenvolvimento desta análise foram explorados indicadores de risco climático, associados às áreas das estações do sistema ferroviário no município do Rio de Janeiro. A análise foi dividida em quatro indicadores: altimetria, eventos de precipitação acima de 50 milímetros, proximidade com corpos d'água e a porcentagem de área urbanizada. Os indicadores, separadamente, trazem bastante informações sobre o ambiente onde as estações do sistema ferroviário se encontram, mas a avaliação desses indicadores de forma conjunta demonstra o potencial risco.

O regime de chuvas é fundamental para compreender as inundações e paralisações na ferrovia que são tratadas neste trabalho. O clima e a carga transportada são os dois maiores causadores de degradação nas ferrovias (FRANÇOISE e DEMIREL, 2012).

O município do Rio de Janeiro está em uma faixa de clima tropical, caracterizado por fortes precipitações no verão e aumento da temperatura. Entre novembro e março ocorrem 81,3% das precipitações anuais, enquanto no inverno há uma queda na temperatura e períodos mais secos (AMORIM et al., 2014). Esse padrão é confirmado pelo estudo histórico de precipitação mensal (1961-1990) de Dereczynski et al. (2017), com dados recentes apresentados no gráfico 1. Os dados de precipitação desse trabalho foram baseados na coleta, compilação e análise das precipitações registradas entre 2010 e 2022 das 12 estações telemétricas que estão no máximo 3km de distâncias da infraestrutura ferroviária do município do Rio de Janeiro.

Gráfico 1: Soma dos totais de precipitação por mês



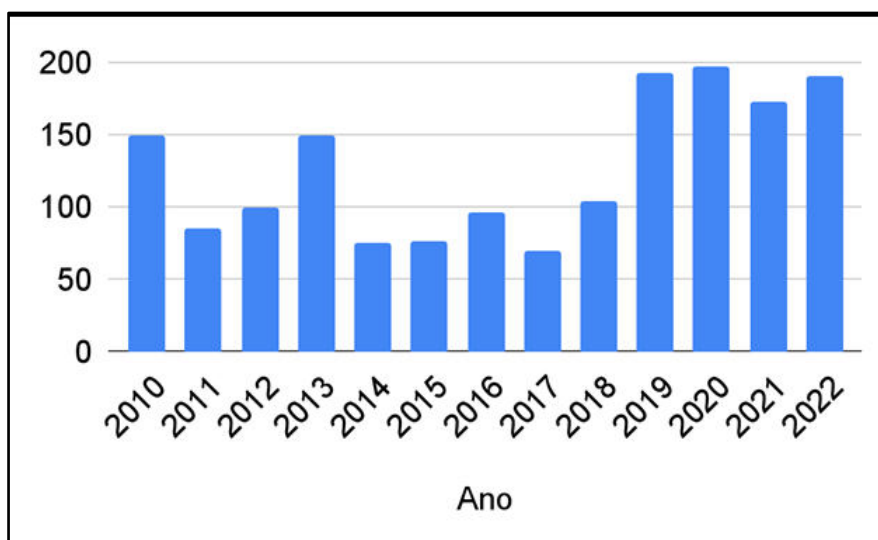
Fonte: Ribeiro C. (2023).

O estudo de Dereczynski et al. (2009) indica que as máximas de precipitação ocorrem perto dos maciços, ou seja, formações geológicas de grande extensão composta por rochas sólidas. Esses maciços atuam como barreiras geográficas, impedindo a passagem de nuvens mais densas, causando precipitação após o contato com essas barreiras, em apenas uma das vertentes do maciço. No verão, as precipitações são mais intensas devido ao caráter convectivo e à brisa marinha. O ar aquecido e úmido forma nuvens, e nas áreas de maior altitude ocorre a condensação e precipitação, com chuvas frequentes no final da tarde, indica Dereczynski et al. (2009).

Eventos de precipitação são considerados extremos quando o total diário é maior ou igual a 50 milímetros (TEIXEIRA e SATYAMURTY, 2007). Dereczynski et al. (2017) classificam como extremo quando há danos à população local ou precipitações diárias de 100 milímetros (mm) ou mais. Neste trabalho, foi considerada chuva extrema a partir de 50 milímetros, pois de acordo com a comparação do acúmulo de precipitação diária nos dias e estações que foram paralisadas, 50 milímetros demonstraram-se suficiente para causar paralisações no sistema ferroviário.

O gráfico 2 mostra a soma de eventos de precipitação entre 2010 e 2022 com mais de 50 milímetros em 24 horas. Nos anos de 2010 e 2013, houve até 150 eventos extremos; entre 2011 e 2012, a média foi menor, com um máximo de 100 eventos. De 2014 a 2018, a média ficou entre 60 e 100 eventos ao ano. Contudo, a partir de 2019, mais de 170 eventos extremos foram registrados anualmente, mostrando um aumento significativo. Esses dados podem mostrar a relação entre as paralisações do sistema ferroviário, pois como exposto anteriormente, a AGETRANSP informa que desde 2010 houve um aumento nas paralisações, chegando a 32 paralisações em 2022.

Gráfico 2: Soma dos eventos extremos por ano

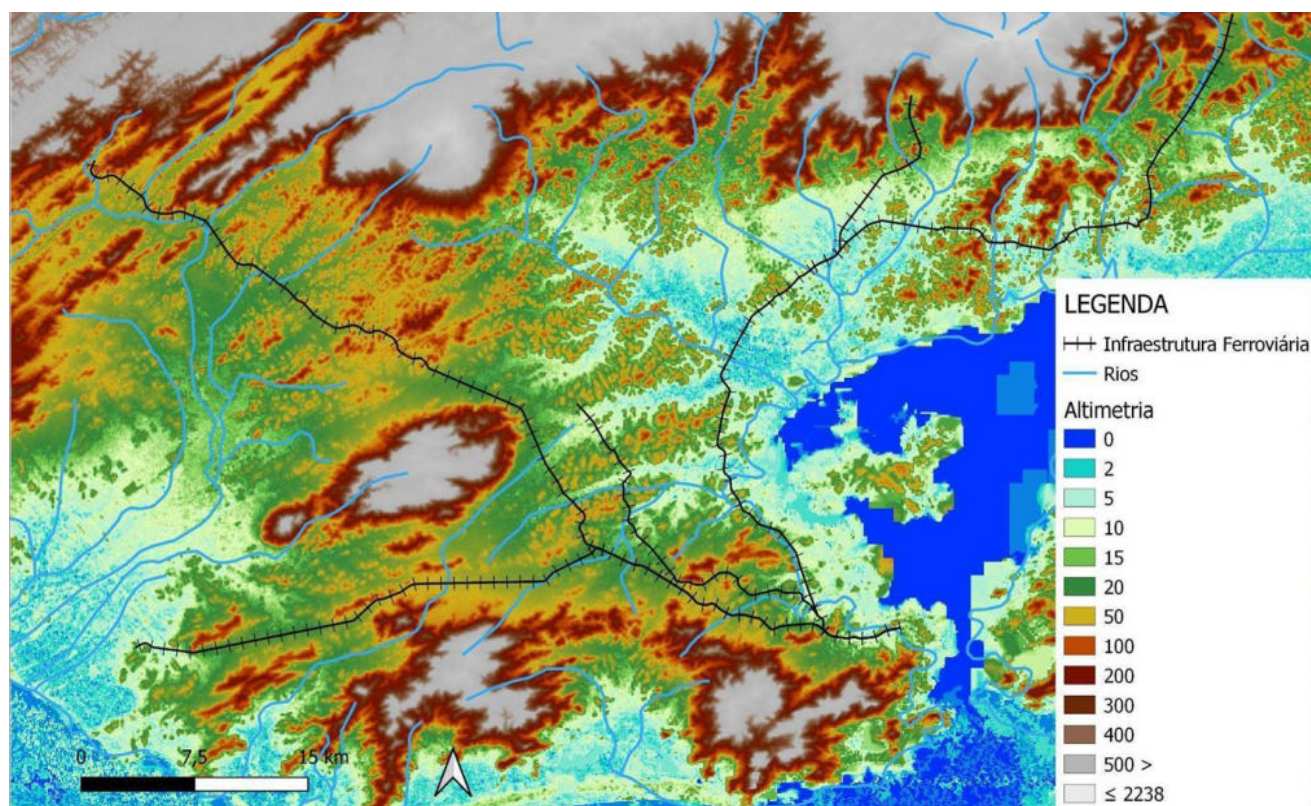


Fonte: Ribeiro C. (2023).

A topografia da região estudada foi mapeada e analisada, pois o risco da infraestrutura em relação às mudanças climáticas está ligado à região onde ela está inserida. O município do Rio de Janeiro está margeado ao norte pelo Maciço do Mendanha (Gericinó), de altitude superior a 800 metros acima do nível do mar, um maciço cuja vertente é drenada para a baía de Guanabara. O Maciço da Tijuca, também se trata de um maciço com picos que chegam a 1021 metros de altitude acima do nível do mar. Por último, o Maciço da Pedra Branca, conta com picos que chegam até a 1024 metros de altitude. Ambos com as mesmas características de drenagem do Maciço do Mendanha (mapa 2)

Os maciços que formam a geografia do Rio de Janeiro têm alto potencial de vulnerabilidade a eventos de erosão e movimentos de massa, principalmente pela perda da cobertura florestal e intensa ocupação urbana (CPRM, 2000). A maior parte da ocupação urbana ocorre nas áreas de planícies e morros que não passam de 300 metros de altitude, onde o sistema de ferrovias está localizado, como pode ser visto no mapa 2 (construído no Quantum GIS, um software de Sistema de Informação Geográfica a partir de ortofotos da EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), é importante ressaltar que aos corpos d'água, pouco antes de desaguar na sua foz, passam próximo a infraestrutura. As áreas de planície são mais predispostas a sofrerem inundações, principalmente quando se encontram próximas à área de escoamento das montanhas.

Mapa 2: Mapa hipsométrico e a infraestrutura ferroviária da RMRJ

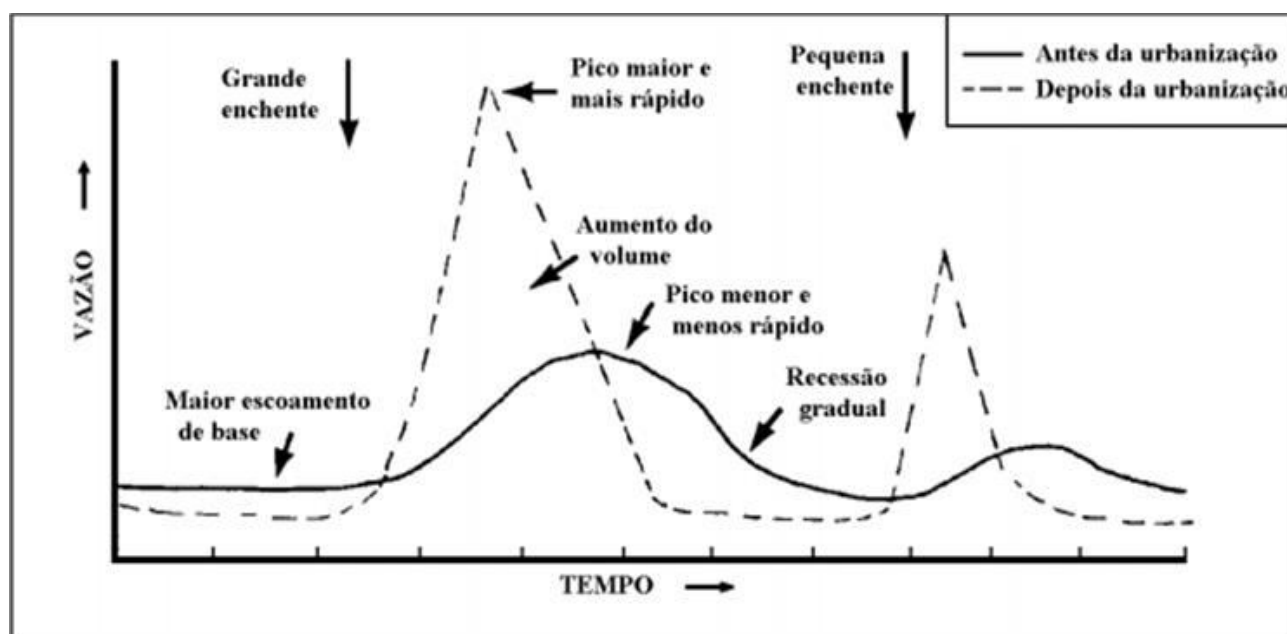


Fonte: Ribeiro C. (2023).

Além da proximidade com rios, essas estações também estão em áreas densamente urbanizadas, o que pode aumentar o risco de inundação, especialmente nessa região, que antes da urbanização já sofria com inundações devido a seu solo (PEREIRA et al., 2019). O esquema 1 mostra a diferença do escoamento d'água em áreas antes e depois da urbanização. Devido à atividade humana, com ocupação concentrada e impermeabilização do solo, a infiltração de água no solo é reduzida. A chuva flui rapidamente para rios e áreas baixas, aumentando o risco de inundação. Todas as estações mencionadas estão em áreas densamente povoadas e altamente impermeabilizadas.

Com a urbanização os corpos hídricos sofrem canalizações, retificações e mudança do curso de rios, uma prática comum na ampliação de áreas urbanas, estradas e outras infraestruturas. Originalmente, esses rios seguiam cursos sinuosos naturais (PEREIRA et al., 2019). Intervenções de engenharia, embora destinadas a reduzir erosão e controlar inundações, podem aumentar o risco de inundação em trechos retificados, pois a água flui mais rapidamente e diretamente, sem os meandros naturais que atuavam como amortecedores (TUCCI, 1997.)

Esquema 1: Comparação do tempo e vazão do Escoamento na superfície urbanizada e rural



Fonte: Tucci, 1997.

É crucial considerar o impacto adicional da urbanização no escoamento superficial e infiltração do solo, além da modificação dos rios. A retificação dos rios não só altera a paisagem fluvial, mas também promove construções nas áreas que originalmente eram leitos dos rios, aumentando os riscos para a população e infraestrutura construída. Em 2012, a Lei No 12.651 estabeleceu Áreas de Preservação Permanente (APPs), designando uma faixa mínima de 30 metros de largura em cada lado dos cursos d'água com menos de 10 metros de largura, essa lei foi estabelecida décadas depois da instalação de todas as estações ferroviárias. As APPs têm a função de conservar os recursos hídricos, a paisagem, a

estabilidade geológica e a biodiversidade, além de promover o fluxo da fauna e flora, proteger o solo e garantindo o bem-estar das comunidades humanas.

## 2.4 Aplicação do método ELECTRE

Para análise a partir dos indicadores do risco climático das estações ferroviárias frente as inundações, foi utilizado o método multicritério ELECTRE. Esse método considera quatro critérios:

- Altimetria: Altura das estações em relação ao nível do mar, foi utilizado as curvas de nível disponibilizadas pela Agência Nacional de Águas.
- Eventos extremos de chuva, ou seja, 50 milímetros precipitados dentro de 24 horas: Dados coletados de estações pluviométricas em um raio de até 3 km das estações ferroviárias, disponibilizados pelo DATARio, aplicativo que reúne diversos dados da prefeitura do Rio de Janeiro.
- Proximidade de corpos d'água: Buffer realizado do QGIS de no mínimo de 30 metros, conforme a Lei n. 12.651/2012 sobre áreas de preservação permanente, a partir de dados disponibilizados pelo DATARio
- Área urbanizada: Porcentagem de solo impermeabilizado, impedindo a infiltração natural da água, dados coletados no banco de dados do município que distingue áreas não urbanizadas como parques e áreas naturais (DATARio).

A tabela 1 apresenta as 60 estações com os dados brutos antes de serem normalizados e ponderados para garantir uma análise equilibrada, baseada no método ELECTRE. Cada linha representa uma estação e as colunas mostram os valores e pesos dos indicadores, permitindo uma análise comparativa. A partir desses dados, foi elaborado um ranking das estações em maior risco, possibilitando a classificação dos níveis de risco associados a cada estação ferroviária. Os pesos são baseados nos levantamentos e mapeamento sobre a região como demonstrado na seção anterior.



Tabela 1: Indicadores e pesos

| Estação de Trem      | Altimetria | Eventos acima<br>de 50 mm | Proximidade<br>com corpos<br>d'água | Porcentagem de<br>área urbanizada |
|----------------------|------------|---------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Manguinhos           | 4          | 94                        | 1                                   | 93,9                              |
| Praça da Bandeira    | 6          | 59                        | 0                                   | 61,5                              |
| Bonsucesso           | 8          | 193                       | 0                                   | 87,6                              |
| Vigário Geral        | 8          | 10                        | 0                                   | 95,5                              |
| Central do Brasil    | 9          | 85                        | 0                                   | 99,8                              |
| Cordovil             | 9          | 10                        | 0                                   | 95,5                              |
| Jacarezinho          | 9          | 94                        | 0                                   | 93,9                              |
| São Cristóvão        | 9          | 94                        | 0                                   | 93,9                              |
| Pavuna               | 10         | 250                       | 0                                   | 69,7                              |
| Ramos                | 11         | 193                       | 0                                   | 87,6                              |
| Triagem              | 11         | 94                        | 0                                   | 93,9                              |
| Parada de Lucas      | 12         | 10                        | 0                                   | 95,5                              |
| Barros Filho         | 14         | 10                        | 1                                   | 95,5                              |
| Penha                | 14         | 193                       | 0                                   | 87,6                              |
| Penha Circular       | 14         | 193                       | 0                                   | 87,6                              |
| Santa Cruz           | 14         | 117                       | 0                                   | 41,4                              |
| Rocha Miranda        | 15         | 41                        | 1                                   | 81,4                              |
| Olaria               | 16         | 193                       | 1                                   | 87,6                              |
| Marechal Hermes      | 17         | 250                       | 1                                   | 69,7                              |
| Deodoro              | 19         | 250                       | 1                                   | 69,7                              |
| Brás de Pina         | 20         | 10                        | 0                                   | 95,5                              |
| Costa Barros         | 20         | 250                       | 0                                   | 69,7                              |
| Maracanã             | 20         | 94                        | 0                                   | 93,9                              |
| Riachuelo            | 21         | 46                        | 0                                   | 60,3                              |
| Sampaio              | 21         | 46                        | 0                                   | 60,3                              |
| Benjamin do Monte    | 22         | 246                       | 0                                   | 40                                |
| Vila Militar         | 22         | 250                       | 0                                   | 69,7                              |
| Del Castilho         | 23         | 224                       | 0                                   | 99,8                              |
| Pilares              | 23         | 224                       | 0                                   | 99,8                              |
| São Francisco Xavier | 23         | 94                        | 0                                   | 93,9                              |
| Bento Ribeiro        | 24         | 41                        | 0                                   | 81,4                              |
| Engenho Novo         | 24         | 46                        | 0                                   | 60,3                              |
| Tancredo Neves       | 24         | 117                       | 0                                   | 41,4                              |
| Anchieta             | 25         | 250                       | 0                                   | 69,7                              |
| Honório Gurgel       | 25         | 10                        | 0                                   | 95,5                              |
| Paciência            | 25         | 117                       | 0                                   | 41,4                              |
| Magalhães Bastos     | 26         | 215                       | 0                                   | 58,6                              |



|                        |    |     |   |      |
|------------------------|----|-----|---|------|
| Cosmos                 | 27 | 246 | 0 | 40   |
| Inhoaíba               | 27 | 246 | 0 | 40   |
| Osvaldo Cruz           | 27 | 41  | 1 | 81,4 |
| Engenho de Dentro      | 28 | 250 | 0 | 69,7 |
| Mangueira              | 28 | 94  | 0 | 93,9 |
| Silva Freire           | 28 | 46  | 0 | 60,3 |
| Ricardo de Albuquerque | 29 | 224 | 0 | 99,8 |
| Tomás Coelho           | 29 | 41  | 1 | 81,4 |
| Campo Grande           | 32 | 246 | 0 | 40   |
| Méier                  | 33 | 46  | 0 | 60,3 |
| Mercadão de Madureira  | 33 | 41  | 0 | 81,4 |
| Realengo               | 36 | 215 | 0 | 58,6 |
| Cascadura              | 37 | 41  | 1 | 81,4 |
| Madureira              | 38 | 41  | 0 | 81,4 |
| Padre Miguel           | 38 | 215 | 0 | 58,6 |
| Piedade                | 39 | 205 | 0 | 63,6 |
| Cavalcanti             | 40 | 41  | 0 | 81,4 |
| Guilherme da Silveira  | 42 | 215 | 0 | 58,6 |
| Quintino Bocaiúva      | 44 | 205 | 0 | 63,6 |
| Bangu                  | 45 | 215 | 0 | 58,6 |
| Senador Camará         | 46 | 215 | 0 | 58,6 |
| Augusto Vasconcelos    | 51 | 246 | 0 | 40   |
| Santíssimo             | 51 | 30  | 0 | 38,6 |
| Pesos                  | 7  | 3   | 4 | 5    |

Fonte: Elaboração própria, 2024.

A Tabela 2 apresenta o ranking com as 60 estações analisadas pelo método multicritério ELECTRE. O método electre, foi baseado nos dados do entorno da estação, ou seja, a área geográfica. Por exemplo, a estação de Olaria que a primeira da classificação, está a 16 metros acima do nível do mar, próxima a um curso d'água, acumula 193 eventos climáticos extremos registrados nos últimos anos, além de 87% da sua área ser urbanizada, ou seja, há poucas áreas onde há infiltração natural pode ser feita. O método apontou uma estação e observando os dados brutos, é possível aferir o risco da inundação.

Outro exemplo é a estação de Manguinhos construída dentro da APP, com apenas 4 metros de altitude, registrou 94 eventos extremos e tem uma taxa de urbanização de aproximadamente 93%, contribuindo para um alto risco de inundação. Aparece em quarto lugar na classificação, devido a suas características geográficas que corroboram para o que é demonstrado nos dados de paralisação, foram 3 paralisações nos primeiros anos da coleta, realidade que mudou após uma grande obra que elevou a estação em 2012, dessa forma, a estação não inundou novamente, o que demonstra que uma

investigação na infraestrutura, poderia trazer outras percepções.

Tabela 2 - Resultado da aplicação do método ELECTRE

| Rankin<br>g | Estações                  | Método<br>ELECTRE | Ranking | Estações                 | Método<br>ELECTRE |
|-------------|---------------------------|-------------------|---------|--------------------------|-------------------|
| 1           | Olaria                    | 37                | 31      | Brás de Pina             | -2                |
| 2           | Marechal Hermes           | 36                | 32      | Maracanã                 | -2                |
| 3           | Deodoro                   | 36                | 33      | Magalhães Bastos         | -4                |
| 4           | Manguinhos                | 27                | 34      | Cosmos                   | -5                |
| 5           | Bonsucesso                | 27                | 35      | Inhoaíba                 | -5                |
| 6           | Pavuna                    | 26                | 36      | São Francisco Xavier     | -6                |
| 7           | Barros Filho              | 22                | 37      | Campo Grande             | -6                |
| 8           | Ramos                     | 20                | 38      | Senador Camará           | -7                |
| 9           | Costa Barros              | 19                | 39      | Augusto Vasconcelos      | -8                |
| 10          | Penha                     | 18                | 40      | Padre Miguel             | -9                |
| 11          | Penha Circular            | 18                | 41      | Bangu                    | -9                |
| 12          | Vila Militar              | 18                | 42      | Realengo                 | -10               |
| 13          | Del Castilho              | 18                | 43      | Guilherme da<br>Silveira | -11               |
| 14          | Pilares                   | 18                | 44      | Piedade                  | -14               |
| 15          | Central do Brasil         | 16                | 45      | Santa Cruz               | -15               |
| 16          | Rocha Miranda             | 15                | 46      | Mangueira                | -15               |
| 17          | Vigário Geral             | 13                | 47      | Quintino Bocaiúva        | -15               |
| 18          | Cordovil                  | 10                | 48      | Honório Gurgel           | -16               |
| 19          | Jacarezinho               | 10                | 49      | Santíssimo               | -18               |
| 20          | São Cristóvão             | 10                | 50      | Riachuelo                | -20               |
| 21          | Anchieta                  | 9                 | 51      | Sampaio                  | -20               |
| 22          | Tomás Coelho              | 9                 | 52      | Bento Ribeiro            | -24               |
| 23          | Triagem                   | 8                 | 53      | Madureira                | -25               |
| 24          | Osvaldo Cruz              | 8                 | 54      | Cavalcanti               | -25               |
| 25          | Cascadura                 | 8                 | 55      | Engenho Novo             | -27               |
| 26          | Engenho de Dentro         | 6                 | 56      | Mercadão de<br>Madureira | -29               |
| 27          | Ricardo de<br>Albuquerque | 6                 | 57      | Tancredo Neves           | -30               |
| 28          | Parada de Lucas           | 5                 | 58      | Paciência                | -32               |
| 29          | Benjamin do Monte         | 3                 | 59      | Méier                    | -32               |
| 30          | Praça da Bandeira         | -1                | 60      | Silva Freire             | -34               |

Fonte: Elaboração própria, 2024.

A Tabela 3, apresenta duas listas de estações, uma do método electre e outra dos dados de paralisação da infraestrutura ferroviária, disponibilizados pela AGETRANSP e coletada em jornais. O método ELECTRE demonstrou uma considerável acurácia, atingindo aproximadamente 58% de precisão ao ser comparado com os dados de paralisação ocorridos nos últimos 12 anos. Vale ressaltar que, devido a possíveis subnotificações, o número real de paralisações pode ser ainda maior do que o registrado nos últimos anos (como descrito anteriormente, no levantamento dos dados, foi percebido que algumas paralisações encontradas em jornais não eram notificadas na AGETRANSP). Além disso, o método identificou as áreas com maior risco. Essa classificação fornece uma visão das áreas das estações mais suscetíveis a interrupções devido a eventos climáticos, bem como da eficácia do método ELECTRE na avaliação de riscos das estações ferroviárias.

A estação de Marechal Hermes, que não está na tabela, pois não há dados sobre suas paralisações entre os anos 2010 e 2022, mas foi a segunda da classificação, está situada a 17 metros de altitude, teve 250 eventos de precipitação extrema e está construída sobre um corpo d'água, similar à estação de Deodoro.

Tabela 3 - Comparação do método ELECTRE

| Ranking | Estações       | Paralisações (2010 a 2022) | Estações       | Resultado do método ELECTRE |
|---------|----------------|----------------------------|----------------|-----------------------------|
| 1       | Olaria         | 5                          | Olaria         | 37                          |
| 2       | Bonsucesso     | 4                          | Manguinhos     | 27                          |
| 3       | Manguinhos     | 3                          | Bonsucesso     | 27                          |
| 4       | Penha Circular | 3                          | Pavuna         | 26                          |
| 5       | Vila Militar   | 3                          | Barros Filho   | 22                          |
| 6       | Barros Filho   | 2                          | Ramos          | 20                          |
| 7       | Costa Barros   | 2                          | Costa Barros   | 19                          |
| 8       | Pavuna         | 2                          | Penha Circular | 18                          |
| 9       | Ramos          | 2                          | Vila Militar   | 18                          |

Fonte: Ribeiro C. (2023).

### 3.Considerações Finais

O presente trabalho mapeou os eventos extremos de precipitação próximos a infraestrutura ferroviária, bem como a área geográfica onde as estações ferroviárias estão inseridas, como a altimetria das mesmas, a proximidade com corpos d'água, além da porcentagem de área urbanizada, neste caso, compreendida como área impermeabilizada para a realização de uma análise de risco climático das estações ferroviárias. A classificação das estações em risco no município do Rio de Janeiro representa um avanço fundamental. Esse mapeamento se baseou em uma análise criteriosa do ambiente construído e de embasamento teórico. Esse processo identificou as estações que estão em risco,

tornando-se uma ferramenta valiosa para o planejamento e a tomada de decisões.

Além disso, a utilização do método ELECTRE se destacou como uma inovação neste artigo. A eficiência desse método na avaliação de risco da região onde está localizada a infraestrutura ferroviária abre novas perspectivas para a gestão de recursos e a mitigação de ameaças. Sua aplicação bem-sucedida demonstra como a combinação de abordagens teóricas sólidas com métodos práticos pode resultar em uma avaliação precisa e abrangente dos riscos, permitindo uma resposta mais eficaz a potenciais problemas.

A criação de uma classificação das estações em maior risco é um dos resultados mais tangíveis e impactantes do trabalho. Essa classificação fornece uma clara hierarquia das estações mais vulneráveis, possibilitando um foco direcionado nas áreas que necessitam de intervenção imediata. Isso é crucial para a segurança da infraestrutura ferroviária e para a proteção das comunidades que dependem dela. Essas contribuições combinadas fornecem um alicerce para futuras estratégias de gerenciamento e planejamento, ajudando a preservar e aprimorar a infraestrutura ferroviária.

Em suma, este estudo oferece uma base para o desenvolvimento de políticas públicas e estratégias de adaptação voltadas para a mitigação dos riscos climáticos em estações ferroviárias. A análise detalhada e a aplicação do método ELECTRE demonstram a importância de integrar abordagens teóricas e práticas na avaliação de riscos. As descobertas apresentadas não apenas contribuem para a segurança e resiliência da infraestrutura ferroviária, mas também fornecem diretrizes valiosas para futuras pesquisas e intervenções.

## Referências

- ABREU, Maurício de Almeida. *Evolução Urbana do Rio de Janeiro*. 4. Ed. Rio de Janeiro: Instituto Pereira Passos, 2006. v. 1. p. 156.
- AGETRANSP. Agência reguladora de serviços públicos concedidos de transportes aquaviários, ferroviários, metroviários e de rodovias do estado do Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: [http://www.agetransp.rj.gov.br/con\\_supervia.php](http://www.agetransp.rj.gov.br/con_supervia.php). Acesso em: 21 de setembro de 2023.
- AMORIM, Marisa Fasura de. ET AL. A resiliência das cidades frente a chuvas torrenciais: estudo de caso do plano de contingência da cidade do Rio de Janeiro. In: *Sociedade e Natureza*. 26 (3), set-dec 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1982-451320140310>. Acessado em 28 out 2023.
- ALVIM DE CASTRO, Leonardo Mitre; BAPTISTA, Márcio Benedito; CORDEIRO NETTO, Oscar de Moraes. "Análise Multicritério para a Avaliação de Sistemas de Drenagem Urbana: Proposição de Indicadores e de Sistemática de Estudo". In: *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Vol 9, n. 4, Out/Dez 2004, p. 05-19.
- Atlas Brasileiro de Desastres Naturais de 1991 a 2012 Volume Rio de Janeiro (CEPED - UFSC, 2013)
- BERG, H. P. Risks and consequences of weather hazards on railway infrastructure. In: *Journal of Polish Safety and Reliability Association*, v. 8, 2017.
- BIRKMANN, J. Risk and vulnerability indicators at different scales: applicability usefulness and policy implications. In: **Environ Hazards**, v.7, n.1, p.20-31, 2007.
- BLAUDT, Larissa Mozer; ALVARENGA, Thomas Wünsch; GARIN, Yuri. Desastre ocorrido em Petrópolis no verão de 2022: Aspectos gerais e dados da Defesa Civil. *Geociências*, São Paulo, UNESP, v. 41, n. 4, p. 59-71, 2023.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 28 mai. 2012.
- CHEETHAM, M., et al. "RISK VIP: Evaluation of Flood Risk on the French Railway Network Using an Innovative GIS Approach". In: 3rd European Conference on Flood Risk Management, FLOODrisk, Lyon, França. Proceedings, Artigo n. 10004, 2016.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil. *Estudo geoambiental do estado do Rio de Janeiro: diagnóstico geoambiental do estado do rio de Janeiro*. Brasília: 2000.
- DATA RIO. *Uso do Solo 2018* Disponível em: <https://www.data.rio/datasets/uso-do-solo-2018/explore>. Acessado em: 20 de fev. 2022.
- DERECZYNSKI, C. P., et al. Chuvas extremas no município do Rio de Janeiro: histórico a partir do século XIX. In: *Anuário do Instituto de Geociências*. 2007. Disponível em: [https://doi.org/10.11137/2017\\_2\\_17\\_30](https://doi.org/10.11137/2017_2_17_30). Acessado em: 21 set 2023.
- DERECZYNSKI, Claudine Pereira et al. Climatologia da Precipitação no Município do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.24, n.1, 24-38, 2009.
- DILLEY, Maxx, R. S. Chen, U. Deichmann, A.L. et al. *Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis*. Hazard Management Unit, World Bank, Washington, D.C., 2005.
- GANDRA, Alana. Sobe para 233 número de mortos pelas chuvas de fevereiro em Petrópolis. **Agência Brasil**, Rio de Janeiro, 4 mar. 2022. Disponível em: <https://agenciabrasil.etc.com.br/geral/noticia/2022-03/sobe-para-233-numero-de-mortos-pelas-chuvas-de-fevereiro-em-petropolis>. Acesso em: 12 jul. 2024.
- GUERRA, Franciele Caroline; ZACHARIAS, Andréa Aparecida. Mapeamento das áreas de riscos hidrológicos e as políticas públicas de sustentabilidade: o caso de Ourinhos/SP. *Revista Nacional de Gerenciamento de cidades*, v. 4, n. 26, p. 223-243, 2016.
- G1. Estações de trem alagadas por chuva no Rio são reabertas. G1, 2013. Disponível em: <https://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2013/01/estacoes-de-trem-alagadas-por-chuva-no-rio-sao-reabertas.html>. Acesso em: 12 jun. 2024.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth*

Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press: Marlborough, MA, USA, 2014; ISBN 9781107641655. 2014a.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. Climate Change 2022. Impacts, Vulnerability and Adaptation. Summary for Policymakers. 2022. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>

INMET. EVENTOS EXTREMOS NO BRASIL EM MARÇO DE 2022 Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/eventos-extremos-no-brasil-em-mar%C3%A7o-de-2022#:~:text=No%20dia%2021%2F03%2C%20as,Friburgo%2DRJ%20com%20158%20mm.>

MUSTAFFA, A. et al. "GIS and Multi-criteria Analysis for School Site Selection (Study Case: Malacca Historical City)". International Journal of Integrated Engineering, 2021. DOI: 10.30880/ijie.2021.13.04.022

NEMRY, F., & DEMIREL, H. Impacts of Climate Change on Transport: A focus on road and rail transport infrastructures. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, 2012.

NICOLODI, J. L., & PETERMANN, R. M. "Potential vulnerability of the Brazilian coastal zone in its environmental, social and technological aspects". Pan-American Journal of Aquatic Sciences, v. 5, p. 184-204, 2010.

PAULA, Dilma Andrade de. "Estado, sociedade civil e hegemonia do rodoviarismo no Brasil". Revista Brasileira de História da Ciência, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 142-156, 2010.

PEREIRA, Jéssica do Nascimento; LEITE, Maria Eduarda Guida Frazão; LIMA, Marcos Paulo Souza; ALVES, Rosane Martins. Os impactos do processo de urbanização da bacia do canal do mangue do Rio de Janeiro (RJ) em seu regime hidrológico. II Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana, v. 6, n. 2, nov. 2019. DOI: 10.5151/singeurb2019-75.

PREFEITURA DE PETRÓPOLIS. Governo Municipal acompanha a busca de mais uma vítima e mantém reforço para a recuperação das áreas afetadas. Disponível em: <https://www.petropolis.rj.gov.br/pmp/index.php/noticias/item/18858-governo-municipal-acompanha-a-busca-de-mais-uma-v%C3%ADtima-e-mant%C3%A9m-refor%C3%A7o-para-a-recupera%C3%A7%C3%A3o-das-%C3%A1reas-afetadas>. Acesso em: 01 jun. 2024.

Relatório de Danos Materiais e Prejuízos decorrentes de Desastres Naturais no Brasil de 1995 a 2014 (CEPED - UFSC, 2016).

RIBEIRO, C. N. Análise de risco climático das estações de transporte ferroviário de passageiros do município do Rio de Janeiro frente a eventos extremos de precipitação: uma proposta de medidas de adaptação. 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Programa de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023

RIBEIRO, S. K; SANTOS, A. S. "Impactos, vulnerabilidade e adaptação no setor de transportes frente às mudanças climáticas: como a cidade do Rio de Janeiro deverá se preparar?". In: XXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET, Ouro Preto, MG. Anais do XXIX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, p. 2508-2519, 2015.

TEIXEIRA, M. S., & Satyamurty, P. "Dynamical and synoptic characteristics of heavy rainfall episodes in southern Brazil". Monthly Weather Review, v. 135, p. 598-617, 2007.

TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. In: \_\_\_\_\_. Água Doce. Capítulo 14. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.

VIAL, A. et al. "Caderno Resumo". In: Cadernos RIO+SOCIAL. 2017. Disponível em: [https://unhabitat.org/sites/default/files/documents/2019-04/riosocial\\_programme\\_-\\_summary\\_report\\_bilingual.pdf](https://unhabitat.org/sites/default/files/documents/2019-04/riosocial_programme_-_summary_report_bilingual.pdf). Acessado em: julho de 2023.







O desafio de tratar da complexidade do tema da sustentabilidade da infraestrutura de transportes está a cargo da Subsecretaria de Sustentabilidade (SUST), criada no âmbito da Secretaria Executiva do Ministério dos Transportes. Dentre as suas atribuições, está a coordenação do Comitê de Infraestrutura Sustentável em Transportes Terrestres, Portos e Aeroportos – COSUST, que conta com representantes do Ministério dos Transportes e do Ministério de Portos e Aeroportos e das suas entidades vinculadas; espaço institucional que não somente permite dar prosseguimento às discussões sobre temas relevantes para a sustentabilidade na infraestrutura de transportes, como também possibilita o atendimento conjunto às questões socioambientais de interesse comum das Pastas.

A realização do VIII Seminário Socioambiental em Infraestrutura de Transportes - Via Viva 2024: Licenciamento ambiental, retomando diálogos, finaliza com a presente publicação, concretizando o último propósito do Via Viva 2024 de criar um repositório de informações técnicas especializadas sobre a sustentabilidade, relacionada à infraestrutura de transportes.