



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

LARISSA GOMES PINTO DA COSTA

**ANÁLISE DOS IMPACTOS CAUSADOS NA CONSTRUÇÃO DA RODOVIA PB-033
NO MUNICÍPIO DE RIO TINTO-PB**

JOÃO PESSOA - PB
2024

LARISSA GOMES PINTO DA COSTA

**ANÁLISE DOS IMPACTOS CAUSADOS NA CONSTRUÇÃO DA RODOVIA PB-033
NO MUNICÍPIO DE RIO TINTO-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil da
Universidade Federal da Paraíba, Campus I, para a
obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.
Orientadora: Prof^a Dra. Isabelle Yruska de Lucena
Gomes Braga

JOÃO PESSOA - PB
2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

C838a Costa, Larissa Gomes Pinto da.

Análise dos impactos causados na construção da Rodovia PB-033 na cidade de Rio Tinto-PB / Larissa Gomes Pinto da Costa. - João Pessoa, 2024.

61 f. : il.

Orientação: Isabelle Yruska de Lucena Gomes Braga.
TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. Impactos socioambientais. 2. Rodovia PB-033. 3. APA da Barra do Rio Mamanguape. 4. PEIR. I. Braga, Isabelle Yruska de Lucena Gomes. II. Título.

UFPB/BSCT

CDU 624(043.2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

LARISSA GOMES PINTO DA COSTA

ANÁLISE DOS IMPACTOS CAUSADOS NA CONSTRUÇÃO DA RODOVIA PB-033
NO MUNICÍPIO DE RIO TINTO-PB

Trabalho de Conclusão de Curso em 30/10/2024 perante a seguinte Comissão Julgadora:

Isabelle Yruska de Lucena Gomes Braga

Isabelle Yruska de Lucena Gomes Braga

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

Aprovada

Clovis Dias

Clovis Dias

CT/UFPB

APROVADA

Camila Cunico

Camila Cunico

CCEN/UFPB

Aprovada

Dedico este trabalho à minha mãe, que com muito carinho e apoio, não mediu esforços para que eu concluísse mais uma etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado saúde e força para superar todas as dificuldades enfrentadas durante não só a vida acadêmica, como também em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais pela oportunidade, principalmente a minha mãe Maria, pelo incentivo, pelo apoio e por seu amor incondicional, durante toda a minha vida, que apesar das dificuldades sempre fez o possível e o impossível para me proporcionar tudo de melhor. Agradeço a minha irmã Laura, por me ajudar em todos os momentos e me incentivar a sempre fazer o que é certo. E aos demais familiares que fazem parte da minha vida.

Agradeço à minha orientadora a professora Isabelle Yruska por toda orientação, acompanhamento, ensinamento e incentivo durante os meses de realização da extensão e do trabalho. A professora Camila Cunico pelo apoio no projeto de extensão e durante essa pesquisa. A participação de vocês foi essencial na minha formação.

Agradeço aos parceiros de extensão Thomas e Sansara pelo companheirismo e ajuda no último ano com o projeto, sem a ajuda de vocês nada disso seria possível. Aos professores Clovis Dias e Mirella Motta pela ajuda no projeto de extensão que originou esse trabalho de conclusão de curso.

Agradeço também às minhas irmãs de curso e de alma Rayane e Ana Letícia, por me motivarem e me apoiarem durante esse período e acreditarem no meu potencial. Obrigada pelo companheirismo e amizade. Amo vocês!

Aos meus amigos Aline, Anália, Isabelly, Perlyson, Wagner, Filipe e Adriano por me acompanharem desde o ensino médio e me apoiarem nos momentos que eu mais precisei e me incentivarem a nunca desistir.

Aos meus amigos da UFPB, principalmente, Maria Helena, Maria Fernanda, Maicon, Igor e Júlio, sem vocês realmente continuar na caminhada não teria sido possível, levarei para toda a vida.

Aos meus gestores de estágio que me acompanharam na minha jornada profissional e me incentivaram a sempre aprender mais e buscar o melhor para mim.

Por fim gostaria de agradecer a todos que de forma direta ou indiretamente contribuíram para minha formação. Obrigada a todos, do fundo do meu coração.

*“Uma mente que se abre a uma nova ideia jamais
voltará ao seu tamanho original”
(Albert Einstein)*

RESUMO

A construção de rodovias desempenha um papel fundamental no desenvolvimento econômico e na integração territorial de regiões, especialmente em países de grande extensão territorial, como o Brasil. A rodovia PB-033, que interliga Rio Tinto à Praia de Campina na Paraíba, exemplifica essa relevância ao facilitar o transporte de pessoas e mercadorias, além de fomentar o turismo local. Contudo, a construção de rodovias traz consigo uma série de impactos ambientais e sociais significativos, alterando o sistema socioambiental. Diante deste contexto, este trabalho tem por objetivo analisar os impactos socioambientais causados pela construção da Rodovia PB-033, tanto do ponto de vista socioeconômico quanto ambiental, com o intuito de entender as consequências dessa intervenção e propor medidas mitigadoras. A rodovia, também conhecida como Estrada do Peixe-Boi, atravessa áreas de preservação ambiental, como a APA da Barra do Rio Mamanguape, o que torna essencial a avaliação dos efeitos sobre a fauna e flora locais, assim como sobre os recursos hídricos. A análise baseia-se na metodologia PEIR (Pressão-Estado-Impacto-Resposta), que permite mapear os efeitos das obras sobre o meio ambiente e propor soluções para mitigar os danos. A pesquisa também utiliza dados coletados por meio de questionários aplicados à população local e aos profissionais envolvidos na construção da rodovia. Os resultados evidenciam que, além dos benefícios como a melhoria da infraestrutura e o aumento do turismo, a construção resultou em impactos negativos, como a supressão de vegetação nativa, a fragmentação de habitats e o assoreamento de rios, afetando a biodiversidade e as comunidades próximas. O presente trabalho busca não apenas compreender os impactos diretos e indiretos da construção da rodovia, mas também fornecer subsídios para a formulação de políticas públicas que garantam um desenvolvimento mais sustentável, equilibrando os ganhos econômicos com a proteção ambiental e a melhoria da qualidade de vida das populações locais. Ao propor uma matriz de impactos socioambientais, a pesquisa pretende auxiliar futuros empreendimentos rodoviários.

Palavras-Chave: Impactos socioambientais; Rodovia PB-033; APA da Barra do Rio Mamanguape; PEIR.

ABSTRACT

The construction of highways plays a fundamental role in economic development and the territorial integration of regions, especially in large countries like Brazil. The PB-033 highway, which connects Rio Tinto to Praia de Campina in Paraíba, exemplifies this relevance by facilitating the transportation of people and goods, as well as promoting local tourism. However, highway construction brings with it a series of significant environmental and social impacts, altering the socio-environmental system. In this context, this study aims to analyze the socio-environmental impacts caused by the construction of the PB-033 Highway from both a socioeconomic and environmental perspective, with the goal of understanding the consequences of this intervention and proposing mitigating measures. The highway, also known as Estrada do Peixe-Boi, crosses environmentally protected areas, such as the APA of Barra do Rio Mamanguape, making it essential to evaluate the effects on local fauna and flora, as well as on water resources. The analysis is based on the PEIR (Pressure-State-Impact-Response) methodology, which allows mapping the effects of construction on the environment and proposing solutions to mitigate damages. The research also uses data collected through questionnaires applied to the local population and professionals involved in the highway's construction. The results show that, in addition to benefits like infrastructure improvement and increased tourism, the construction resulted in negative impacts, such as the removal of native vegetation, habitat fragmentation, and river sedimentation, affecting biodiversity and nearby communities. This study seeks not only to understand the direct and indirect impacts of the highway construction but also to provide support for the formulation of public policies that ensure more sustainable development, balancing economic gains with environmental protection and improving the quality of life of local populations. By proposing a matrix of socio-environmental impacts, the research aims to assist future highway projects.

Keywords: Socio-environmental Impacts; PB-033 Highway; APA da Barra do Rio Mamanguape; PEIR.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Impacto Ambiental	22
Figura 2 - Definição de Áreas de Influência	24
Figura 3 - Modelo P.E.I.R	33
Figura 4 - Localização do trecho rodoviário	35
Figura 5 - Estaca da Rodovia PB-033	36
Figura 6 - Demarcação da ARIE, APA e Rodovia PB-033.....	38
Figura 7 – Trecho da Rodovia PB-033 pavimentado	42
Figura 8 -Trecho E916+10,784 em 2015	44
Figura 9 -Trecho E916+10,784 em 2024	44
Figura 10 - Assoreamento do leito do rio na Rodovia PB-033 devido a construção de uma ponte	44
Figura 11 - Assoreamento do leito do rio na Rodovia PB-033	44
Figura 12 - Criação de gado próximo à Rodovia PB-033	45
Figura 13 - Mapa de localização de algumas das supressões no empreendimento	46
Figura 14 - Trecho da Lagoa do Saco atingido pela construção da Rodovia PB-033.....	47
Figura 15 - Criação de ambientes lênticos	47
Figura 16 - Bate-estacas realizando perfuração para fundação da ponte na Rodovia PB-033	48
Figura 17 - Trecho da Rodovia PB-033 sem calçada	49
Figura 18 - Trecho da Rodovia PB-033	49
Figura 19 - Bueiros de greide	51
Figura 20 - Saídas d'água	51
Figura 21 - Passagem de animais	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Matriz P.E.I.R	41
Tabela 2 - Supressão de mata atlântica por trecho	46
Tabela 3 - Montante de extensão da rodovia por trecho.....	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASHTO - *American Association of State Highway and Transportation Officials*

ADA – Área Diretamente Afetada

AID – Área de Influência Direta

AII – Área de Influência Indireta

APA – Área de Proteção Ambiental

APP – Área de Preservação Permanente

ARIE – Área de Relevante Interesse Ecológico

ANPET – Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes

BBC – *British Broadcasting Corporation*

CNT – Confederação Nacional do Transporte

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

CONTECC – Congresso Técnico-Científico da Engenharia e da Agronomia

CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito

DER – Departamento de Estradas e Rodagem

DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação e Biodiversidade

LAI – Licença Ambiental de Instalação

LAP – Licença Ambiental Prévia

LAO – Licença Ambiental de Operação

OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PCA – Plano de Controle Ambiental

PEIR – Pressão-Estado-Impacto-Resposta

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PSR – Pressão-Estado-Resposta

PRAD – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas

PROEX – Pró-Reitoria de Extensão

RIMA – Relatório de Impactos ao Meio Ambiente

RPA – Relatório Preliminar Ambiental

SIG – Sistemas de Informações Geográficas

APRESENTAÇÃO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso está associado a uma atividade de extensão universitária, conforme o modelo promovido pela Pró-Reitoria de Extensão (PROEX). Essa prática visa aplicar o conhecimento adquirido na experiência acadêmica e fomentar o diálogo entre a comunidade acadêmica e a sociedade. Participei dessa iniciativa como bolsista durante um ano, sob a orientação da Prof^ª Dra. Isabelle Yruska de Lucena Gomes Braga, do Departamento de Engenharia Civil da UFPB.

O projeto “Diálogos comunitários rurais: construindo soluções para minimizar os impactos socioambientais da construção da Estrada do Peixe-Boi, Rio Tinto (PB)”, possuía como objetivo, integrar conhecimentos acadêmicos com necessidades práticas, proporcionando uma experiência enriquecedora para todos os envolvidos.

Para tanto, foram realizadas pesquisas em bases de dados acadêmicas e bibliotecas digitais para identificar estudos, artigos, livros e outras fontes relevantes sobre os temas abordados no projeto, além de examinar e sintetizar as informações coletadas para entender o estado atual do conhecimento, identificar lacunas e definir o contexto geral. Durante o projeto, foram realizadas visitas *in loco* para acompanhar a execução e avaliar o progresso da estrada. Além disso, ocorreu o compartilhamento de experiências e conhecimento a partir de reuniões com profissionais e pesquisadores da área, facilitando o processo de aprendizagem.

Nesse contexto, o projeto de extensão contribuiu para o estudo dos impactos da construção da Rodovia PB-033. Os resultados incluíram a aprovação de um artigo na ANPET (Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes), no Congresso de Engenharia de Transportes, e outro artigo aprovado no CONTECC (Congresso Técnico-Científico da Engenharia e da Agronomia). Esses avanços permitiram o desenvolvimento de um Trabalho de Conclusão de Curso, oferecendo uma avaliação crítica e prática sobre o tema abordado.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. JUSTIFICATIVA	15
1.2. OBJETIVOS	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1. ESTRADAS E RODOVIAS NO BRASIL	18
2.2. ESTUDO DE TRAÇADO	20
2.3. IMPACTOS AMBIENTAIS EM RODOVIAS	21
2.3.1. Áreas de influência	23
2.3.2. Licenciamento Ambiental	24
2.3.3. Aspecto ambiental	26
2.3.3.1. Fase de projeto	27
2.3.3.2. Fase de construção	28
2.3.3.3. Fase de conservação e restauração	30
2.3.3.4. Fase de operação	30
2.4. METODOLOGIA P.E.I.R.	32
3. CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO	35
3.1. APA DA BARRA DE MAMANGUAPE	37
4. METODOLOGIA	38
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
5.1. INDICADORES DE PRESSÃO	42
5.2. INDICADORES DE ESTADO E IMPACTO	43
5.3. INDICADORES DE RESPOSTA	50
5.4. ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO	52
6. CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS	56
APÊNDICE	60

1. INTRODUÇÃO

As rodovias desempenham um papel fundamental na economia do país, servindo como a principal conexão entre cidades e estados para o transporte de pessoas e produtos. O modal rodoviário influencia diretamente na organização urbana, mas sua implementação tem um impacto direto sobre a sociedade e o meio ambiente. É essencial que cada ação seja avaliada de forma detalhada pelo empreendedor e pelas empresas de construção responsáveis, com o objetivo de identificar e implementar medidas mitigadoras para evitar ou reduzir esses impactos negativos.

Segundo o Manual Rodoviário de Conservação, Monitoramento e Controle Ambientais (Brasil, 2005), os programas rodoviários apresentam quatro etapas, com características e estudos específicos, além de potencialidades distintas de impactar o meio ambiente, são eles: fase de planejamento e estudo de viabilidade; fase de projeto; impactos das obras propriamente ditas e, impactos da operação. Com base nisso, todas as obras de engenharia rodoviária devem incluir processos de manutenção e fiscalização em todas as fases do projeto, de modo a minimizar os impactos e promover o desenvolvimento sustentável.

O sistema de leis que regula o meio ambiente no Brasil é amplamente reconhecido por sua alta qualidade, mas é também complexo e desafiador de implementar. Um exemplo de legislação a ser considerada na fase de implantação de um projeto rodoviário é a Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Nos artigos 1º e 2º, essa resolução esclarece claramente a conexão entre impacto ambiental e a autorização para a execução de obras rodoviárias (Ribeiro *et al.*, 2022).

A avaliação de impactos ambientais, por meio dos Estudos de Impacto Ambiental/Relatórios de Impactos ao Meio Ambiente (EIA/RIMA), é considerada um eficaz instrumento de política ambiental pois permite identificar, quantificar e minimizar o aparecimento de externalidades negativas sobre o meio ambiente na consecução de uma obra.

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) são documentos técnicos destinados a avaliar de forma abrangente e completa os impactos ambientais de um projeto, além de propor medidas mitigadoras apropriadas. O RIMA, em particular, é um documento público que visa garantir a transparência do EIA, apresentando as informações de maneira clara, didática e acessível (Damasceno; Alves, 2019).

Enquanto o EIA é um estudo técnico especializado que deve ser submetido aos órgãos competentes, o RIMA é voltado para o público geral e deve ser escrito de maneira acessível, permitindo que qualquer pessoa entenda as vantagens, desvantagens e implicações ambientais

do projeto. Ambos os documentos são exigidos em casos em que uma obra ou construção pode causar poluição e degradação ambiental, e são elaborados por especialistas de diferentes áreas, como biólogos, engenheiros e geólogos, contendo dados técnicos detalhados (Damasceno; Alves, 2019).

Ademais, é fundamental que haja um rigoroso controle e fiscalização por parte dos órgãos responsáveis pelas obras que têm impacto direto no meio ambiente. Esse controle deve incluir a recuperação de áreas eventualmente degradadas e a prevenção da geração de passivos ambientais.

Com base no conhecimento sobre os sistemas rodoviários e sua contribuição para os impactos ambientais e socioeconômicos, seja positivo ou negativo, o presente trabalho busca apresentar e analisar os impactos causados pela construção da Rodovia PB-033, conhecida como Estrada do Peixe-Boi, em Rio Tinto/PB.

1.1. JUSTIFICATIVA

A construção de rodovias desempenha um papel essencial no desenvolvimento econômico, facilitando o transporte de mercadorias e a mobilidade das pessoas. A melhoria das redes de transporte pode gerar uma série de benefícios, como a promoção do comércio, o aumento da competitividade regional, turismo, e a criação de empregos. No entanto, a análise detalhada dos impactos dessa construção é necessária para maximizar esses benefícios e mitigar possíveis efeitos.

Além dos impactos econômicos positivos, a construção de rodovias pode provocar mudanças significativas no meio ambiente e nas comunidades locais. A alteração das paisagens naturais, a possível destruição de habitats e aumento da área impermeabilizada são apenas alguns dos impactos ambientais que podem ocorrer. Essas alterações podem afetar a biodiversidade e os recursos naturais, e é imperativo que sejam identificados e gerenciados adequadamente para garantir a preservação ambiental.

Outro aspecto relevante a ser considerado é o impacto social da construção de rodovias. A presença de uma nova rodovia pode transformar as dinâmicas sociais locais, influenciando aspectos como a qualidade de vida das populações afetadas, o acesso a serviços e a segurança viária. A análise desses impactos sociais permite a formulação de estratégias para maximizar os benefícios para as comunidades e minimizar possíveis inconvenientes ou deslocamentos forçados.

Esses impactos serão analisados no trecho da Rodovia PB-033, também conhecida como Estrada do Peixe-Boi, que liga a zona urbana de Rio Tinto à zona rural litorânea, no distrito de Praia de Campina/PB, a fim de esclarecer todos os efeitos causados a partir de sua implantação.

1.2. OBJETIVOS

O presente trabalho teve por objetivo principal investigar e analisar os impactos socioeconômicos, ambientais e urbanos decorrentes da construção da Rodovia PB-033, conhecida como Estrada do Peixe-Boi, em Rio Tinto (PB).

Especificamente, para que esse objetivo seja alcançado, buscou-se:

- Estudar os aspectos legais e regulatórios a partir das leis, regulamentos e políticas relevantes que moldam a construção de rodovias e como elas impactam os resultados esperados e reais;
- Delimitar e mapear a área de estudo;
- Identificar e classificar os impactos ambientais por meio de uma investigação dos efeitos causados pela rodovia sobre o meio ambiente local, incluindo alterações na paisagem, perda de habitats naturais, entre outros;
- Propor medidas para mitigar os impactos negativos da construção da rodovia.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A construção de estradas é um processo complexo e multifacetado que envolve uma série de etapas coordenadas para garantir a criação de uma infraestrutura eficiente e durável. Este processo, de maneira geral, envolve três fases essenciais: planejamento, projeto e construção, conforme indicado pelo Centro de Pesquisas Aplicadas da USP (1999) *apud* Mattei (2017), especializado em rodovias.

Durante a fase de planejamento, define-se a função principal da rodovia, que pode ser comercial, turística ou militar. A finalidade para a qual a rodovia se destina influencia diretamente seu traçado, a resistência necessária e os materiais a serem utilizados no projeto. Se a rodovia for projetada para uso comercial, seu trajeto deve ser curto e permitir acesso rápido e fácil aos centros econômicos da região. Por outro lado, uma rodovia turística deve conectar todos os pontos de interesse e, geralmente, tem uma demanda sazonal. Estradas destinadas ao transporte de cargas devem evitar curvas fechadas e rampas íngremes para não comprometer a

capacidade de escoamento do tráfego. Já as rodovias com finalidade militar devem tirar o máximo proveito da topografia do terreno e minimizar o uso de obras de arte, como viadutos e pontes, que são alvos vulneráveis a ataques (Mattei, 2017).

Ainda na fase de planejamento, são calculados o volume, a velocidade e a densidade do tráfego, além dos tipos e pesos dos veículos que utilizarão a rodovia. Também são analisadas as horas de maior fluxo de tráfego, a probabilidade de acidentes e engarrafamentos, e os custos relacionados à construção, operação e manutenção da via. Considera-se ainda a densidade demográfica das regiões atendidas e o tipo de atividade econômica predominante. Estudos sobre o crescimento da frota de veículos no país e suas possíveis implicações para a capacidade futura de escoamento da rodovia e para a necessidade de ampliação também são consultados (Brasil, 2006).

Para o projeto da estrada, são utilizadas as informações obtidas durante a fase de planejamento. Este projeto inclui, essencialmente, os desenhos da planta da estrada, seus perfis transversal e longitudinal, e as obras de arte associadas, além do dimensionamento das estruturas e da elaboração do orçamento. A rodovia deve ser projetada para se ajustar ao terreno, contornando obstáculos naturais ou superando-os por meio de construções especializadas (Padillo *et al.*, 2023).

Com base no projeto, inicia-se a construção da estrada, priorizando os parâmetros técnicos e financeiros estabelecidos. Após a abertura da estrada e a preparação do pavimento conforme as especificações do projeto, são realizadas a demarcação e a sinalização da rodovia para orientar os motoristas sobre os limites de velocidade apropriados para cada trecho, as entradas e saídas, e as distâncias para cada localidade servida pela via.

Na engenharia, existem normas técnicas em vigor. Na área de rodovias, um importante pilar de referência no Brasil é o Manual sobre Projeto Geométrico de Rodovias Rurais, publicado em 1999 pelo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), hoje conhecido como Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Essa norma incorpora os princípios da norma vigente nos Estados Unidos, intitulada "*A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*", elaborada pela *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) (Padillo *et al.*, 2023). No site do DNIT encontram-se manuais e diretrizes vigentes para elaboração de estudos e projetos rodoviários e complementares.

As normas técnicas de rodovias são fundamentais para garantir proteção e conforto nas vias, além de organizar os parâmetros e especificações adequados de acordo com a intensidade de uso estabelecendo parâmetros para as construções das rodovias.

2.1. ESTRADAS E RODOVIAS NO BRASIL

Desde a antiguidade, a construção de vias de conexão entre comunidades tem sido uma prática comum, com tribos e aldeias erguendo pontes de madeira ou corda e criando caminhos que ligavam florestas e desertos. Essas rotas permitiam o deslocamento, o transporte de alimentos e o contato com outras regiões.

Segundo Lopes (2015), a demanda por maior rapidez, praticidade e economia no transporte de cargas e pessoas levou à realização de grandes projetos de engenharia, permitindo a conexão entre diversas regiões. Além disso, foi necessário pavimentar essas rodovias, pois sem pavimentação, elas acumulavam lama durante as chuvas e formavam buracos na seca, o que aumentava os custos de transporte e, conseqüentemente, o preço final das cargas, além de dificultar o acesso ao destino.

Desse modo, o modal rodoviário no Brasil desempenha um papel importante no transporte de cargas e passageiros, sendo a espinha dorsal da logística nacional e da mobilidade urbana. Com uma vasta extensão de rodovias que cobre todo o território, o Brasil depende fortemente desse modo de transporte para sustentar seu crescimento econômico e social.

O Brasil tem um histórico de planejamento urbano fundamentado no modelo rodoviarista, o que resulta em uma vasta malha rodoviária composta por estradas municipais, estaduais e federais. Segundo informações do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), as rodovias no Brasil começaram a ser desenvolvidas apenas na década de 1920, inicialmente no Nordeste, como parte de programas para combater as secas. Em 1926, São Paulo foi pioneira ao criar a Diretoria de Estradas de Rodagem, que mais tarde evoluiria para o Departamento de Estradas de Rodagem (DER), o primeiro órgão rodoviário brasileiro com autonomia técnica e administrativa (Mattei, 2017).

Em 1937, foi criado o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), que inicialmente não era uma autarquia, não tinha recursos próprios e operava de forma independente dos sistemas rodoviários estadual e municipal. Até a metade da década de 1940, o Brasil contava com apenas 423 km de rodovias pavimentadas, tanto federais quanto estaduais, o que tornava a situação do setor rodoviário federal insustentável e prejudicava o desenvolvimento econômico do país, visto a sua extensa área territorial.

O Centro de Pesquisas Aplicadas da USP (1999) *apud* Mattei (2017), especializado em Rodovias, destaca que, a partir das décadas de 1940 e 1950, a construção de rodovias foi impulsionada por três fatores principais: a criação do Fundo Rodoviário Nacional em 1946, que estabeleceu um imposto sobre combustíveis líquidos para financiar a construção de estradas

pelos estados e pela União; a fundação da Petrobrás em 1954, que começou a produzir asfalto em grande escala; e a implantação da indústria automobilística nacional em 1957.

Enquanto o transporte ferroviário sofria com a falta de investimentos e perdia importância, o rodoviarismo ganhava destaque. Inicialmente, as rodovias foram criadas para conectar estações ferroviárias e facilitar a interligação em áreas não cobertas pelos trens. No entanto, ao contrário de muitos países europeus, o Brasil acabou relegando o modal ferroviário à decadência. Apesar do transporte ferroviário ser mais ecológico, coletivo, econômico e seguro para longas distâncias, o transporte rodoviário se tornou predominante. Essa evolução criticamente desequilibrada da matriz de transporte no Brasil priorizou excessivamente o rodoviarismo em detrimento do transporte ferroviário (Mattei, 2017).

O grande impulso para o *boom* rodoviário no Brasil foi o crescimento e a popularização do automóvel, que passou a ter um papel simbólico e afetivo significativo além de sua função prática. Segundo o antropólogo Roberto Damatta (2010), o carro se tornou um símbolo de status e um sonho de consumo. Além disso, a mudança da capital do Rio de Janeiro para Brasília resultou na criação de um plano rodoviário para conectar a nova capital a todas as regiões do país. Entre as rodovias construídas, destacam-se a Brasília-Acre e a Belém-Brasília, esta última com 2.070 km de extensão, atravessando um terço da selva amazônica (Damatta, 2010).

De acordo com informações disponíveis no site da *British Broadcasting Corporation* (BBC, 2018), o transporte rodoviário representa 58% do transporte de carga no Brasil. Atualmente, o país possui um total de 1.720.700 quilômetros de rodovias, dos quais 213.500 quilômetros são pavimentados (CNT, 2022). De acordo com os dados da Confederação Nacional do Transporte (CNT), em 2016, a malha rodoviária em extensão no território brasileiro era dividida da seguinte forma:

- Federal: 64.804,7 km (pavimentada) / 114.998,2 km (não pavimentada);
- Estadual: 119.747,0 km (pavimentada) / 114.998,2 km (não pavimentada);
- Municipal: 26.826,7 km (pavimentada) / 1.234.918,3 km (não pavimentada).

No Brasil, a densidade da malha rodoviária pavimentada é de 31,4 km para cada 1.000 km². Em contrapartida, países vizinhos como Uruguai e Argentina apresentam densidades de 43,9 e 42,3 km, respectivamente. Os países com as maiores densidades são a China, com 447 km, e os EUA, com 437,8 km (CNT, 2022).

Apesar de sua importância como principal meio de transporte no Brasil, a qualidade das estradas, incluindo a condição das pistas, sinalização e segurança, continua sendo precária na maioria dos casos (Mattei, 2017). O transporte rodoviário é um dos pilares da economia

nacional, representando cerca de 6% do PIB e sendo responsável por mais de 60% da movimentação de mercadorias (CNT, 2016). Na indústria alimentícia, a dependência do transporte rodoviário é de 65,5%, enquanto na agroindústria atinge 62%. Esses números destacam que uma parcela significativa da receita líquida das empresas é gerada através das rodovias.

O Boletim de Conjuntura Econômica de setembro de 2024, que fornece informações sobre indicadores econômicos e seus impactos no setor de transporte, destacou o crescimento do PIB desse segmento. O relatório mostrou que o PIB brasileiro aumentou 1,4% no segundo trimestre de 2024 em comparação com o trimestre anterior e 3,3% em relação ao mesmo período de 2023.

No contexto brasileiro, o escoamento da produção depende quase que totalmente das rodovias. Essa dependência se torna ainda mais evidente durante greves que bloqueiam rodovias ou paralisam caminhões, resultando em desabastecimento de alimentos e aumento de preços (Andrade, 2015, *apud* Salomão *et al.*, 2019). Essa realidade reforça a importância do setor de transporte na economia nacional.

2.2. ESTUDO DE TRAÇADO

Para a construção de uma rodovia, é necessário realizar o estudo de traçado, uma etapa essencial no planejamento viário. Esse estudo analisa o terreno, as condições topográficas e os parâmetros técnicos para identificar os locais mais adequados para a passagem da rodovia. O objetivo é encontrar a melhor combinação de eficiência, segurança, conforto e custo, respeitando as limitações técnicas, operacionais, ambientais e orçamentárias. Ao final, são apresentadas as opções analisadas, com suas vantagens e desvantagens, permitindo a escolha do traçado mais apropriado, que servirá como base para o projeto executivo da rodovia. Dessa forma, o estudo de traçado é uma fase preliminar que antecede a execução do projeto geométrico e integra os estudos necessários para a definição completa da rodovia (Padillo *et al.*, 2023).

Inicialmente, para a construção da rodovia, segundo Padillo *et al.* (2023), são feitos os estudos de campo. Essa etapa envolve análises e estudos preliminares para o traçado de uma rodovia, incluindo estudos de tráfego, impacto ambiental, drenagem e outros fatores relevantes, como demanda de tráfego, impactos socioambientais e restrições legais. Os principais estudos de campo realizados são:

- **Estudo de Tráfego:** coleta e análise de dados sobre o fluxo de veículos e pedestres.
- **Estudo Topográfico:** levantamento detalhado das características do terreno, como elevações e obstáculos naturais.
- **Estudo Hidrológico:** coleta de informações sobre precipitação e drenagem para dimensionar adequadamente os sistemas de drenagem.
- **Estudo Geológico e Geotécnico:** análise da composição do solo e estabilidade do terreno para identificar desafios geotécnicos.
- **Estudo de Impacto Ambiental (EIA):** avaliação dos impactos ambientais do projeto, com a elaboração de relatórios e medidas de recuperação e proteção.

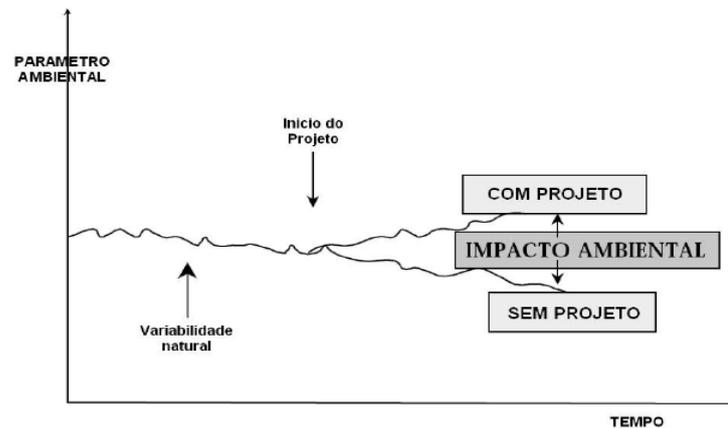
A partir dos dados coletados durante os estudos de campo, é desenvolvido um anteprojeto que compila as diferentes opções de traçado testadas e as características da alternativa selecionada. Nessa fase, são determinados o alinhamento horizontal da rodovia, a localização das curvas e a disposição preliminar da terraplenagem. Além disso, o anteprojeto avalia a viabilidade técnica, econômica e ambiental da rodovia. É importante destacar que esta etapa representa uma versão inicial do projeto, passível de ajustes e aprimoramentos posteriores, com base nos comentários obtidos em audiências públicas e em estudos mais aprofundados (DER-SP, 2012).

Por fim, é elaborado o projeto final da rodovia. Nesta fase, são especificados os detalhes do alinhamento horizontal e vertical da rodovia, além de todos os elementos de infraestrutura essenciais, como geometria das curvas, perfis longitudinais e transversais, sinalização, drenagem, pontes, viadutos, entre outros (Padillo *et al.* 2023).

2.3. IMPACTOS AMBIENTAIS EM RODOVIAS

O meio ambiente é consideravelmente afetado pela construção de redes viárias. De acordo com o Manual Rodoviário do DNIT (2005), o Impacto Ambiental é definido como a reação da natureza à inserção de elementos novos em um ecossistema, o que pode causar mudanças estruturais no ambiente ou na região afetada. Esses impactos se acumulam com o tempo, gerando efeitos que podem ser positivos ou negativos.

A Figura 1 demonstra que o impacto ambiental representa a alteração de um parâmetro ambiental resultante da ação humana. Em outras palavras, o impacto ambiental é a diferença incremental em um parâmetro ambiental entre a condição existente e a situação após a implementação do projeto de engenharia (Simonetti, 2010).

Figura 1- Impacto Ambiental

Fonte: Simonetti, 2010.

Uma alteração ambiental pode ser causada por fenômenos naturais ou por atividades humanas. Um efeito ambiental refere-se a uma alteração provocada diretamente por ações humanas, enquanto o impacto ambiental diz respeito à avaliação ou ao julgamento do significado e da importância desse efeito. O Impacto Ambiental afeta os meios físico, biótico e antrópico (Brasil, 2005).

A Resolução do CONAMA (CONAMA, 1986a, p. 636), define:

Art. 1. [...] considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades, físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia de 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 naturais.

Segundo Bellia e Bidone (1993), citados por Simonetti (2010), é uma característica intrínseca dos projetos e obras de engenharia causar impactos no meio ambiente durante sua realização. Seja para a construção de uma habitação, ferrovia, rodovia ou porto, esses impactos resultam do próprio processo de construção, que permite o uso e a exploração dos recursos naturais circundantes.

Os impactos ambientais geralmente são mais fáceis de identificar, pois costumam ser mais visíveis. Estes impactos estão frequentemente associados à remoção de vegetação, movimentação de solo, alteração do curso de rios, poluição sonora e mudanças nos habitats de

animais, entre outros. Por outro lado, os impactos sociais nem sempre são tão evidentes sem um diagnóstico social detalhado, exceto nos casos de necessidade de realocação de pessoas, que podem ser identificados até mesmo por imagens aéreas. Os impactos sociais podem ser visíveis ou invisíveis, temporários ou permanentes, pontuais ou dispersos. Eles podem afetar aspectos como o acesso, a travessia de pedestres, o pagamento de pedágio, a qualidade de vida, e mudanças nos hábitos culturais, podendo ter efeitos tanto positivos quanto negativos (Simonetti, 2010).

Estudar os impactos que a implantação de uma rodovia pode ter sobre o meio ambiente é fundamental para prever e mitigar possíveis efeitos negativos. Existem diversas classificações dos impactos, que incluem:

- Por tipo: positivo ou negativo;
- Por modo: direto ou indireto;
- Devido a magnitude: pequena, média ou grande intensidade;
- À duração: temporário, permanente ou cíclico;
- Por alcance: local, regional, nacional ou global;
- Por efeito: curto, médio ou longo prazo;
- Reversibilidade: reversível ou irreversível.

Essa categorização ajuda a entender melhor as consequências e a formular estratégias eficazes de gestão ambiental.

2.3.1. Áreas de influência

As áreas de influência são regiões onde os efeitos de um impacto ambiental ou social de um projeto, empreendimento ou intervenção podem ser observados. Para identificar os impactos futuros de uma ação proposta, é recomendável realizar, preferencialmente de forma antecipada, uma avaliação de impacto. Este estudo determina as áreas de influência direta e indireta que o empreendimento poderá gerar (Mattei, 2017).

De acordo com o artigo 2º da Resolução CONAMA (2004), a Área Diretamente Afetada (ADA) é definida como a área necessária para a implantação do empreendimento. Isso inclui suas estruturas de apoio, vias de acesso privadas a serem construídas, ampliadas ou reformadas, e todas as operações unitárias relacionadas exclusivamente à infraestrutura do projeto, ou seja, que são de uso exclusivo do empreendimento.

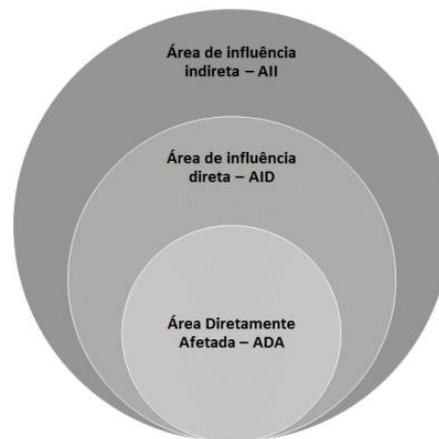
A Área de Influência Direta (AID) é a região geográfica diretamente impactada pelos efeitos do empreendimento ou projeto. Ela abrange o território contíguo e ampliado da Área

Diretamente Afetada (ADA) e, assim como a ADA, está sujeita a impactos sociais e ambientais significativos, tanto positivos quanto negativos. O empreendedor deve mitigar, compensar ou potencializar (se forem positivos) esses impactos. Esses efeitos são gerados pela presença do empreendimento e não por uma atividade específica do mesmo (Mattei, 2017).

Por fim, a Área de Influência Indireta (AII) refere-se ao território afetado pelo empreendimento, onde os impactos e efeitos são considerados menos significativos e mais diluídos em comparação com as outras duas áreas de influência (ADA e AID). O objetivo analítico nesta área é avaliar a inserção regional do empreendimento (Mattei, 2017).

A Figura 2 apresenta a definição das áreas de influência ao delinear as zonas afetadas por um projeto ou atividade específica.

Figura 2 - Definição de Áreas de Influência



Fonte: Mattei, 2017.

A partir da Figura 2 é possível identificar as delimitações, facilitando a compreensão de como diferentes zonas podem ser afetadas pelo projeto e a importância de considerar cada uma delas na avaliação de impactos.

2.3.2. Licenciamento Ambiental

O licenciamento ambiental no Brasil teve início em alguns estados na metade da década de 1970 e foi posteriormente integrado à legislação federal como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (Sánchez, 2013).

O conjunto de leis que regulamenta o meio ambiente no Brasil é considerado de alta qualidade, embora seja complexo e de difícil aplicação. Um exemplo de legislação essencial a ser considerada durante a fase de implantação de um projeto rodoviário é a Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Nos artigos

1º e 2º desta resolução, fica evidente a conexão entre o impacto ambiental e a autorização para a realização de obras rodoviárias.

É relevante destacar que os processos de licenciamento ambiental consideram um entendimento abrangente do conceito de meio ambiente. Esse entendimento não se restringe apenas aos aspectos físicos, como fauna, flora e geologia, mas também busca integrar a dimensão humana (Mattei, 2017).

Nesse contexto, os principais aspectos ambientais abordados nas exigências legais incluem o adequado tratamento das populações afetadas e um rigoroso controle ambiental durante a execução das obras, com o objetivo de minimizar o impacto sobre o meio ambiente. A análise dos impactos - econômicos, sociais, ambientais, culturais, entre outros - resultantes da implementação de sistemas de engenharia é particularmente necessária no caso das rodovias. Isso se deve ao fato de que a construção de rodovias frequentemente segue uma lógica corporativa, priorizando os indicadores de viabilidade financeira e econômica (Salomão *et al.*, 2019).

Os projetos de infraestrutura rodoviária, em geral, requerem a elaboração de Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e do correspondente Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), conforme estipulado pela legislação ambiental, incluindo a Lei nº 6.938/1981 e as Resoluções 001/86 e 237/97 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Para obras cuja extensão não cause impactos significativos, deve-se elaborar um Relatório Preliminar Ambiental (RPA). Em casos de maior complexidade ambiental, é necessário desenvolver estudos e análises detalhadas, além de propor medidas para a mitigação dos impactos, que serão apresentados no EIA e no RIMA (Fideles, Santos, Rihs, 2018).

A avaliação de impactos ambientais, realizada por meio dos Estudos de Impacto Ambiental e Relatórios de Impacto ao Meio Ambiente (EIA/RIMA), é uma ferramenta eficaz de política ambiental, pois permite identificar, quantificar e minimizar as externalidades negativas sobre o meio ambiente durante a execução de uma obra. Além disso, é essencial que haja um rígido controle e fiscalização por parte dos órgãos responsáveis pelas obras que afetam diretamente o meio ambiente, garantindo a recuperação de áreas eventualmente degradadas e prevenindo a criação de passivos ambientais (Ribeiro *et al.*, 2022).

Além do EIA/RIMA, em casos de impactos mais significativos, é necessário elaborar o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). Esse plano visa mitigar os efeitos da degradação ambiental e promover a restauração dos ecossistemas afetados. O PRAD inclui ações específicas para reabilitar a área, como o replantio de vegetação nativa, controle da erosão

e monitoramento da recuperação, garantindo que a biodiversidade e os recursos naturais sejam preservados para o futuro (Stein *et al.*, 2018).

O projeto final de engenharia deve ser acompanhado pelo EIA, RIMA ou RPA e apresentado ao órgão ambiental responsável pelo licenciamento - seja municipal, estadual ou federal - com o objetivo de obter a Licença Ambiental Prévia (LAP). Após a concessão dessa licença, pode-se iniciar a etapa de execução da obra, que inclui as atividades relacionadas ao projeto final de engenharia, ao projeto ambiental e aos programas ambientais destinados à mitigação dos impactos previstos na LAP. A execução só pode começar após a obtenção da Licença Ambiental de Instalação (LAI). O empreendedor deve então apresentar um plano de controle ambiental ao órgão licenciador. O cumprimento das medidas propostas e dos compromissos assumidos na LAP e na LAI é necessário para a concessão da Licença Ambiental de Operação (LAO) (Ribeiro *et al.*, 2022).

A empresa responsável pela obra deve ter um profissional credenciado e especializado em meio ambiente para liderar a equipe de inspeção e supervisão dos procedimentos ambientais. A gestão ambiental deve envolver toda a equipe de trabalho, adotando a filosofia da sustentabilidade e exigindo treinamento e acompanhamento contínuos. As atividades básicas de gerenciamento ambiental incluem: inspeção para acompanhar e documentar medidas ambientais, ações corretivas, e registro de ocorrências; controle ambiental para avaliar a eficácia das medidas e programas ambientais; e monitoramento dos licenciamentos das áreas de apoio para garantir o uso de materiais de fontes regulamentadas (DER-ES, 2009).

2.3.3. Aspecto ambiental

O aspecto ambiental é definido como o mecanismo pelo qual uma ação humana causa um impacto ambiental, ou seja, as ações humanas causam efeitos ambientais que, por sua vez, produzem impactos ambientais (Stein *et al.*, 2018).

De acordo com Bellia e Bidone (1993) *apud* Simonetti (2010), os impactos gerados pela construção viária devem ser avaliados em diferentes etapas do empreendimento. Estes impactos incluem:

- a) fase de projeto (inclui etapas de estudos de traçado e anteprojeto);
- b) durante a construção da obra;
- c) após a conclusão e a entrega ao público (conservação/restauração);
- d) fase de operação [...].

É importante notar que os projetos rodoviários têm uma área de influência mais ampla em comparação com outros meios de transporte. Isso ocorre porque os veículos rodoviários se destacam pela sua grande flexibilidade de deslocamento, podendo percorrer qualquer caminho que esteja disponível. Essa flexibilidade resulta em uma expansão significativa da área de influência dos impactos associados.

2.3.3.1. Fase de projeto

Os parâmetros analisados durante da fase de estudo de traçados das obras rodoviárias são:

- a) geologia;
- b) relevo e topografia;
- c) características dos solos;
- d) pluviosidade;
- e) cobertura vegetal.

Quanto à geologia, há quatro aspectos que devem ser levados em consideração no estudo de impactos ambientais: litologia predominante, estabilidade de maciços, grau de alteração de rochas e afloramentos.

Os três primeiros itens são essenciais, pois permitem identificar antecipadamente as tendências geotécnicas de uma região em relação a possíveis impactos ambientais, como escorregamentos, deslizamentos, queda de blocos e erosões. Além disso, o índice de afloramentos serve como um indicador da presença ou ausência de solos residuais.

Dentro das características de relevo e topografia, Bellia e Bidone (1993) *apud* Simonetti (2010), recomendam a análise de dois aspectos fundamentais: a unidade de relevo predominante (como serra, planalto etc.) e a declividade média do terreno. Esses parâmetros são essenciais para identificar potenciais impactos ambientais e estabelecer a área crítica de atuação. Por exemplo, áreas de serra exigem atenção especial quanto ao risco de escorregamentos, enquanto assoreamentos são mais comuns em regiões de baixadas.

As características dos solos recomendadas para estudo, são: a suscetibilidade à erosão; estado de conservação; estabilidade de maciços; solos hidromórficos (com excesso de umidade) (Brasil, 2015).

A estabilidade dos maciços pode ser avaliada identificando cicatrizes de antigos escorregamentos e verificando a presença de solos hidromórficos, que têm alto potencial de

recalque sob cargas. Para analisar o impacto da pluviosidade, deve-se considerar a precipitação em 24 horas e um tempo de recorrência de 50 anos, o que ajuda a prever e evitar escorregamentos e deslizamentos. Além disso, a cobertura vegetal é fundamental para a proteção dos solos; portanto, é essencial identificar corretamente seu tipo (mata densa, pastagem etc.). Destaca-se ainda a importância das matas de galeria ou ciliares na proteção da drenagem local (Bellia e Bidone, 1993 *apud* Simonetti, 2010).

2.3.3.2. Fase de construção

Os aspectos analisados durante da fase de construção das obras rodoviárias são:

- a) instalação do canteiro de obras;
- b) desmatamento e limpeza do terreno;
- c) terraplenagem e aterros;
- d) drenagem.

A instalação do canteiro de obras abrange a construção e montagem dos acampamentos, oficinas e usinas para a mistura de agregados, asfaltos e cimento. De acordo com o Manual Rodoviário do DNIT (Brasil, 2005), atender às condições básicas para a instalação do canteiro não só promove a higiene do local, mas também visa: reduzir o número de acidentes que podem ocorrer tanto com os usuários da via quanto com os operários da obra; evitar a proliferação de vetores indesejáveis, como mosquitos, caramujos e parasitas, que podem transmitir doenças e proteger a saúde dos trabalhadores; prevenir a deposição de resíduos em talvegues e obras de drenagem, evitando assim acidentes como inundações, erosões e escorregamentos, através da redução efetiva da vazão; recuperar as áreas utilizadas para as instalações provisórias, restituindo-as ao seu uso original.

De acordo com o Manual de Construção Rodoviária (*American Association Of State Highway Officials*, 1966, *apud* Simonetti, 2010), a primeira etapa na construção de uma estrada é a remoção de árvores, vegetação, tocos, lixo e outras obstruções da área. No entanto, árvores e vegetação que não afetam a construção ou que têm valor estético devem ser preservadas. A remoção de árvores pode ser necessária para aumentar a visibilidade e segurança no trânsito, melhorar o paisagismo, eliminar vegetação morta ou galhos que possam representar risco, garantir a drenagem adequada e facilitar o acesso de veículos e equipamentos. O Manual Rodoviário do DNIT (Brasil, 2005) reforça que o desmatamento deve ser suficientemente

amplo para assegurar a exposição ao sol e a visibilidade, mas limitado às necessidades mínimas para a construção e segurança do tráfego.

O Manual de Construção Rodoviária, especifica que a terraplenagem é o processo de preparar o leito da estrada, que será posteriormente coberto por sub-base e camada de base ou capa de desgaste. Este processo inclui a desobstrução do local, preparo das fundações, escavação, transporte, colocação, compactação, conformação do material, ajardinamento, limpeza da área construída e outras operações necessárias (*American Association Of State Highway Officials, 1966, apud Simonetti, 2010*).

A terraplenagem envolve o movimento de grandes volumes de solo, intenso tráfego de veículos pesados e alta velocidade de fluxo, visando aumentar a produtividade. Segundo o Manual Rodoviário do DNIT (Brasil, 2005), essas condições podem resultar em poeira, lama e interferência com o público, aumentando o risco de acidentes. Medidas preventivas, como a aspersão de água em áreas com poeira, a remoção de lama e o controle de velocidade em regiões densamente povoadas, são eficazes para mitigar esses impactos.

O Manual de Construção Rodoviária destaca que os aterros de terra devem ser fortemente compactados para garantir sua estabilidade. A compactação ajuda a reduzir o recalque causado pelo peso e vibração dos veículos, consolidando o aterro antes da conclusão da superfície da rodovia. Além disso, a compactação diminui a permeabilidade dos aterros, prevenindo problemas associados ao excesso de água, que pode enfraquecer e desestabilizar a estrutura. A compactação também minimiza problemas potenciais, como a contração e expansão do material devido a fatores naturais, como temperatura e umidade, reduzindo significativamente a probabilidade de impactos ambientais (*American Association Of State Highway Officials, 1966, apud Simonetti, 2010*).

A drenagem é outro aspecto relevante no processo de construção de rodovias. Falhas na sua execução ou a sua ausência podem resultar em grandes desastres. A drenagem não deve ser considerada de forma isolada, pois está interligada e influencia todas as outras etapas da construção.

Nesse contexto, o Manual Rodoviário do DNIT (Brasil, 2005) destaca que “sistemas de drenagem inadequados têm sido uma das principais causas de problemas na conservação das rodovias, afetando as áreas adjacentes e gerando problemas sanitários para as comunidades que a estrada deveria beneficiar.” Isso enfatiza a importância da drenagem nas etapas preventivas de impactos ambientais e destaca seu potencial significativo de impacto ambiental durante o processo de construção de rodovias.

Devido às suas propriedades erosivas e amolecedoras, a água pode ser um dos maiores inimigos das estradas quando aparece em locais indesejados. Ela frequentemente é a causa direta ou um fator contribuidor para muitos problemas e interrupções nas estradas. Portanto, é essencial realizar um estudo detalhado e implementar as melhores soluções para todos os desafios de drenagem, garantindo o sucesso da construção rodoviária (*American Association Of State Highway Officials, 1966, apud Simonetti, 2010*).

2.3.3.3. Fase de conservação e restauração

As atividades de conservação e restauração, segundo Bellia e Bidone (1993) *apud* Simonetti (2010), estão enquadradas dentro das seguintes tarefas:

- a) controle de erosões;
- b) controle da vegetação que ao crescer, invade taludes e estradas;
- c) manutenção da via e, em particular, das obras de drenagem;
- d) monitoramento de problemas relacionados a quedas de pedras e escorregamentos de massas de solo que possam atingir a via.

Destaca-se que a manutenção preventiva é mais econômica do que a intervenção direta para recuperar danos. Um exemplo é a vegetação, mesmo que seja benéfica para a paisagem e controle de erosão, seu crescimento descontrolado pode obstruir a visibilidade dos motoristas, cobrir placas de sinalização e reduzir a faixa de tráfego. Assim, recomenda-se a remoção controlada e a incineração da vegetação para evitar problemas adicionais, como incêndios descontrolados que podem causar acidentes.

Além disso, deve-se haver um gerente de manutenção viária com um plano de restauração verificações regulares para fatores com alto potencial de impacto causados pela rodovia, como: erosões, assoreamentos, inundações e represamentos; proliferação de vetores nocivos e endemias; problemas na exploração de pedreiras; exploração em áreas urbanas e em interfaces com áreas protegidas (Bellia e Bidone, 1993 *apud* Simonetti, 2010).

2.3.3.4. Fase de operação

Durante a fase de operação de uma rodovia, ocorre uma série de impactos e modificações no ambiente original. Entre os aspectos abordados, o Manual Rodoviário do DNIT (Brasil, 2005) destaca que os principais impactos são:

- a) poluição do ar;

- b) poluição da água;
- c) aumento dos níveis de ruído;
- d) aumento dos níveis de vibrações;
- e) problemas de segurança da comunidade (usuária ou não da estrada).

Essas modificações podem impactar tanto os seres humanos quanto a biota e o meio físico, com este último afetando, por sua vez, os dois primeiros aspectos.

A poluição do ar provocada pelo tráfego inclui a emissão de pó, composto por partículas resultantes da fragmentação e desgaste de rochas e solos. As principais consequências dessa poluição, conforme o Manual Rodoviário do DNIT (Brasil, 2005) são:

- a) Saúde humana: pode causar alergias e doenças pulmonares na população exposta.
- b) Biota: pode levar ao desfolhamento de plantas e à morte ou deslocamento de espécies animais.
- c) Monumentos e sítios históricos: a poluição pode causar corrosão e deterioração desses locais.
- d) Investimentos de terceiros: resíduos depositados podem afetar negativamente investimentos e propriedades.

Com relação a poluição da água, os impactos ambientais que envolvem este recurso são de extrema importância. Bellia e Bidone (1993) *apud* Simonetti (2010) destacam que as rodovias não afetam o meio ambiente apenas durante o seu funcionamento, mas também provocam impactos devido às aglomerações humanas que atraem para a região. Esses impactos são particularmente significativos para os recursos hídricos. Portanto, é essencial que os assentamentos, como residências, postos de serviços e estabelecimentos comerciais que surgem tanto na fase de construção quanto na de operação, possuam sistemas de saneamento básico adequados para o tratamento de seus efluentes sanitários.

Referente aos ruídos, o Manual Rodoviário do DNIT (2005) destaca que as principais vítimas dos sons gerados pelo tráfego de veículos são:

- a) as populações expostas permanentemente aos ruídos, principalmente aquelas que habitam e/ou trabalham nas proximidades de trechos com tráfego de alta densidade;
- b) as instalações de terceiros que necessitam de silêncio (escolas, teatros, hospitais etc.) e/ou de estabilidade para seu funcionamento (laboratórios, indústrias de precisão, hospitais, entre outros);

c) os monumentos históricos e sítios culturais, que podem ter suas funções distorcidas pelos ruídos gerados pelo tráfego pesado;

d) a fauna silvestre, que pode sofrer impactos devido aos ruídos excessivos (fuga dos sítios naturais, inibição da natalidade, entre outros).

No Brasil, a Resolução nº 035 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) estabelece o nível máximo de ruído permitido para as buzinas de veículos. De acordo com o artigo 1º, todos os veículos automotores, sejam nacionais ou importados, fabricados a partir de 01/01/1999, devem respeitar o limite máximo de pressão sonora emitida por buzinas ou dispositivos similares nas vias urbanas, que é de 104 decibéis (Simonetti, 2010).

A redução de ruído na fonte é uma preocupação que, embora não seja o foco principal da Engenharia Rodoviária, é importante para a sociedade e deve ser abordada pela indústria automobilística por meio de novas tecnologias e métodos. Como as autoridades podem apenas controlar o estado de conservação dos veículos, uma fiscalização rigorosa é essencial para minimizar a emissão de ruídos (Brasil, 2005).

Para controlar a propagação de ruídos, o planejamento de vias pode incluir melhorias no traçado e greide para evitar áreas críticas e reduzir acelerações e frenagens bruscas. Além disso, barreiras físicas são frequentemente utilizadas para mitigar o ruído sem impactar o tráfego local, oferecendo uma solução prática e econômica (Brasil, 2006).

Embora a modificação de ambientes existentes para reduzir ruídos possa ser cara, ajustes simples, como a melhoria das janelas nas residências, podem ser eficazes e de baixo custo para atenuar o impacto sonoro.

Por fim, a segurança da comunidade envolve a interação entre veículos de passagem e pedestres locais (Brasil, 2005). Esses aspectos vão além dos conceitos da Engenharia de Tráfego, abrangendo questões socioeconômicas complexas e exigindo uma análise multidisciplinar para avaliar os verdadeiros impactos ambientais. Contudo, os impactos mais diretos e mensuráveis são relacionados à segurança contra colisões entre veículos e acidentes envolvendo pedestres.

2.4. METODOLOGIA P.E.I.R

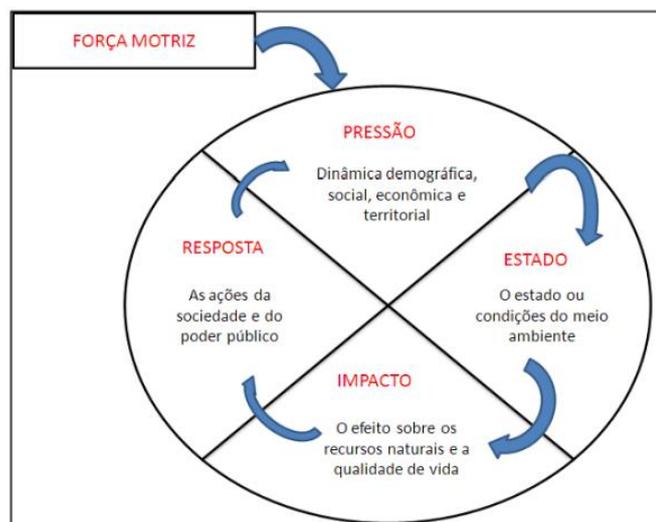
A metodologia Pressão-Estado-Impacto-Resposta (P.E.I.R.) oferece um mecanismo abrangente para a análise de problemas ambientais, enfatizando a concepção do ambiente como um sistema de múltiplas interações. Ariza e Araújo Neto (2010) *apud* Nakagomi (2012)

destacam a metodologia P.E.I.R. como vantajosa pela sua flexibilidade em se adaptar a diferentes realidades, tornando-se um importante instrumento de gestão pública ao evidenciar as interconexões entre os diversos elementos do sistema ambiental.

O P.E.I.R. é um modelo simplificado o qual avalia as pressões que as atividades humanas exercem sobre o meio ambiente em uma determinada localidade. O PEIR não apenas identifica alterações na qualidade de vida dos afetados, mas também monitora a utilização dos recursos naturais disponíveis. Este modelo é amplamente adotado devido à sua versatilidade, podendo ser aplicado a uma variedade de atividades e contextos (Guilherme *et al.*, 2020).

A Figura 3, apresenta uma síntese da conceituação dos elementos da metodologia P.E.I.R.

Figura 3 - Modelo P.E.I.R



Fonte: Sepe, (2008) *apud* Dutra *et al.*, 2018.

Esse modelo realiza uma análise baseada na pressão exercida pela atividade local, que gera impactos sobre o meio ambiente e envolve medidas mitigadoras e métodos de recuperação da área afetada. O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) incorporou o indicador de Impacto, permitindo que cada componente do P.E.I.R. tenha sua própria conceituação e utilize diversas variáveis, escolhidas conforme os critérios definidos pelo pesquisador (Guilherme *et al.*, 2020).

A “Força Motriz”, ou força indireta, refere-se aos impactos que as atividades humanas têm sobre o meio ambiente, e a construção de estradas é um exemplo claro dessa dinâmica. Essa atividade é influenciada por diversos fatores que moldam tanto a necessidade quanto às consequências da infraestrutura viária (Nakagomi, 2012).

Os indicadores de “Pressão” exercida sobre o meio ambiente são essenciais para compreender os impactos das atividades humanas, como a construção de estradas (Dutra *et al.*, 2018). Nesse contexto, a extração de areia para a pavimentação e a construção de estruturas viárias é uma prática que gera diversas pressões ambientais.

Os indicadores de pressão direta estão diretamente relacionados às externalidades geradas por essas atividades. Um exemplo disso é o volume de resíduos produzidos durante a construção de estradas, como sobras de materiais e detritos, que pode poluir o solo e os corpos d'água nas proximidades. Por outro lado, os indicadores de pressão indireta refletem tendências nas atividades que resultam em externalidades ambientais. Nesse sentido, a construção de estradas pode ocasionar na fragmentação de habitats, prejudicando a fauna local e dificultando a migração de espécies.

O termo "Estado" refere-se às condições do meio ambiente resultantes da pressão exercida pelas atividades humanas. Segundo Ariza e Araujo Neto (2010) *apud* Nakagomi (2012), a análise do estado deve levar em consideração o modelo de desenvolvimento da sociedade em questão. É fundamental avaliar o ecossistema da região de estudo, utilizando indicadores de estado que possibilitam a descrição e análise do ambiente.

Para uma avaliação abrangente do estado, é necessário incluir tanto aspectos qualitativos quanto quantitativos dos recursos disponíveis, evidenciando a interação entre a perspectiva ambiental e a qualidade de vida da população que depende desses recursos. Essa abordagem é apoiada por documentos do PNUMA e do Consórcio Parceria 21, que enfatizam a importância de considerar essas dimensões para uma compreensão completa da situação ambiental (Nakagomi, 2012).

O "Impacto" refere-se aos efeitos que surgem sobre o estado do ambiente natural e antrópico, assim como à economia local, produtividade e qualidade de vida. Segundo o PNUMA, citado por Ariza e Araújo Neto (2010), o uso de indicadores de impacto visa avaliar esses aspectos econômicos e sociais, ajudando os responsáveis políticos a quantificarem os danos ambientais causados por influências externas (Nakagomi, 2012).

Esses indicadores são essenciais para entender a extensão dos impactos, uma vez que descrevem os efeitos finais das mudanças no estado do ambiente. Isso inclui o ambiente impactado, a economia urbana local, a qualidade de vida e a saúde humana. O estado do meio ambiente tem um efeito direto na economia urbana e na produtividade, tornando a avaliação dos indicadores de impacto um importante instrumento para fundamentar decisões políticas que abordem as causas dos danos ambientais. Assim, a análise integrada do impacto e do estado

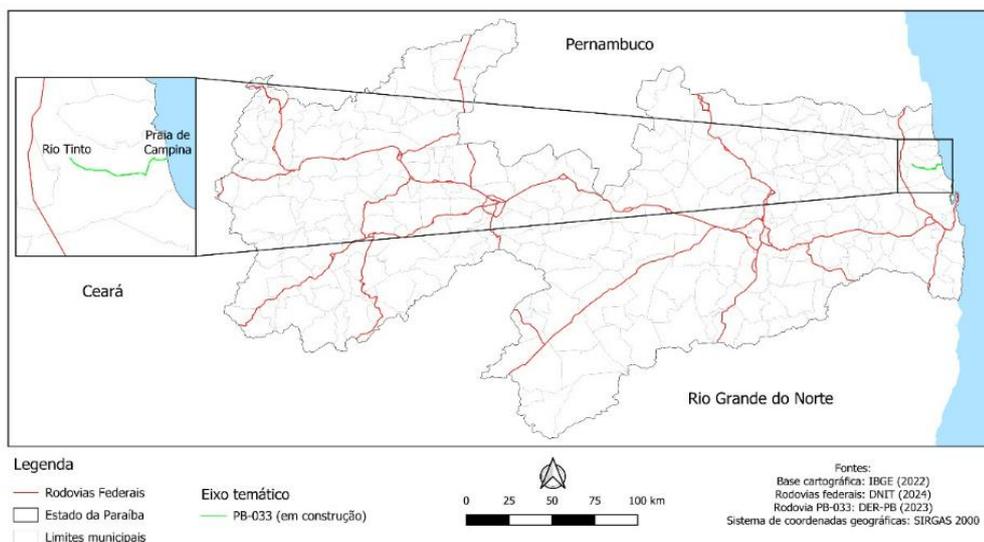
permite uma abordagem mais eficaz na formulação de políticas de mitigação e adaptação (Dutra *et al.*, 2018).

A "Resposta" refere-se aos esforços da sociedade e das autoridades, como políticos e tomadores de decisão, para enfrentar problemas ambientais e sociais. Essa resposta se manifesta através de ações coletivas ou individuais que visam atenuar ou evitar impactos negativos, corrigir danos já causados, conservar recursos naturais e melhorar a qualidade de vida da população local. Os indicadores de resposta são fundamentais para avaliar as ferramentas de intervenção utilizadas por diversos setores urbanos, permitindo que se compreenda como as diferentes estratégias de intervenção estão contribuindo para o bem-estar social e a sustentabilidade do meio ambiente (Nakagomi, 2012).

3. CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

A área estudada corresponde ao trecho da Rodovia PB-033, tendo início na Praia de Campina, saindo da Rua Mário Veloso Camelo e entrando na PB-033, passando pelo entroncamento com a PB-035 e chegando ao Município de Rio Tinto, na Rua Francisco Gerbasi, Rio Tinto/PB. Esse trecho liga a zona urbana de Rio Tinto à zona rural litorânea, no distrito de Praia de Campina, percorrendo uma extensão de 20,831 km (Figura 4). A Figura 5 apresenta a Estaca Zero da rodovia.

Figura 4 - Localização do trecho rodoviário



Fonte: Autor, 2024.

Figura 5 – Estaca Zero da Rodovia PB-033

Fonte: *Google Earth*, 2024.

O município de Rio Tinto e a Praia de Campina, que faz parte desse município, estão situados na Região geográfica imediata de Rio Tinto e na Região geográfica intermediária da Mata Paraibana, no Estado da Paraíba. Segundo dados do IBGE (2022), a área total é de 466 km², o que representa 0,8264% do Estado, 0,03% da região e 0,0055% do território brasileiro. A sede do município está localizada a uma altitude média de 50 a 100 metros e dista aproximadamente 60 quilômetros da capital. O acesso pode ser feito a partir de João Pessoa pelas rodovias BR-101 e PB-041.

Rio Tinto pertence a unidade geoambiental dos Tabuleiros Costeiros, que se estende ao longo do litoral nordestino, com altitudes médias entre 50 e 100 metros. Essa área é composta por platôs sedimentares com diferentes graus de entalhamento. A vegetação predominante é a Floresta Estacional Semidecidual, bem adaptada à escassez hídrica, devido ao clima caracterizado por uma estação chuvosa e outra seca (CPRM, 2005).

A economia de Rio Tinto é marcada por uma diversidade de atividades produtivas. Segundo dados do IBGE de 2010, o município conta com 12.000 hectares dedicados à cultura da cana-de-açúcar, um setor que desempenha um papel importante na economia local. As comunidades situadas na APA da Barra do Rio Mamanguape, por sua vez, têm suas bases econômicas na pesca, na agricultura e no extrativismo, embora não dependam exclusivamente dos recursos do mangue (ICMBio, 2014).

A rodovia percorre a região litorânea, incluindo locais como Praia de Campina, Barra do Mamanguape, Lagoa de Praia e Oiteiro. Ela também passa por áreas intermediárias ao longo da costa, como Tavares e Tanques. Todas essas comunidades localizam-se no interior da APA

da Barra do Rio Mamanguape, havendo também outras, na zona rural de Rio Tinto, dentro e fora da APA (ICMBio, 2023).

3.1. APA DA BARRA DE MAMANGUAPE

A diversidade ambiental da região do Rio Mamanguape, com seus distintos ecossistemas e áreas de ocorrência do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus*), um mamífero aquático ameaçado de extinção, atraiu a atenção de pesquisadores e ambientalistas. Esse crescente interesse fomentou esforços significativos para a conservação do habitat dessa espécie vulnerável.

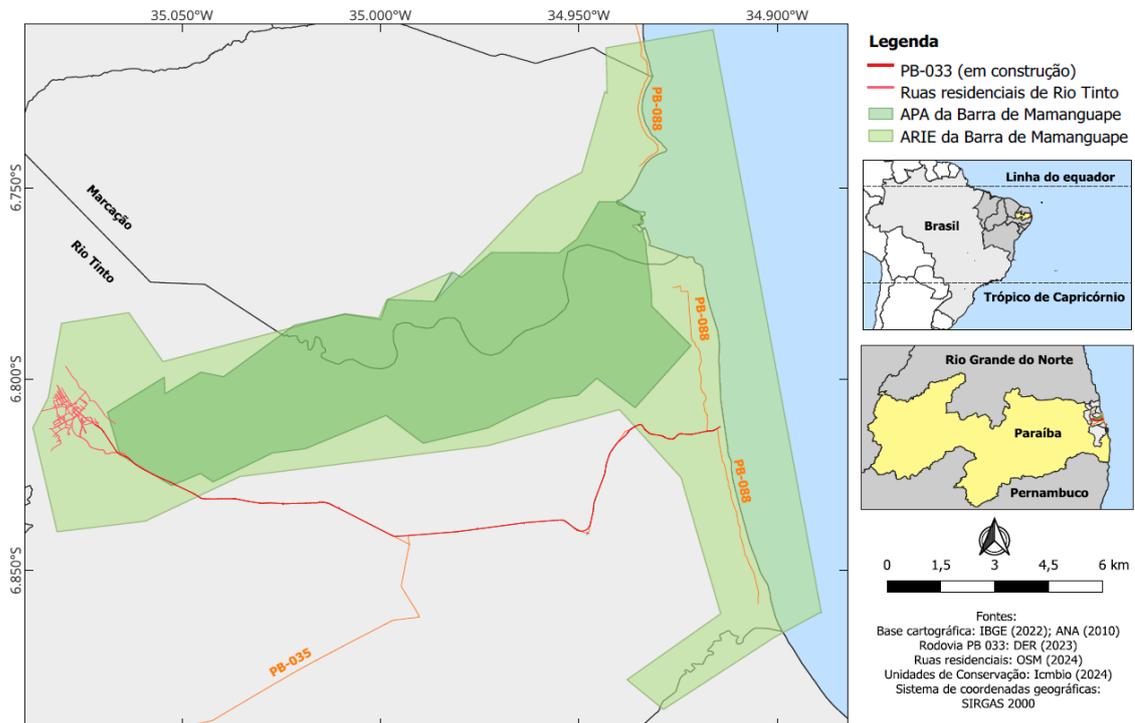
A partir disso, em 5 de novembro de 1985, foi criada a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) de Manguezais da Foz do Rio Mamanguape, com uma extensão superior a 5.700 hectares. O objetivo dessa criação foi proteger as áreas representativas de mangue, o habitat do peixe-boi marinho e outras espécies, ao mesmo tempo em que permite a exploração controlada dos recursos naturais dentro da área (Unidades de Conservação no Brasil, 2024).

Para aprimorar a conservação da ARIE de Manguezais da Foz do Rio Mamanguape e assegurar o uso controlado e sustentável dos recursos ambientais, foi estabelecida a Área de Proteção Ambiental (APA) da Barra do Rio Mamanguape pelo Decreto nº 924, em 10 de setembro de 1993. Com uma extensão de 14.640 hectares, essa APA sobrepõe a ARIE existente e tem a função de definir zonas para atividades humanas, respeitando áreas de alta importância ecológica e de preservação permanente. As APAs consistem em áreas públicas ou privadas destinadas a regular a ocupação do solo e promover a proteção dos recursos abióticos e bióticos, garantindo o bem-estar das populações locais, preservando ou melhorando as condições ecológicas e mantendo paisagens e atributos culturais significativos (Temoteo; Brandão; Crispim, 2018).

A Área de Proteção Ambiental (APA), situada entre os estuários dos rios Mamanguape e Miriri, é um rico mosaico de ecossistemas e recursos hídricos. A área abrange manguezais, lagoas, lagoas, praias com dunas, falésias, além de matas de restinga e de tabuleiro, e uma notável barreira de coral na foz do Rio Mamanguape. Dentro da APA, destacam-se as atividades econômicas como duas usinas de cana-de-açúcar e álcool, operações de carcinicultura, turismo no Centro Nacional de Mamíferos Aquáticos vinculado ao Projeto Peixe-boi, e atividades familiares de subsistência (Trilha dos Potiguaras, 2016).

A Figura 6 ilustra a demarcação da ARIE e da APA na região de Rio Tinto, destacando a localização da Rodovia PB-033 dentro dessas áreas.

Figura 6 - Demarcação da ARIE, APA e Rodovia PB-033



Fonte: Autor, 2024.

A Área de Proteção Ambiental (APA) e a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) do Rio Mamanguape possuem um Plano de Manejo, estabelecido pela Portaria nº 57 do ICMBio, publicada em 22 de maio de 2014. Este plano orienta a conservação da biodiversidade, o uso sustentável dos recursos naturais e a proteção dos ecossistemas, conciliando preservação ambiental com desenvolvimento socioeconômico (ICMBio, 2014).

A pavimentação da Rodovia PB-033 tem como objetivo melhorar o acesso às áreas urbanas de Rio Tinto e Mamanguape, facilitando o acesso aos produtos e serviços oferecidos nesses municípios. Além disso, a rodovia facilitará o acesso dos turistas ao litoral de Rio Tinto, especialmente para passeios de observação do peixe-boi marinho, motivo pelo qual a rodovia é informalmente chamada de Estrada do Peixe-Boi (ICMBio, 2023).

4. METODOLOGIA

A metodologia adotada combina análise teórica e prática para oferecer uma visão abrangente dos impactos da construção da Rodovia PB-033. Para avaliar esses impactos,

definiu-se o meio que está inserido e o aspecto ambiental de cada impacto para obter-se uma compreensão clara e estruturada dos efeitos que determinadas ações humanas têm sobre o meio ambiente.

Em seguida, foi utilizado o modelo de avaliação P.E.I.R., que considera os indicadores de sustentabilidade Pressão, Estado, Impacto e Resposta. Essa metodologia, desenvolvida pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), é conhecida como PSR (pressão-situação-resposta) e oferece uma classificação inicial dos indicadores ambientais, abrangendo pressões diretas e indiretas, a situação ambiental e as respostas sociais a essas condições (Dutra *et al.*, 2018).

Por meio da metodologia P.E.I.R., foi possível analisar as pressões resultantes da construção da Rodovia PB-033, incluindo a degradação dos ecossistemas, às mudanças no tráfego e a fragmentação de habitats. Essa abordagem permitiu identificar de maneira detalhada os impactos diretos e indiretos na região, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada das consequências dessa intervenção.

Por fim, foi elaborado e aplicado um questionário com o objetivo de coletar dados da população impactada pela rodovia, buscando compreender a percepção e comportamento em relação ao tema estudado. O questionário foi estruturado com uma combinação de perguntas fechadas e abertas, permitindo uma análise tanto quantitativa quanto qualitativa das respostas. A aplicação do questionário ocorreu de forma online, utilizando a plataforma *Google Forms*, o que facilitou o acesso e a participação dos respondentes.

O questionário foi enviado para professores das escolas que ficam próximas a estrada, Escola Municipal de Ensino Fundamental Presidente Nilo Peçanha e a Escola Municipal de Ensino Fundamental Francisco Firmino da Silva, a membros do Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Rio Tinto e aos engenheiros responsáveis pela execução e fiscalização da rodovia, para o ICMBio e Conselho da APA de Mamanguape.

O questionário ficou disponível para respostas durante uma semana (03/10/2024 à 10/10/2024), com o objetivo de alcançar uma maior diversidade de participantes. Essa abordagem permitiu captar diferentes perspectivas e experiências da população impactada, garantindo uma amostra mais representativa e enriquecedora para a análise dos dados coletados.

Após a coleta, os dados foram organizados e analisados estatisticamente, a partir do próprio *Google Forms*, possibilitando uma interpretação robusta dos resultados, que foram discutidos em consonância com os objetivos da pesquisa. Essa abordagem garantiu uma visão abrangente das opiniões e experiências da comunidade afetada.

É importante ressaltar que foram obtidas apenas onze respostas durante o período em que o questionário esteve disponível. Esse número é considerado baixo, especialmente em relação ao grande número de pessoas que serão impactadas pela construção da rodovia. Ademais, como o objetivo deste trabalho não era explorar a opinião pública sobre a relevância da estrada, optou-se por não aprofundar essa questão, limitando-a a um complemento da pesquisa. Portanto, sugere-se que futuros estudos considerem uma abordagem mais abrangente nesse aspecto.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na primeira etapa da metodologia, realizou-se o levantamento dos aspectos ambientais e impactos ambientais promovidos pela obra rodoviária, separando-os pelo meio que está inserido, físico, biótico e antrópico. Eles foram identificados pelo Plano de Controle Ambiental (PCA) e Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), estudos de impacto ambiental solicitados pelo DER-PB no processo de licenciamento da obra.

Em seguida, para a montagem da matriz P.E.I.R, foram mapeadas as pressões exercidas sobre o meio, os estados atuais observados, os impactos resultantes dessas pressões e as respostas adequadas a serem implementadas. Essa abordagem sistemática proporcionou uma compreensão abrangente das interações entre os indicadores analisados.

A matriz foi organizada de modo a apresentar os aspectos ambientais e suas relações que podem ser similares ou diferentes. No campo da direita é apresentado o meio e o aspecto que está sendo analisado. Nas colunas do lado direito, têm-se os indicadores Pressão, Estado, Impacto e Resposta (Tabela 1).

De acordo com a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2006) *apud* Amorim (2010), os indicadores não são elaborados para oferecer uma visão abrangente de todos os aspectos que compõem uma sociedade (econômicos, sociais e ambientais), mas sim para capturar tendências e destacar questões específicas. Além disso, esses indicadores podem ser valiosos na condução de análises comparativas de desempenho e políticas.

Cada um dos indicadores do P.E.I.R reflete as condições ambientais variadas presentes no território analisado, destacando demandas específicas relacionadas à qualidade e à sustentabilidade do meio ambiente. Isso abrange tanto as ações esperadas do poder público quanto às iniciativas da sociedade. As variáveis identificadas para os indicadores de avaliação ambiental da construção da Rodovia PB-033 em Rio Tinto, PB estão apresentadas na Tabela 1.

5.1. INDICADORES DE PRESSÃO

Segundo Pereira, Andrade e Cândido (2011) *apud* Dutra, *et. al* (2018), os indicadores de pressão refletem atividades humanas que causam problemas ao meio ambiente, abrangendo tanto a quantidade quanto a qualidade dos recursos naturais. No estudo realizado, foram identificados onze indicadores de pressão, conforme ilustrado na matriz da Tabela 1.

O primeiro indicador é a extração de areia, ela está diretamente relacionada ao assoreamento dos leitos dos rios, um fenômeno que ocorre em parte pela remoção da vegetação necessária para a construção de estradas. Esse fator não apenas contribui para o assoreamento, que diminui a capacidade de armazenamento de água, mas também intensifica os processos erosivos. Essa intensificação pode levar a deslizamentos de terra e à degradação do solo na região, afetando negativamente a fauna aquática (Panazollo, *et al.*, 2012).

A expansão urbana sem planejamento pode incentivar o desenvolvimento urbano desordenado, uma vez que facilita o acesso a novas áreas, levando à ocupação de terras sem planejamento adequado. Além disso, a facilidade de acesso, com a rodovia pode atrair pessoas para áreas inadequadas para moradia, resultando em ocupações irregulares e frequentemente vulneráveis.

O terceiro indicador é o aumento da área impermeabilizada, resultante da construção de rodovias que ampliam as superfícies impermeáveis. A pavimentação (Figura 7) dificulta a absorção da água da chuva e intensifica o escoamento superficial, o que pode contribuir para enchentes na região. Essa alteração no ciclo hídrico pode ter consequências significativas para o ambiente, contribuindo para enchentes na região.

Figura 7 – Trecho da Rodovia PB-033 pavimentado



Fonte: Autor, 2024.

A supressão de vegetação para a construção da estrada, está ligada a perda da vegetação nativa e ocasiona na redução de habitat para fauna, visto que dificulta a movimentação de espécies, afetando sua reprodução e sobrevivência. Esse indicador é um dos mais importantes a ser considerado, pois segundo dados obtidos do DER-PB, cerca de 2,07 ha (79,31% de um total de 2,61 ha) de vegetação do bioma Mata Atlântica, em áreas protegidas, foram suprimidos com a construção da PB-033, e que 35,48% da extensão da rodovia percorre áreas de preservação ambiental

Com relação a destinação de águas residuais e pluviais, ocasionam a criação de ambientes lânticos (águas paradas e sem corrente). Além disso, essas águas residuais podem causar instabilidade no leito da estrada ou estragos no pavimento, por saturar e amolecer o material subjacente da estrada.

O aumento do tráfego resulta em uma elevação da mortalidade animal, especialmente devido ao aumento dos atropelamentos nas estradas. Essa situação também impacta o tráfego local, uma vez que a maior facilidade de acesso à via atrai um número crescente de veículos. Além disso, esse aumento no tráfego contribui para a intensificação da poluição sonora na região, gerando mais ruídos provenientes de buzinas e outros equipamentos semelhantes.

No meio antrópico, a necessidade de terrenos para construção resulta na possibilidade de desapropriação para a implantação da rodovia, além de métodos para otimização do uso do espaço disponível.

Por fim, o indicador de melhoria da infraestrutura da estrada está diretamente relacionado ao crescimento econômico e populacional da região. Esses fatores não apenas contribuem para o aumento do tráfego, mas também impulsionam o turismo, especialmente devido à facilidade de acesso ao projeto do Peixe-Boi-Marinheiro, localizado na Barra de Mamanguape. Essa melhoria na infraestrutura resulta em um incremento na oferta de bens e serviços nas cidades ao longo da estrada, beneficiando a economia local e promovendo o desenvolvimento sustentável da região.

5.2. INDICADORES DE ESTADO E IMPACTO

O estado reflete as condições atuais do meio ambiente, destacando a vulnerabilidade socioambiental da área. O indicador de resposta diz respeito às ações coletivas ou individuais que geram diversas medidas políticas adotadas pelo Poder Público para a recuperação de ambientes degradados. Na matriz apresentada na Tabela 1, é possível visualizar tanto o estado quanto a resposta para cada aspecto analisado no estudo.

O primeiro indicador de estado, mensurado como acúmulo de sedimentos no leito dos rios, está diretamente ligado a alteração da qualidade das águas superficiais. Na estrada analisada, na estaca E916+10,784 (Figura 9), é possível observar o impacto causado no Rio Mamanguape para a construção de uma ponte, pelo satélite do *Google Earth*, no ano de 2015 e 2024.

Figura 8 -Trecho E916+10,784 em 2015



Fonte: *Google Earth*, 2015.

Figura 9 -Trecho E916+10,784 em 2024



Fonte: *Google Earth*, 2024.

Nas Figuras 10 e 11, observa-se o impacto *in loco*, evidenciando as consequências diretas das atividades da construção da rodovia.

Figura 10 - Assoreamento do leito do rio na Rodovia PB-033 devido a construção de uma ponte



Fonte: Autor, 2024.

Figura 11 - Assoreamento do leito do rio na Rodovia PB-033



Fonte: Autor, 2024.

O assoreamento de rios está associado ao aumento da erosão em áreas vulneráveis, intensificando o processo em regiões específicas. Esse fenômeno leva à perda de solo fértil e à degradação ambiental, o que é especialmente preocupante em áreas rurais, onde a população depende da agricultura para sua subsistência. A deterioração da qualidade do solo afeta a produtividade agrícola, ameaçando não apenas a segurança alimentar, mas também a economia

local e o bem-estar das comunidades. Na Figura 12, é possível observar uma pastagem de gado em uma área próxima à estrada.

Figura 12 - Criação de gado próximo à Rodovia PB-033



Fonte: Autor, 2024.

Além disso, o uso desordenado do solo contribui para ocupações irregulares, o que agrava a degradação ambiental. Essa realidade impacta negativamente a qualidade das águas superficiais, uma vez que práticas como desmatamento e impermeabilização aumentam a erosão e a sedimentação, prejudicando ainda mais o ecossistema local.

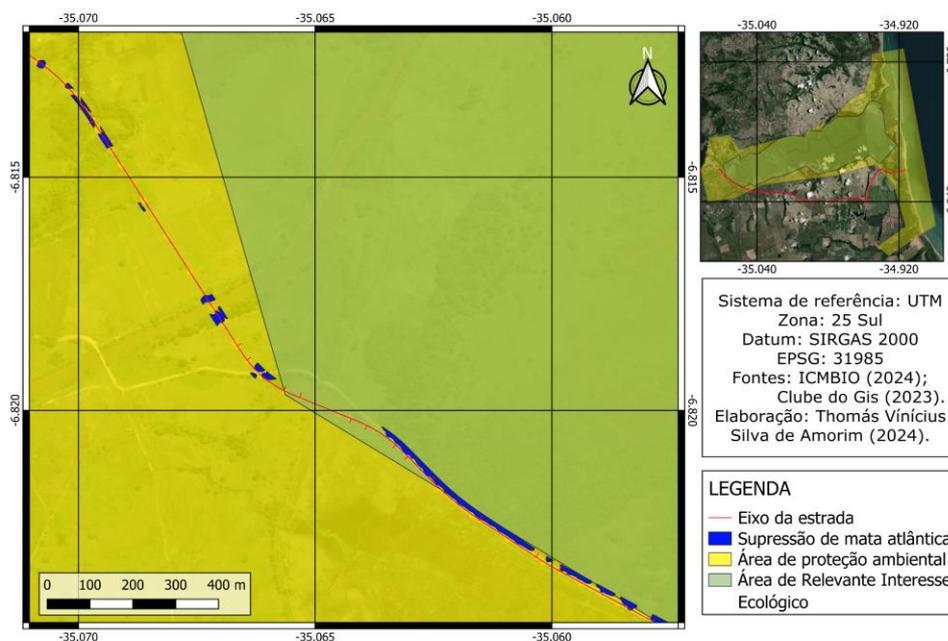
Ainda em relação às ocupações irregulares, há um impacto significativo no deslocamento das comunidades que habitavam a região ao longo da estrada. De acordo com o parecer técnico do Instituto Chico Mendes de Conservação e Biodiversidade (ICMBio, 2023), foi constatado que a instalação do empreendimento poderia resultar em processos de desapropriação e/ou realocação das populações residentes no local. Essa situação levanta preocupações sobre os direitos das comunidades e a necessidade de garantir condições adequadas para a realocação, visando minimizar os impactos sociais e culturais decorrentes dessa mudança.

Ainda no meio físico, o aumento das superfícies impermeáveis resulta em uma maior área impermeabilizada, o que, por sua vez, intensifica o escoamento superficial. Essa diminuição da infiltração da água no solo pode impactar negativamente a recarga dos mananciais subterrâneos, reduzindo a disponibilidade de volume nos aquíferos. Além disso, o crescimento do escoamento superficial favorece o risco de inundações, conforme apontado pelo ICMBio (2023).

No meio biótico, a perda da vegetação nativa e a redução de habitat para a fauna, estão atrelados a supressão da vegetação, que ocasionam a diminuição da biodiversidade e degradação de habitats da região. Foi estimado o montante de mata atlântica suprimida por

trecho (Tabela 2) e por extensão (Tabela 3), na APA, na ARIE e nas áreas externas ou adjacentes das unidades de conservação, por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) - em especial o *software* QGIS (Figura 13).

Figura 13 - Mapa de localização de algumas das supressões no empreendimento



Fonte: Autor, 2024.

Tabela 2 - Supressão de mata atlântica por trecho

	Área suprimida (ha)	%	% Acumulada
APA	1,34	51,34%	51,34%
ARIE	0,73	27,97%	79,31%
Área externa	0,54	20,69%	100,00%
TOTAL	2,61	100,00%	

Fonte: Autor, 2024.

Tabela 3 - Montante de extensão da rodovia por trecho

	Extensão (km)	%	% Acumulada
APA	6,1	29,28%	29,28%
ARIE	1,29	6,19%	35,48%
Área externa	13,44	64,52%	100,00%
TOTAL	20,83	100,00%	

Fonte: Autor, 2024.

Diante disso, constatou-se que aproximadamente 2,07 ha (79,31% do total de 2,61 ha) de vegetação do bioma Mata Atlântica em áreas protegidas serão suprimidos (Tabela 2). Além disso, 35,48% da extensão da rodovia atravessa áreas de preservação (Tabela 3), como já mencionado anteriormente.

De acordo com o parecer técnico do ICMBio, a obra intercepta pontualmente as margens de cursos d'água, classificadas pela Lei nº 12.651/2012 (Código Florestal) como áreas de preservação permanente (APP). Dessa forma, a supressão da vegetação nativa nessas áreas só é permitida em casos de utilidade pública, conforme estipulado pela referida lei. Assim, uma

vez que essa condição é atendida pelo Decreto nº 43.758/2023, que desapropria essas áreas, a obra obteve licença ambiental.

A Figura 14 apresenta um trecho da estrada que atravessa a Lagoa do Saco, uma região de mangue, onde é possível observar a supressão vegetal realizada dentro da ARIE do Rio Mamanguape para construção da rodovia.

Figura 14 - Trecho da Lagoa do Saco atingido pela construção da Rodovia PB-033



Fonte: Autor, 2024.

Ainda no meio biótico, a criação de ambientes lânticos, ocasionam na formação de lagoas e pântanos impactando na qualidade das águas superficiais. Na Figura 15, observa-se um exemplo desse aspecto ambiental na Rodovia PB-033.

Figura 15 - Criação de ambientes lânticos



Fonte: Autor, 2024.

O aumento da mortalidade de animais devido a colisões também contribui para a diminuição da biodiversidade e a degradação dos habitats na região, resultando da interferência no tráfego local. Com a pavimentação da estrada, os veículos tendem a circular em velocidades mais altas, o que afeta as rotas de passagem dos animais.

Além disso, a pavimentação da rodovia gera outros impactos na qualidade do ambiente, sendo a poluição sonora um dos principais problemas. O aumento dos níveis de ruído, proveniente das máquinas durante a fase de construção (Figura 16) e da circulação de veículos na fase de operação, pode afetar a fauna local e a qualidade de vida dos residentes nas proximidades. Essa elevação do ruído pode resultar em estresse para os animais e desconforto para as comunidades.

Figura 16 - Bate-estacas realizando perfuração para fundação da ponte na Rodovia PB-033



Fonte: Autor, 2024.

Outro fator importante a ser destacado é a mudança na posse de terras devido a possibilidade de desapropriação de terras para a construção da estrada, ocasionando o deslocamento de comunidades.

A partir de visitas à região, em conversas com a população residente próximo a estrada, descobriu-se que a maioria dessa população são posseiros (trabalhadores rurais que ocupam um pedaço de terra sem possuir o título de propriedade, onde passam a praticar uma agricultura de subsistência), e perderam seu sustento com a construção da rodovia.

Além disso, em alguns trechos da rodovia, dentro das comunidades, não existe calçada para a população, a estrada passa rente aos portões como pode ser observado na Figura 17, evidenciando o impacto direto.

Figura 17 - Trecho da Rodovia PB-033 sem calçada



Fonte: Autor, 2024.

Analisando por outra perspectiva, a mudança no tráfego impacta tanto a economia local quanto a qualidade de vida dos residentes de forma positiva. Nesse contexto, é importante destacar que a nova infraestrutura facilita o acesso à região, permitindo que as comunidades tenham um melhor acesso a serviços essenciais, como saúde e educação, o que pode resultar em uma força de trabalho mais saudável e qualificada. A Figura 18 apresenta trecho da estrada pavimentado, evidenciando o seu novo aspecto.

Figura 18 - Trecho da Rodovia PB-033



Fonte: Autor, 2024.

Com o aumento do tráfego na rodovia, surge também uma maior oferta de postos de trabalho, beneficiando a economia local por meio da valorização imobiliária e do incremento do turismo na Praia de Campina e no projeto do Peixe-Boi-Marinheiro, situado na Barra de Mamanguape. Além disso, a melhoria da infraestrutura torna a região mais atrativa para investidores, incentivando a instalação de novas empresas e indústrias.

5.3. INDICADORES DE RESPOSTA

O indicador de "resposta" refere-se às ações coletivas ou individuais que geram diversas medidas políticas adotadas pelo Poder Público para a recuperação de ambientes degradados (Guilherme *et al.*, 2020).

Visto isso, medidas mitigadoras precisam ser tomadas para corrigir impactos negativos a fim de reduzir sua magnitude. A partir da identificação dos impactos, é possível estabelecer mecanismos capazes de reduzir ou anulá-los.

A partir da análise da matriz P.E.I.R, foram apresentadas respostas para os aspectos analisados. Em relação ao assoreamento do leito dos rios, é fundamental implementar um monitoramento desse impacto, além de desenvolver projetos de desassoreamento, com o objetivo de melhorar a qualidade dos rios afetados.

Para as áreas de preservação ambiental que foram suprimidas e danificadas, é fundamental realizar o reflorestamento e adotar práticas de conservação do solo. Conforme estipulado pela Lei nº 11.428/2006, conhecida como Lei da Mata Atlântica, qualquer supressão legal deve ser acompanhada de compensação ambiental. Assim, a implantação e execução do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) se tornam condicionantes para a licença ambiental da obra. Isso inclui o replantio de espécies nativas na APA Mamanguape, em uma área mínima equivalente à do fragmento suprimido, em locais designados como Zona de Recuperação pelo Plano de Manejo da unidade de conservação.

Com relação ao aumento da área impermeabilizada e à formação de ambientes lânticos, é necessário implementar sistemas de drenagem urbana ao longo da estrada, a fim de permitir o escoamento adequado da água. Essas soluções ajudarão a minimizar o acúmulo de água e a prevenir problemas relacionados a enchentes e alagamentos na região. As Figuras 19 e 20 apresentam exemplos de dispositivos de drenagem em estradas.

Figura 19 - Bueiros de greide

Fonte: Autor, 2024.

Figura 20 - Saídas d'água

Fonte: Autor, 2024.

Para o aspecto redução de habitat da fauna, é essencial a criação de corredores ou passagens para animais, com o objetivo de minimizar a mortalidade causada pelo tráfego. Essas estruturas permitirão que os animais se desloquem com segurança entre os habitats, contribuindo para a preservação da biodiversidade na região. Na Figura 21, é possível observar um exemplo de passagem de fauna que foi implementado na Rodovia PB-033 a pedido de moradores da região.

Figura 21 - Passagem de animais

Fonte: Autor, 2024.

Devido ao aumento do tráfego, ocorrem interferências e alterações nas condições de transporte. Assim, é necessário implementar dispositivos de monitoramento da rodovia, além

de instalar placas de sinalização para orientar os condutores. Durante a visita à estrada em outubro de 2024, observou-se que ainda não havia placas instaladas. Assim, espera-se que a sinalização seja implementada conforme o projeto previsto para a rodovia.

Além disso, se faz necessário a instalação de um Programa de Monitoramento e Controle de Ruídos, com o objetivo de implantar medidas preventivas e de controle que minimizem os impactos causados pela emissão de ruídos. A realização de medições periódicas das fontes de ruído pela equipe garante que os níveis gerados sejam mantidos o mais baixos possível, reduzindo os efeitos adversos sobre a saúde dos trabalhadores e dos moradores nas proximidades do empreendimento.

Por fim, para a possibilidade de desapropriação, é fundamental que sejam oferecidas compensações justas e promovido o reassentamento das áreas, além de realizar a recuperação das áreas desocupadas. O empreendedor deve elaborar um plano de reassentamento que indique, de forma textual e por meio de mapas georreferenciados, a localização das áreas afetadas (ICMBio, 2023).

5.4. ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Na sequência da metodologia proposta, foram coletados dados por meio de um questionário elaborado e enviado via link do *Google Forms* aos professores da da Escola Municipal de Ensino Fundamental Presidente Nilo Peçanha e a Escola Municipal de Ensino Fundamental Francisco Firmino da Silva, a membros do Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Rio Tinto e aos engenheiros responsáveis pela execução e fiscalização da rodovia, para o ICMBio e Conselho da APA de Mamanguape, com o intuito de entender suas percepções e comportamentos em relação a rodovia.

Inicialmente, foi fundamental identificar a localidade dos onze respondentes do questionário. Os resultados mostraram que 91% dos participantes residem em Rio Tinto, e entre esses, 100% acreditam que a construção da Rodovia PB-033 facilitará o acesso a serviços básicos, como saúde e educação, contribuindo para a melhoria da mobilidade e do trânsito, além de melhorar o turismo na região e o desenvolvimento urbano. Essa percepção positiva destaca a relevância da rodovia para a comunidade local e suas expectativas em relação aos benefícios que a infraestrutura pode trazer.

Ao analisar os impactos da construção da Rodovia PB-033, foi questionado aos respondentes se a obra proporcionaria segurança no trânsito para pedestres e ciclistas. Os resultados indicaram que 63,6% dos participantes concordaram com a afirmação, enquanto

36,4% expressaram discordância. Essa divisão nas opiniões sugere uma preocupação significativa em relação à segurança viária, evidenciando a necessidade de considerar medidas adicionais para garantir a proteção de todos os usuários da estrada.

Ainda com relação aos impactos, os entrevistados foram questionados se acreditavam que a obra teria um impacto significativo sobre o meio ambiente. Os resultados mostraram que 54,5% dos participantes discordaram dessa afirmação, sugerindo que uma maioria considera que os efeitos ambientais da rodovia não serão graves. Essa percepção pode refletir uma expectativa de que as medidas de mitigação serão eficazes ou uma falta de conhecimento sobre os possíveis impactos ambientais associados ao projeto.

Por fim, foi solicitado que os participantes compartilhassem suas opiniões sobre como acreditam que a construção da Rodovia PB-033 pode impactar sua comunidade, tanto em termos de benefícios quanto de possíveis efeitos negativos.

Desse modo, a construção da Rodovia PB-033 foi vista de maneira predominantemente positiva pela comunidade de Rio Tinto, destacando a facilidade de acesso a serviços essenciais e a redução do tempo de deslocamento para outras áreas, como a zona rural e a Praia de Campina. Os participantes acreditam que a rodovia melhorará significativamente a mobilidade, facilitando o escoamento de produtos e proporcionando um atendimento mais eficiente na saúde e na educação.

No entanto, os impactos ambientais gerados pela construção são uma preocupação recorrente. Entre os aspectos negativos mencionados, destacam-se a poluição, o desmatamento e os riscos de acidentes devido ao desrespeito às normas de trânsito e ao excesso de velocidade. Apesar de algumas opiniões expressarem incerteza sobre os efeitos negativos, muitos acreditam que, no geral, os benefícios superam os prejuízos, ressaltando a importância de uma abordagem consciente para mitigar os impactos ambientais enquanto se aproveitam as vantagens da nova rodovia.

6. CONCLUSÃO

O que representa uma rodovia para diferentes grupos? Para um engenheiro, é um projeto técnico; para um motorista, é o trajeto para casa. Para o governo, é uma oportunidade de investimento; para as concessionárias, uma fonte de receita. Para os funcionários da concessionária, é o sustento. Para os manifestantes, é uma vitrine para suas demandas; para um político, uma plataforma de campanha. Para as comunidades ao redor, é parte do seu cotidiano;

e para os acionistas, é uma possibilidade de lucro. Assim, a rodovia se configura como um organismo vivo, equilibrando forças que, ora se opõem, ora se complementam.

A conclusão deste trabalho evidencia a complexidade e a importância da construção da Rodovia PB-033, conhecida como Estrada do Peixe-Boi, em Rio Tinto (PB). Os resultados da análise demonstraram que, embora a rodovia tenha o potencial de impulsionar a economia local, promovendo o comércio, o turismo e a mobilidade, também traz à tona desafios significativos para o meio ambiente e para as comunidades afetadas.

As discussões sobre a importância dos estudos de impacto ressaltam a necessidade de um conhecimento profundo das áreas que poderão ser atingidas. Isso é importante para que as decisões sobre traçados, tecnologias de construção e limites de tráfego sejam tomadas com propriedade. É urgente mostrar que as grandes obras estão relacionadas a contínuas e profundas transformações sociais, além das ambientais e econômicas, e, por isso, precisam ser previstas e monitoradas. Dessa forma, é fundamental implementar medidas mitigadoras para possíveis impactos negativos, que podem ser executadas pelo Estado ou pela iniciativa privada.

Uma vez definida a necessidade e a importância de uma nova rodovia, os estudos de alternativas de traçado devem ser menos influenciados por fatores puramente econômicos e considerar com rigor os aspectos socioambientais. Nesse contexto, a engenharia rodoviária deve adotar uma abordagem voltada para o desenvolvimento sustentável desde os estudos iniciais de traçado, garantindo que a técnica escolhida esteja equilibrada com os fatores econômicos, sociais e ecológicos.

A aplicação da matriz P.E.I.R na engenharia, oriunda da geografia, possibilitou um entendimento profundo do espaço geográfico. Este instrumento buscou compreender a relação entre sociedade e natureza, bem como as causas e efeitos das ações humanas no meio ambiente. A partir dessa análise, a matriz indicou possíveis soluções que visam melhorar a qualidade do ambiente e a vida das pessoas.

A avaliação dos impactos socioeconômicos, ambientais e urbanos revelou que a obra não apenas altera a dinâmica econômica da região, mas também modifica paisagens naturais, provoca a perda de habitats e gera preocupações sociais que precisam ser cuidadosamente geridas. Os aspectos legais e regulatórios que orientam a construção rodoviária se mostraram essenciais para assegurar que os benefícios da rodovia sejam maximizados, enquanto os efeitos adversos sejam mitigados.

É fundamental que as medidas mitigadoras propostas sejam implementadas e monitoradas de forma rigorosa, assegurando que as comunidades locais se beneficiem da infraestrutura sem comprometer a integridade ambiental. O rigoroso cumprimento das

diretrizes estabelecidas pelas leis citadas neste trabalho é importante para garantir que a construção da rodovia se alinhe com os princípios de desenvolvimento sustentável.

Portanto, este estudo não apenas destaca a relevância da Rodovia PB-033 para a interconexão de regiões, mas também enfatiza a necessidade de um planejamento integrado que considere tanto os impactos positivos quanto negativos, promovendo um equilíbrio entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental. A continuidade da pesquisa e o envolvimento das comunidades locais nas decisões relacionadas à rodovia são passos vitais para garantir que o legado da Estrada do Peixe-Boi seja positivo e duradouro para todos os envolvidos.

Contudo, este trabalho também abre espaço para futuras investigações, como a necessidade de monitorar os efeitos de longo prazo das medidas mitigadoras e a avaliação contínua do impacto socioambiental da rodovia, permitindo ajustes e melhorias que garantam sua sustentabilidade ao longo do tempo. Afinal, “a estrada vai além do que se vê”.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, Bartira Pereira. **Diagnóstico Dos Resíduos Sólidos Urbanos: Uma Aplicação Do Sistema De Indicadores De Sustentabilidade Pressão-Estado-Impacto-Resposta (Peir) Na Cidade De Campina Grande – PB**. 109 p. Relatório de Estágio Supervisionado. Universidade Federal de Campina Grande, 2010.
- BRASIL. **Decreto n. 924, de 10 de setembro de 1993**. Dispõe sobre criação da Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape no Estado da Paraíba e dá outras providências. Diário Oficial da União, DF, 1993.
- BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNIT). **ISF-216: Projeto de Obras de Arte Especiais**. Rio de Janeiro, 2015.
- BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNIT). **Manual De Estudos De Tráfego**. 384 p. Rio de Janeiro, 2006.
- BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNIT). **Manual De Projeto E Práticas Operacionais para Segurança nas Rodovias**. 280 p. Rio de Janeiro, 2010.
- BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNIT). **Manual Rodoviário de Conservação, Monitoramento e Controle Ambientais**. Rio de Janeiro. 2 ed. 2005.
- BRASIL. **Lei n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Diário Oficial da União, DF, 2006.
- BRASIL. **Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, DF, 2012.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE (CNT). **Boletim de Conjuntura Econômica**. 2024. Disponível em: <https://cnt.org.br/documento/c667d3d9-3762-4aad-83ec-fef8930777b6>. Acesso em: 25 set. 2024.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE (CNT). **Pesquisa CNT de Rodovias 2016**. Disponível em: <https://pesquisarodovias.cnt.org.br/>. Acesso em: 01 set. 2024.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE (CNT). **Rodovias brasileiras apresentam piora de qualidade**. 2022. Disponível em: <https://cnt.org.br/agencia-cnt/rodovias-brasileiras-apresentam-piora-de-qualidade>. Acesso em: 04 set. 2024.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução CONAMA nº 1 de 23 de janeiro de 1986**. 1986. Disponível em [http:](http://)

https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=745. Acesso em: 06 set. 2024.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução CONAMA nº. 349/2004. 2004.** Disponível em:

https://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/legislacao/leg_federal/leg_fed_resolucoes/leg_fed_res_conama/ResolCONAMA-349-04.pdf. Acesso em: 12 set. 2024.

DAMASCENO, Jennifer de Oliveira Luiz; ALVES, Marco Antônio Moreira. **Estudo dos Impactos Economicos e Ambientais Para Implementação de uma Rodovia.** TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 88p. 2019.

DAMATTA, Roberto. **Fé em Deus e pé na tábua: ou como e por que o trânsito enlouquece no Brasil.** Rio de Janeiro: Rocco. 2010.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (DER/ES). **Fiscalização Ambiental De Obras E Serviços De Engenharia E Atendimento De Condicionantes Ambientais.** Vitória-ES, 2009.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO (DER/SP). **Manual Básico De Estradas E Rodovias Vicinais - Volume I Planejamento, projeto, construção e operação.** São Paulo, 2012.

DUTRA, Vítor Abner Borges *et al.* **Saneamento Em Áreas Urbanas Na Amazônia: Aplicação Do Sistema De Indicadores PEIR.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental. Florianópolis, SC. 2018.

FIDELIS, Djalma Reis Fideles; SANTOS, Gilson Nogueira dos Santos; RIHS, Arnon Roberto. **Construção E Pavimentação De Estradas e Rodovias.** Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro. Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni. Teófilo Otoni-MG, 2018.

GUILHERME, Ordália Dias da Silva *et al.* **Análise de impactos ambientais na lavra de areia desativada na região administrativa de Santa Maria/DF, sob a ótica da metodologia P.E.I.R.** Entorno Geográfico. pp. 19-39. Universidad del Valle. 2020.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Biodiversidade da Conservação. **Plano de Manejo da APA Barra do Rio Mamanguape.** Brasília. 2014.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Biodiversidade da Conservação. **Parecer Técnico - SOALA SEI no 1/2023-ICMBio Mamanguape/ICMBio.** Brasília. 2023.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Cidades e Estados.** 2022.

Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb/rio-tinto.html> Acesso em: 16 set. 2024.

LOPES, Yorraine Coutinho. **Transporte de Produtos Agrícolas e a Otimização de seus Resultados**. 2015. 47 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, Assis, 2015.

MATTEI, Leana Moreno. **“A estrada vai além do que se vê”**: Uma análise sobre impactos sociais de concessões de rodovias. 2017. 147 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Escola de Administração, Salvador, 2017.

MESQUITA, Lígia. **Crise revela dependência de transporte rodoviário que é 'mais barato e dá voto'**. BBC Brasil, 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-44247460#:~:text=O%20Brasil%20%C3%A9%20o%20pa%C3%ADs,R%C3%BAssia%20e%208%25%20do%20Canad%C3%A1>. Acesso em: 04 set. 2024.

NAKAGOMI, Bruno. **Capacidade De Carga E Metodologia P.E.I.R: Uma Nova Proposta Metodológica De Análise Ambiental**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de Brasília. Instituto de Ciências Humanas. Departamento de Geografia, Brasília-DF, 2012.

PADILLO, Alejandro Ruiz *et al.* **Projeto geométrico de rodovias**. Santa Maria, RS: UFSM, Centro de Tecnologia, Laboratório de Mobilidade e Logística, 2023.

PANAZOLLO, Adriano Peixoto *et al.* **Gestão ambiental na construção de rodovias - O caso da BR-448 - Rodovia do Parque**. 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente Bento Gonçalves – RS, 2012.

RIBEIRO, Ana Paula Lustosa *et al.* **Ações De Mitigação E Compensação Ambiental Dos Impactos Causados Pela Construção Da Br-242/TO**. Revista de Geografia e Ordenamento do Território (GOT). Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, p. 44 – 80. Porto, Portugal. 2022.

SALOMÃO, Pedro Emílio Amador *et al.* **Impactos ambientais gerados pela construção e operação de rodovias**. 2019. Research, Society and Development, vol. 8, núm. 10, pp. 01-24. Universidade Federal de Itajubá, Minas Gerais, 2019.

SÁNCHEZ, Luiz Henrique. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SERVIÇO GEOGRÁFICO DO BRASIL (CPRM). **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea – Diagnóstico do Município de Rio Tinto**. Recife. 2005.

SIMONETTI, Henrique. **Estudo De Impactos Ambientais Gerados Pelas Rodovias: Sistematização Do Processo De Elaboração De EIA/RIMA**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre-RS, 2010.

STEIN, Ronei *et al.* **Avaliação de Impactos Ambientais**. Porto Alegre: SAGAH, 2018.

TEMOTEO, Joelma Abrantes Guedes; BRANDÃO, Jammilly Mikaela Fagundes; CRISPIM, Maria Cristina. **Turismo E Sustentabilidade Em Unidades De Conservação: Um Estudo Sobre As Alternativas De Emprego E Renda Na Área De Proteção Ambiental Da Barra**

Do Rio Mamanguape-PB. 2018. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, vol. 7, núm. 1, 2018, Enero-, pp. 43-61. Universidade Nove de Julho São Paulo, Brasil, 2018.

**TRILHA DOS POTIGUARAS. "Área de Proteção Ambiental do Rio Mamanguape."
Trilhas dos**

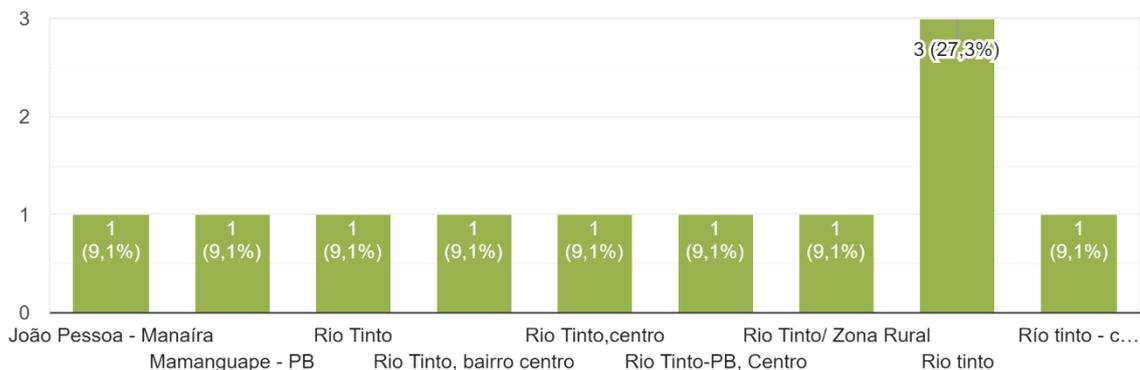
Potiguaras. 2016. Disponível em: <http://trilhasdospotiguaras.pb.gov.br/pt-br/reservas-ambientais/area-de-protecao-ambiental-do-rio-mamanguape/>. Acesso em: 16 set. 2024.

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO BRASIL. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/>. Acesso em: 16 set. 2024.

APÊNDICE – Questionário aplicado

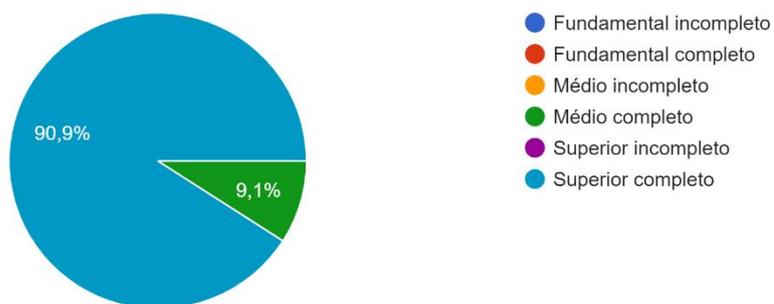
Qual a cidade e o bairro que você mora?

11 respostas



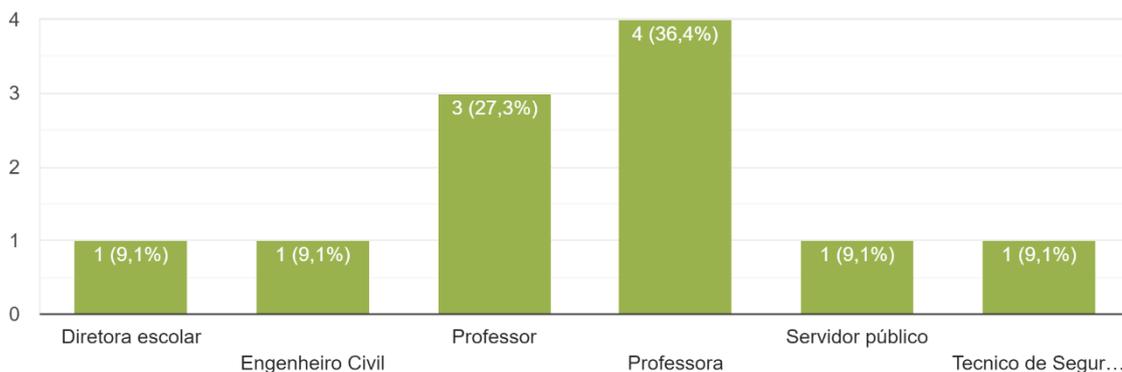
Qual a sua escolaridade?

11 respostas



Qual a sua profissão?

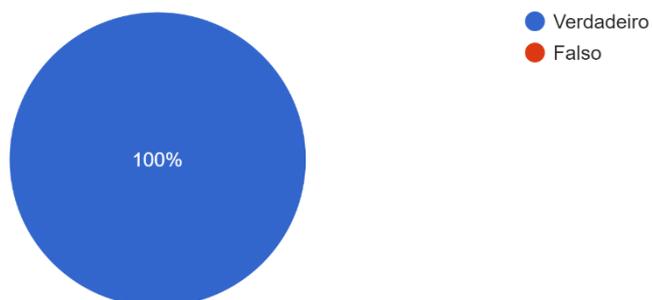
11 respostas



APÊNDICE – Questionário aplicado (continuação)

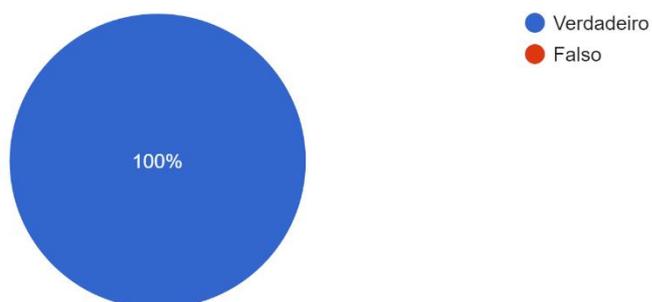
A construção da Rodovia PB-033 vai facilitar o acesso a serviços básicos, como saúde e educação melhorando a mobilidade e o trânsito.

11 respostas



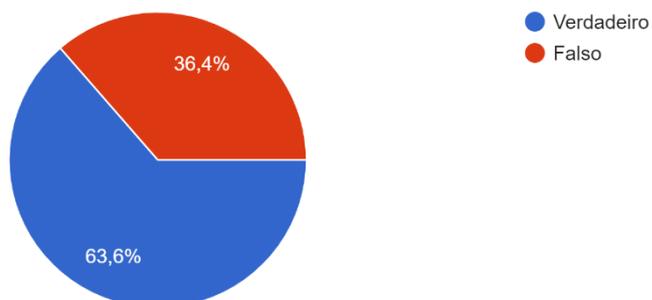
A construção da Rodovia PB-033 vai melhorar o turismo na região e o desenvolvimento urbano.

11 respostas



Com a construção da Rodovia PB-033 ocorrerá segurança no trânsito para pedestres e ciclistas.

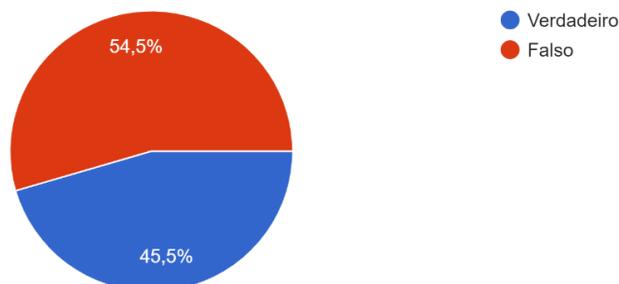
11 respostas



APÊNDICE – Questionário aplicado (continuação)

A construção da Rodovia PB-033 terá impacto ambiental significativo. (Ex: Desmatamento, poluição da água e do solo, deslocamento de pessoas e atividades econômicas).

11 respostas



Por favor, explique como você acredita que a construção da Rodovia PB-033 afetar sua comunidade, mencionando tanto os possíveis benefícios quanto os impactos negativos.

11 respostas

Após concluída, a Rodovia irá beneficiar diretamente mais de 25 mil habitantes no seu dia-a-dia, facilitando o acesso a escola, hospitais, mercadorias além de fortalecer o turismo da região. Quanto aos impactos negativos serão os riscos de acidentes pela falta de educação no trânsito.

A construção da Rodovia PB 033 sem duvida vai trazer muitos benefícios para todas as comunidades, não só para o turismo mas para todos os seguimentos, melhorando o escoamento dos seus produtos, atendimento mais rápido e eficiente na Saúde e na Educação o deslocamento facilita muito e mais seguro, só temos a ganhar com esta importantíssimo construção

Vai Melhorar muito o caminho, deixando mais rápido e seguro ir para casa

Com a construção da PB-033 o acesso a zona urbana será melhor para os moradores, nos tempos chuvosos evitando assim os atoleiros, por outro lado, destacamos também os impactos ambientais, causando grandes prejuízos a fauna e a flora local.

Só benefícios para comunidade Riotintenses,

A construção da Rodovia irá facilitar o nosso acesso a zona rural e área da praia, porém essa construção traz muito impacto ao meio ambiente, como: poluição, desmatamento, aquecimento global entre outros

Não afetará

Para mim facilitará o acesso e diminuirá o tempo do percurso para chegar as outras comunidades. E o aspecto negativo é que muitos nao obedecerão o trânsito e haverá excesso de velocidade,causando acidente.

O lado positivo para a comunidade foi com facilidade a acesso lado negativo o impacto ambiental

Acredito que os benefícios serão maiores que os negativos.

O maior benefício é a facilidade do acesso e serviços básicos entre outros, apesar de não saber a realidade de todas as comunidades e do projeto da rodovia.