

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS – UNIGOIÁS
PRÓ-REITORIA DE ENSINO PRESENCIAL – PROEP
SUPERVISÃO DA ÁREA DE PESQUISA CIENTÍFICA - SAPC
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

IMPACTOS AMBIENTAIS EM RODOVIA: UM ESTUDO DE CASO NA BR-060

GERCY DIAS SANTANA
MARIA DA CRUZ PEREIRA
ORIENTADOR: REGINA DE AMORIM ROMACHELI
PROFESSORA: RAQUEL BUENO
02/12 – 17:20hs – 202F

GOIÂNIA
Dezembro/2024

GERCY DIAS SANTANA
MARIA DA CRUZ PEREIRA
ORIENTADOR: REGINA DE AMORIM ROMACHELI

IMPACTOS AMBIENTAIS EM RODOVIA: UM ESTUDO DE CASO NA BR-060

Trabalho final de curso apresentado e julgado como requisito para a obtenção do grau de bacharelado no curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS na data de 02/12/2024.

Prof. Ms Regina de Amorim Romacheli
Orientadora

Prof. Ms. Stenio Amorim
Examinador

Prof. Raquel Franco Bueno
Examinadora

IMPACTOS AMBIENTAIS EM RODOVIA: UM ESTUDO DE CASO NA BR-060

Gercy Dias Santana¹
Maria Da Cruz Pereira¹
Regina de Amorim Romacheli²

Resumo:

Esta pesquisa foi realizada na Rodovia Go-060 do km 168 ao 173, entre Goiânia e Abadia de Goiás, com o objetivo de identificar os passivos ambientais relativos a implantação e operação do trecho, para tanto foi realizado um estudo in loco para identificar os impactos ambientais causados pela construção da rodovia, com a elaboração de um estudo geoespacial, relatório fotográfico, e a geração de uma metodologia para avaliação de significância do impacto ambiental com as propostas de mitigação. Os resultados demonstraram que apesar da rodovia ser bem estruturada, com vias duplicadas e com grande tráfego, há passivos relevantes em relação a ausência de sinalização, manutenção nos dispositivos de drenagem e segurança, e ainda, presença de resíduos na faixa de domínio que geram impactos como acidentes de trânsito, acúmulo de água na pista e proliferação de vetores. Ressalta-se ainda que medidas detalhadas foram apresentadas para a solução dos passivos identificados.

Palavras-chave: Proposta de mitigação. Dispositivos de drenagem. Estudo geoespacial. Passivos ambientais. Proliferação de vetores.

ENVIRONMENTAL IMPACTS ON HIGHWAYS: A CASE STUDY ON BR-060

Abstract:

This research was carried out on the Go-060 Highway from km 168 to 173, between Goiânia and Abadia de Goiás, and aimed to identify environmental liabilities. To this end, an on-site study was carried out to identify the environmental impacts caused by the construction of the highway, with the preparation of a geospatial study, photographic report, and the generation of a methodology for assessing the significance of the environmental impact with mitigation proposals. The results showed that although the highway is well structured, with dual carriageways and heavy traffic, there are significant liabilities in relation to the lack of signage, maintenance of drainage and safety devices, and also the presence of waste in the right-of-way that generate impacts such as traffic accidents, accumulation of water on the road, and proliferation of vectors. It is also worth noting that detailed measures were presented to solve the identified liabilities.

Keywords: Drainage devices. Geospatial study. Environmental liabilities. Vector proliferation.

1. INTRODUÇÃO

Campos Neto et al (2011), afirma que o modal rodoviário no Brasil respondia, em 1950, a apenas 38% do transporte de cargas nacionais (BNDES, 2008). Com o Plano de Metas, no governo Juscelino Kubitschek, as rodovias foram priorizadas buscando, entre outros objetivos, estimular a indústria de transformação por meio da indústria automobilística. A origem dessa dependência está nos anos 1960 e 1970, quando a malha rodoviária federal pavimentada cresceu rapidamente, passando de 8.675 km em 1960 para 47.487 km em 1980. A partir de então cresceu lentamente e em 2000 alcançou 56.097 km (DNER, 2001).

Isto ocorreu porque a malha rodoviária do país foi construída por meio de recursos arrecadados pela União – imposto sobre combustíveis e lubrificantes, imposto incidente sobre a propriedade de veículos e outros –, destinados à implementação do Plano Rodoviário Nacional e ao auxílio financeiro aos estados na execução dos seus investimentos rodoviários. A construção dessas obras de infraestrutura custara ao país intervenções ambientais relevantes, que implicaram em otimizações de recursos naturais, criação de rotas de fauna, preservação de ambientes naturais, tecnologias menos poluentes, dentre outras. Estas ações e tecnologias mudaram a forma de agir e pensar os projetos e construções de vias.

Na mão deste desenvolvimento, este artigo buscou identificar e analisar os impactos ambientais advindos da construção da Rodovia BR-060, englobando as externalidades provocadas pela própria execução e condições de tráfego, englobando o meio biótico e abiótico. A pesquisa focou em uma área de significativa importância na região, estando entre os municípios de Goiânia a Abadia de Goiás (quilômetros 168 ao 173), verificando também as técnicas de mitigação dos impactos já implantadas e sugerindo novas propostas de forma a tornar a via mais sustentável.

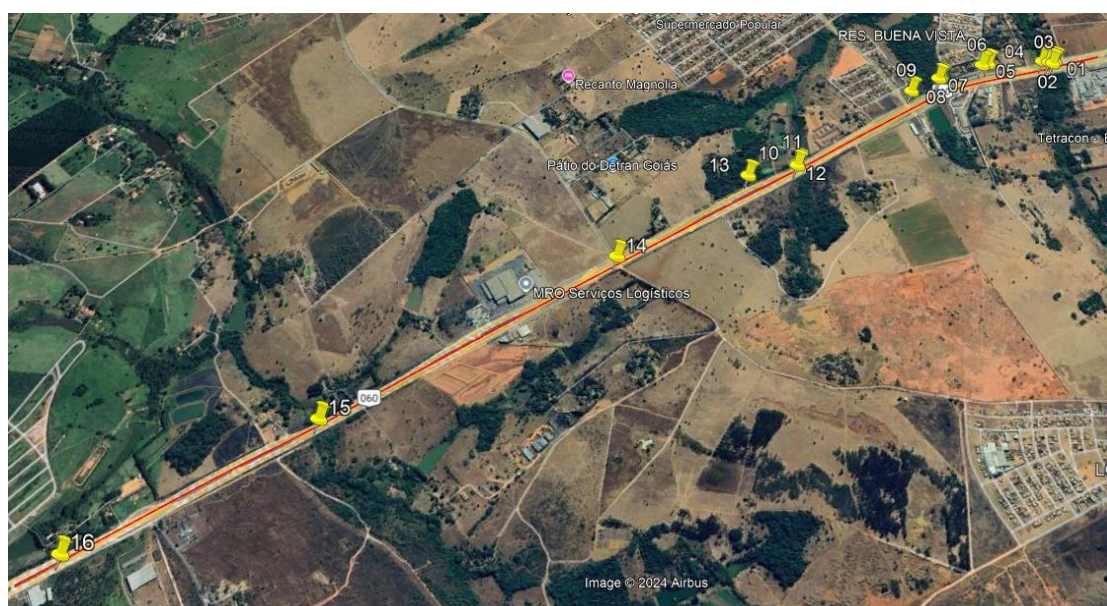
O trabalho está organizado em quatro seções referente a apresentação da metodologia de levantamento, o referencial teórico base utilizado para subsidiar as discussões, a apresentação dos resultados e as conclusões finais sobre o assunto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa buscou trazer a discussão dos impactos ambientais em projetos de engenharia para uma aplicação prática, por meio do levantamento dos passivos ambientais existentes em um trecho da BR-060, no Estado de Goiás, entre os municípios de Goiânia e Abadia de Goiás. Para tanto, foram realizados levantamentos de campo, com a referência geoespacial dos passivos encontrados e posteriormente propostas medidas de mitigação com base no levantamento da significância dos impactos

O trecho estudado possui grande importância regional e facilita o deslocamento de pessoas e mercadorias entre essas áreas, gerando desenvolvimento econômico e social, além de interligar a Região Metropolitana de Goiânia.

Figura 1. Localização dos pontos da BR 060-Goiânia à Abadia de Goiás dos quilômetros 168 até 173 levantados em campo.



Fonte: Google Earth Pro (10/2024)

A BR-060, que corta o sudoeste goiano, recebeu melhoria executada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Tem um destaque fundamental como umas das rodovias mais importantes e longas do Brasil. (DNIT, 2023).

Para proceder a pesquisa foi realizado um levantamento de campo, com a identificação de pontos considerados de relevância para o escopo do estudo. A visita foi realizada no dia 15 de setembro de 2024 e buscou retratar as condições da via por meio de relatório fotográfico, utilizando o aplicativo Timestamp, gerando as coordenadas de cada ponto. Foram englobados nesta visita 15 pontos locados e apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Pontos com ocorrência de passivos ambientais identificados.

Ponto Avaliado	Coordenadas
01	16°43'53.02"S 49°23'34.02"O
02	16°43'53.42"S 49°23'34.39"O
03	16°43'53.23"S 49°23'34.97"O
04	16°43'53.01"S 49°23'36.01"O
05	16°43'53.73"S 49°23'44.99"O
06	16°43'54.03"S 49°23'46.03"O
07	16°43'56.42"S 49°23'53.03"O
08	16°43'56.56"S 49°23'53.34"O
09	16°43'59.00"S 49°23'58.01"O
10	16°44'12.03"S 49°24'17.01"O
11	16°44'12.03"S 49°24'17.01"O
12	16°44'12.36"S 49°24'17.08"O
13	16°44'14.33"S 49°24'24.72"O
14	16°44'27.96"S 49°24'44.60"O
15	16°44'51.37"S 49°25'25.40"O
16	16°45'9.24"S 49°25'56.25"O

Fonte: Gercy Dias Santana (11/2024)

Com a visualização de campo e da ocorrência dos passivos ambientais existentes foi realizado um procedimento de avaliação, contendo a descrição do impacto, a análise de significância e a proposição da solução.

A análise de significância foi realizada utilizando um escalonamento de significância do impacto, com a simbologia das cores, sendo verde para os impactos de pequena magnitude, amarelo para média, vermelha para crítica e roxa para alta. Essa linguagem permite que as informações sejam expostas de forma mais didática, gerando a visualização clara dos impactos mais relevantes, sendo estes que devam ter medidas mais robustas e urgentes.

Após entender e avaliar os impactos significantes foram relacionadas as medidas e técnicas de engenharia que podem colaborar para a redução dos danos provocados, de forma a tornar a rodovia mais segura e mais funcional, finalizando o ciclo de avaliação e proposição de soluções que o trabalho objetivou.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 As correlações entre desenvolvimento do Brasil e infraestrutura viária.

No início do século XX já havia registro da circulação de 5000 (cinco mil) automóveis no território brasileiro, estando 90% desse quantitativo concentrado entre os estados do Rio de Janeiro e São Paulo. Contudo, devido à infraestrutura precária das rodovias existentes nesse período, a mobilidade desses veículos se restringia primordialmente ao perímetro urbano (NETO *apud* PEREIRA E LESSA, 2010)

Dentre outros fatores, no Brasil, a opção pelo transporte rodoviário, em detrimento de outras modalidades, foi direcionada pelo comércio internacional e impulsionado com a difusão do capitalismo emergente nas nações hegemônicas. Esse processo foi intensificado após a Segunda Guerra Mundial, como explicam (PEREIRA e LESSA 2010):

No período pós Segunda Guerra Mundial, os grandes grupos automobilísticos localizados nas economias centrais instalaram seus complexos produtivos industriais em vários países periféricos do mundo, como uma forma de favorecer a expansão do capitalismo, bem como de ampliar o mercado automobilístico, que influencia os investimentos na infraestrutura de transporte, priorizando a política de transporte rodoviário em detrimento dos outros modais de transportes, no caso do Brasil.

Somado à influência externa, havia a necessidade de otimizar o transporte de mercadorias e pessoas pelo território nacional. Para isso, foram desenvolvidos planos nacionais, dos quais são exemplos o Plano Geral Nacional de Viação, de 1934, e o Plano Rodoviário Nacional, de 1944 (BENCKE; PERES e ARMENDARIS, 2017)

Em consequência dos planos acima referidos e de outras ações empreendidas em âmbito nacional e estadual pelos governantes ao longo das décadas, existe uma estreita relação entre o transporte rodoviário e a manutenção da economia nacional. Para ratificar essa constatação,

tem-se que: “a matriz do transporte de cargas no Brasil expõe a importância do modal rodoviário para a distribuição de riquezas produzidas internamente. 61,1% de tudo que é transportado internamente é levado por meio de rodovias” [...] (BERTUSSI e JUNIOR, 2012).

Segundo os autores pode-se interligar essas duas variáveis como 1 - Desenvolvimento Econômico: A infraestrutura viária é um papel fundamental para desenvolvimento econômico do país. Com as estradas construídas devidamente pavimentada, facilitando os transportes de mercadoria entre região, diminuídos custos logísticos e aumentando a eficiência de chegados de mercadoria do destino final. 2 - Mercado e Serviço: Uma infraestrutura viária de qualidade melhora o acesso das populações ao mercado, empregos, saúde e educação. A construção de estradas e rodovias fomenta o desenvolvimento de regiões menos desenvolvida, abrindo novas oportunidade de investimento e crescimento.

Segundo Ford (1967), a expansão dos meios de transporte, principalmente o automóvel, seria uma via para comunicações e desenvolvimento do progresso global. Isso estimularia

investimento em infraestrutura para aumentar a circulação de pessoas, atividade e mercadorias. Apesar que os capitalistas resguardem os sistemas de transportes como impulsionadores do avanço técnico e da liberdade, na aplicação, esses sistemas muitas vezes privilegiam a expansão do capital em diferentes regiões (PEREIRA; LUIZ e LESSA; SIMONE, 2010).

O DNER foi encarregado de coordenar a política de transporte rodoviário no Brasil, objetivando, construindo e mantendo as rodovias, principalmente as federais. Em 1937, levantou um plano um plano nacional de estradas, com dois grandes eixos: um ligando sul e nordeste via costa, outro interligando sul e Amazônia pelo interior. Em 1944, o governador Getúlio Vargas criou um plano Rodoviário Nacional, pretendendo o desenvolvimento econômico da estrutura existente e a implementação de 27 rodovias federais em três eixos. (PEREIRA e LESSA, 2010).

De acordo com Senna (2014), rodovias possibilitam oportunidade econômica social gerando empregos, estimulando o comércio e desenvolvimento para as populações locais. Toda mudança na infraestrutura afeta os produtores da região, gerando custo nas viagens, influenciando diretamente os produtores e, por consequência, refletindo nos consumidores. O modal rodoviário no Brasil foi privilegiado em detrimento de outros, de acordo com os planos nacionais como o Plano Geral Nacional de Viação (1934) e o Plano Nacional Rodoviário (1944), que conduziram a elaboração de planos estaduais. Entre tanto, a condição das rodovias brasileiras está abaixo dos padrões de países desenvolvidos, com alta dimensão de transporte de cargas por rodovias e uma malha pavimentada em estado de conservação insuficiente. (BENCKE; PEREZ; ARMENDARIS, 2017).

3.2 Qualidade da infraestrutura viária no Brasil

A qualidade viária no Brasil, varia de região para região, relacionados os tipos de vias. O país tem uma extensão que contém estradas e rodovias, e uns dos maiores problemas é a segurança, manutenção e capacidade de atender ao fluxo (BERTUSSI et al, 2012).

Algumas rodovias principais, que passam pelos centros urbanos e pelas áreas de produção agrícola são bem desenvolvidas e possuem uma boa qualidade, considerando a grande movimentação de veículos e transportes de carga. De outro lado, há muitas estradas rurais esquecidas em situação precária, caracterizadas pela falta de manutenção, pavimentação, sinalização e serviços de apoio. (MARTINS; SOARES e CAMMARATA 2013)

O Brasil enfrenta desafios concernentes à segurança das vias o quê, em muitos casos, resulta em acidentes fatais. No perímetro urbano há congestionamentos, falta de

investimentos e melhorias, principalmente nas áreas distantes dos grandes centros urbanos. Nos últimos anos, pode-se notar investimentos e melhorias em algumas localidades, porém, a realidade ainda está muito distante de que seria o ideal para garantir a segurança de todos os que trafegam em rodovias por toda a extensão do território brasileiro. (PEREIRA e LESSA, 2011).

O mau estado da via aumenta gastos para os caminhões de cargas e todos os veículos em geral. Buracos forçam os veículos diminuir a velocidade reduzindo as viagens e elevando os custos por trajeto. Sem contar com a manutenção desgastes de pneus, peças, combustível e lubrificante. A frota nacional poderia economizar 25% se todas as estradas estivessem com bom estado de conservação (REIS, 2011 e 2010).

A situação das rodovias brasileiras está muito aquém das existentes em países desenvolvidos, [Pereira, 2015] destaca que o Brasil possui um dos maiores índices de transporte de carga por rodovias do mundo, com um agravante: o baixo estado de conservação da malha pavimentada. (REIS, 2011, p. 14)

No início de 2013, o governo federal do Brasil agilizou esforços para lançar um amplo pacote de direitos e privatizações em portos, ferrovias, aeroportos e aproximadamente 7.500 quilômetros de rodovias federais. Essas rodovias serão restauradas, parcialmente duplicadas e mantidas por empresa particular, ou seja, privada. (MARTINS SOARES e CAMMARATA, 2013).

Entre 2001 e 2008, a maior parte de investimento no Brasil foi no modal rodoviário, representado entre 58% e 74% do total de recursos do setor de transportes. Isso reflete na base de transporte de cargas aonde 61,1% é movimentado por rodovias, e natural que quase todo o investimento é direcionado para esse modal rodoviário (FRISCHTAK, 2008).

Os três planos rodoviários apresentados foram: O “Plano Catramby” (1926/27), que propôs a construção de rodovias superpostas aos traçados ferroviários; o “Plano Luiz Schnoor” (1927), que propôs a construção da rede rodoviária, considerando a capital federal no planalto central; e o “Plano da Comissão de Estradas de Rodagem Federal” (1927), que propôs a construção da rede rodoviária, passando pelo planalto central, mas centrada no centro-sul e no nordeste do Brasil (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 1974). Esses três planos apresentados propunham a construção dos grandes eixos rodoviários no Brasil, mas não foram planos oficiais e serviram de base para a elaboração dos planos nacionais de viação, nas décadas seguintes. Na década de 1930, o governo federal criou instrumentos importantes para a implantação da política rodoviarista no Brasil.

3.3 Formas de execução das estruturas viárias

As estruturas viárias podem ser executadas de maneiras distintas, adequando-se às características do terreno onde ocorrerá a implantação do projeto. Com o método tradicional, fabricam-se os materiais aplicados na própria obra, como, por exemplo, asfalto e concreto. Outra forma, já mais moderna, é a utilização de materiais pré-fabricado, que aceleram a execução das obras de pavimentação. Com avanço de tecnologias, surgiram novos materiais e técnicas de produção que oferecem alternativas viáveis e econômicas para execução de vias estruturais (BENCKER; PEREZ e ARMENDARI, 2017).

Com elaboração de projetos de rodovias são identificados vários aspectos como topografias do terreno, tipo de solo predominante na região e os níveis de precipitação pluviométrica. Essa análise bem detalhada é crucial para antecipar qualquer eventualidade desafios, como erosão do solo, deslizamento de terra entre outros, que pode ariscar a segurança e a durabilidade da estrada. Entre tanto podemos considerar esses aspectos fundamental para garantir a eficiência e a sustentabilidade do projeto de rodovias. (BELLIA BIDONE, 1993 apud DAMASCENO e ALVES, 2019).

A construção de rodovias desempenha um papel fundamental nos projetos de infraestrutura no Brasil. No entanto, o sistema rodoviário tem um papel significativo durante a construção quanto na operação. Hoje, tanto empreendedores quanto cidadãos comuns reconhecem a necessidade de ocorrer uma harmonia entre o sistema de transporte ao meio ambiente, visando minimizar os impactos negativos e promover preservação ambiental. (THOMASIN; FELIPE; QUEIROS, apud FOGLIATTI; FILIPPO e GOUDARD, 2004).

Gallardo e Sánchez (2004) descrevem uma vivência bem-sucedida de supervisão ambiental, envolvendo vários atores e profissionais, que resultou em impactos positivos. Apesar de ser uma estrutura com o valor relativamente alto, pode ser encachada para diferentes tipos de projetos, principalmente os de grandes portes. O Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes, no seu Manual para atividades ambientais rodoviárias sugere uma gestão de estrutura ambiental para supervisão para monitorar os progressos das obras, equipes de coordenação ambiental, fiscalização ambiental, supervisão ambiental, monitoramentos e auditorias. (Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes, 2006). (THOMASIN; FELIPE; QUEIROZ, 2011).

Para a GEIPOT (2001), o “Planos de Metas” teve como objetivo concentrar investimentos com qualificação em infraestrutura de transportes para alavancar o

desenvolvimento industrial agropecuário do Brasil. Com o sistema já em prática o desenvolvimento foi direcionado para infraestrutura rodoviária. No setor de transporte, a política rodoviária foi priorizada como forma de promover a integração nacional. (PEREIRA; ANDREI; GONÇALVES, 2011).

As construções de rodovias propiciam desenvolvimento econômico e social para a população e seu entorno, conectam municípios, estados e nações, permitindo a reorganização do trânsito das cidades, facilitando novas formas de expansão. Apesar disso, as intervenções realizadas pela construção e reestruturação dessas vias causam impactos, o que torna o empreendimento complexo, suscetível a questionamentos e avaliações (Brito, Vasconcellos e Oliveira, 2013). Mesmo com todos os benefícios trazidos pela construção das estradas, como por exemplo, aumento da geração de renda e novas oportunidades de emprego para a população, quando não há planejamento correto da construção, pode acarretar diversos impactos ambientais, tais como descaracterização de paisagens, com a retirada da vegetação e desaparecimento progressivo da fauna, degradação de mananciais, entre outros, além de ser fonte de poluição (De Sousa, 2006 apud Fragomeni, 1999 e Bublitz, 1999).

3.4 Tecnologias para construção de vias sustentáveis

Com o avanço das tecnologias, surgiram alternativas às construções convencionais de obras de pavimentação, como, por exemplo, o emprego de asfalto permeável, que permite a infiltração da água no solo e, por consequência, o escoamento da água superficial para os cursos de água e aquíferos subterrâneos, prevenindo assim enchentes e alagamentos. Além disso, conforme apontam estudos, a utilização dessas tecnologias, para além da redução dos impactos ambientais, trazem benefícios econômicos e sociais, com a redução dos custos de manutenção. (BENCKER, REGINA, LUCIANA; PEREZ, LUIZ e ARMENDARI, 2017)

Além de estudo de Impacto Ambiental (EIA) e de Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), entre outros são necessários para os estudos de licenciamentos ambientais, como o Programa de Controle Ambiental (PCA), o Relatório de Controle Ambiental (RCA), e o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). O PRAD tem um roteiro que organiza informações técnicas para auxiliar na recuperação ambiental, incluindo a caracterização do solo, fauna e flora. (ALBUQUERQUE, PEREIRA, YANA; SILVA, JOÃO e BEZERRA, 2015)

A recuperação de áreas degradadas em taludes ao longo das rodovias é fundamental para garantir a segurança dos usuários, prevenidos risco de acidentes e desmoronamentos que pode impedir o trânsito trazendo gastos e danos, além de prejuízos ambientais, econômicos e sociais. (RODRIGUES, ATHAIDE, SALOMÃO, ROSANA, SILVA e BATISTA, 2022)

As áreas onde há remoção de vegetação, podem ocorrer processos erosivos que precisam ser identificados e corrigidos para não trazer danos irreversível. Isso é feito por meio

de instalação adequadas de canaletas e caixas de drenagem, que auxiliam a desviar o fluxo de água no solo erodido (ALMEIDA, 2016).

A política Nacional de mobilidade urbana (pnmu), definida pela Lei Nº 12.587 em 03 de janeiro de 2012, retrata um marco significativo após um intervalo de 24 anos desde a divulgação da Constituição Federal em 1988. Sua intenção principal é fornecer orientações e estabelecer diretrizes para as normas locais, regulando políticas relacionadas à Secretaria Nacional de Transporte e Mobilidade Urbana no Brasil.

Resumidamente, a (PNMU) O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente representa um importante instrumento legal para promover uma mobilidade urbana mais sustentável e habituada no Brasil, instituindo princípios e diretrizes que direcionam a formulação de políticas e atuações neste campo em todo território nacional. (BRITO, SANTOS, FREITA, NACELE, 2021).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise locacional e indicação dos passivos ambientais

Conforme representado na figura 2.

Figura 2. Pontos locados em campo.



Fonte: Google Earth Pro (10/2024)

a via em toda a extensão estudada e pista dupla, com canteiro central, sarjetas nas laterais e sistema de micro e macrodrenagem implantados, além da sinalização. É uma via com presença de urbanização em todo o seu traçado, com presença de residências e indústrias.

Com o levantamento de campo foi possível identificar diversas atividades/ações antrópicas que implicam em impactos no meio biótico e abiótico, em sua maior parte relacionado a falta de manutenção da via, apesar da reforma recente. Foram observados vários pontos com resíduos descartados de forma irregular, desmatamentos em áreas de preservação permanente e formação de processos erosivos. A Tabela 2 traz uma síntese do impacto encontrado em cada um dos pontos estudados.

Tabela 2. Pontos analisados em campo.

Pontos	Coordenadas	Não conformidade observada
01	16°43'53.02"S 49°23'34.02"O	Boca de lobo e drenagem sem manutenção e deficiente, apresentando em seu entorno a invasão de vegetação rasteira e carreamento de sedimentos.
02	16°43'53.23"S 49°23'34.97"O	Dispositivos de drenagem sem manutenção
03	16°43'53.01"S 49°23'36.01"O	Ausência de ciclovia em ponto de passagem de veículos
04	16°43'53.73"S 49°23'44.99"O	Pontos de queimada em todo o canteiro central
05	16°43'54.03"S 49°23'46.03"O	Curva fechada e sem sinalização
06	16°43'56.42"S 49°23'53.03"O	Desmatamento em área de preservação permanente lindeira a faixa da rodovia, sugerindo que a retirada da vegetação possa ter sido ocorrente na época da construção, não havendo recuperação das áreas
07	16°43'56.56"S 49°23'53.34"O	Presença de resíduo domiciliar e de construção civil disposto incorretamente
08	16°43'59.00"S 49°23'58.01"O	Entrada e saída que dar acesso ao setor Buena Vista sem sinalização e/ou placa e faixa de passagem de pedestre, com potencial de acidentes
09	16°44'12.03"S 49°24'17.01"O	Boca de lobo sem grelha ou tampa
10	16°44'12.03"S 49°24'17.01"O	Mureta de segurança danificada da rodovia
11	16°44'12.36"S 49°24'17.08"O	Sarjeta com acúmulo de lixo
12	16°44'14.33"S 49°24'24.72"O	Resíduo acumulado às margens da rodovia, próximo ao acostamento.

Pontos	Coordenadas	Não conformidade observada
13	16°44'27.96"S 49°24'44.60"O	Presença de indícios de queimada em áreas de vegetação nativa
14	16°44'51.37"S 49°25'25.40"O	Curva sem placa de sinalização, bem acentuada e sem acostamento.
15	16°45'9.24"S 49°25'56.25"O	Ausência de acostamento para parada de emergência.

Fonte: Gercy Dias Santana

O relatório fotográfico apresentado a seguir demonstra a ocorrência do passivo em cada um desses pontos, representados nas figuras de 01 a 15.

No ponto 01 foram identificadas bocas de lobo às margens da rodovia do lado direito, em direção a Goiânia próximo a indústria Inbracol, em uma área de mata, onde passa um córrego atravessando a GO.



Figuras 3 e 4. Ponto 01, Boca de lobo sem manutenção.

No ponto 2 demonstra bocas de lobo, do tipo grelha com presença de detritos, que pode reduzir a capacidade de engolimento do dispositivo e causar o acúmulo de água na pista, com potencial ocorrência de acidentes.



Figuras 5 e 6. Ponto 02, Presença de lixo na boca de lobo.

O ponto 03 apresenta a ausência de acostamento na pista do lado direito e esquerdo, sendo ponto de ocorrência de indústrias e retorno na rodovia.

No ponto 04 foi identificado queimada no canteiro central uma queimada recente nas áreas de canteiro, situação está que permaneceu em toda a extensão de canteiro estudada, situação comum no mês de setembro no Estado, quer seja uma queimada proposital ou acidental.



Figuras 7 e 8. Ponto 03, sem acostamento para parada de emergência.



Ponto 04, Queimadas canteiro central da Go.

No ponto 05 foi identificado uma curva bem acentuada e sem sinalização, em direção a Goiânia lado direito em frente a Calça Náutica, fábrica de lanchas e barcos, lado esquerdo em frente Residencial Buena Vista, onde tem a entrada para o bairro.



Figuras 9 e 10. Ponto 05, curva bem acentuada sem sinalização.

O ponto 06 apresenta sinais claros de erosão no solo, em uma grande área, do lado direito em direção a Abadia e próximo ao Residencial Buena Vista. Há presença de moradores próximo ao local.



Figuras 11 e 12. Ponto 06, Presença de erosão.

No ponto 07 foi verificado presença de lixo doméstico que fica próximo de Abadia de Goiás.



Figuras 13 e 14. Ponto 07, com presença de resíduos descartados irregularmente.

No ponto 08, existe uma entrada para o setor Buena Vista, um túnel que não há presença de sinalização, o local é bastante movimentado, lado direito em direção a Abadia.



Figuras 15 e 16. Ponto 08, Saida e entrada para o setor sem sinalização e faixa.

No ponto 09, no trecho estudado foram encontrados sistemas de drenagem sem manutenção e sem tampa, nas margens da rodovia, do lado direito.



Figura 17 e 18. Ponto 09, Sistema de drenagem aberto, falta de manutenção.

No ponto 10 há muretas quebradas, próximos de chácaras, lado direito da pista, em um local bastante movimentado.



Figuras 19 e 20. Ponto 10, Mureta de proteção quebrada.

O ponto 11, há um sistema de drenagem com resíduos e matérias de descartes acumulados podendo comprometer a eficiência da drenagem e aumentando os riscos de

inundações e acidentes, o local fica lado direito da rodovia, com moradores rurais e animais domésticos.

No ponto 12 foi verificado presença de lixo doméstico que fica próximo de Abadia de Goiás.



Figuras 21 e 22. Ponto 11, Sarjeta danificada acumulo resíduos da construção civil.



Ponto 12. Com presença de lixo.

No ponto 13 foi identificado queimada nas áreas remanescentes de vegetação, a área chega a 800 metros de queimada.

No ponto 14 foi observado uma vegetação crescida ao redor da drenagem o que pode dificultar a eficiência e gerar bloqueios na passagem da água pluvial. Fica localizado lado direito da rodovia.



Figuras 23 e 24. Ponto 13, Queimadas na vegetação



Ponto 14. Necessidade de manutenção ou limpeza.

O ponto 15 apresenta a ausência de acostamento na pista do lado direito e esquerdo, sendo ponto de ocorrência de indústrias e retorno na rodovia.



Figuras 25 e 26. Ponto 15, sem acostamento para parada de emergência.

Mais do que relacionar os passivos ambientais identificados, importante se faz realizar uma análise de significância deles, de forma a priorizar ações de mitigação e soluções de engenharia.

4.2 Análise de significância dos impactos ambientais

A análise de significância dos impactos ambientais foi utilizada de forma a tornar mais didática e visível os impactos ambientais que geram maior relevância, no caso, o método utilizado foi a linguagem por cor, sendo o verde a de menor significância e a vermelha a mais crítica. A síntese da análise está apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Relevância, análise de significância.

Pontos	Impacto Ambiental relacionado	Análise de significância
01, 14	Dispositivos de drenagem sem manutenção, resultando em alagamentos nas vias. Isso não só prejudica o tráfego, mas também pode causar erosão do solo nas margens da rodovia ou até acidentes na pista.	Média
02,07,11,12	Presença de resíduos nas áreas lindeiras a rodovia, ocasionando a proliferação de vetores de doenças, contaminação do solo e da água.	Alta
03, 15	Pista sem acostamento, gerando risco de acidente de trânsito.	Pequena
04, 13	Presença de queimadas, que indica riscos aumentados para a segurança viária, baixa visibilidade. Queimadas à beira da rodovia geram fumaça densa, o que pode reduzir significativamente a visibilidade dos motoristas. Sem acostamento, eles não têm onde parar de forma segura em caso de baixa visibilidade, o que aumenta o risco de colisões.	Crítica
05	Curva sem placa de sinalização, bem acentuada, aumentando o risco de acidentes.	Alta
06	Formação de processo erosivo às margens da rodovia, que gera o carreamento de sedimentos, o assoreamento dos córregos além da fragilização da estrutura da via, causando o seu colapso.	Alta
08	Acesso ao setor Buena Vista sem sinalização e placa e faixa de passagem de pedestre, evidencia um risco de acidente de trânsito no local.	Média
09	Sarjeta sem tampa na rodovia, com potencial risco de acidentes de trânsito e com transeuntes.	Crítica
10	Muretas de proteção com rachaduras e partes faltando danificadas e quebradas, demonstrando a ausência de manutenção. Deficiente, a mureta pode deixar de ser funcional e aumentar os riscos de colisões e atropelamento de pedestres que passam a usar o ponto como área de travessia.	Pequena

Fonte: Gercy Dias Santana

As soluções devem focar nos impactos mais relevantes avaliados nas tabelas apresentada, sendo a presença de resíduos, queimadas, formação de processo erosivo e a ausência de manutenção da pista, a maior parte delas relacionando com o risco de acidentes de trânsito na rodovia. Assim, a seguir estão listadas as principais medidas propostas para o trecho estudado que buscam mitigar as deficiências apontadas.

4.3 Medidas propostas para redução ou eliminação dos passivos ambientais identificados.

As medidas mitigadoras são tecnologias ou ações que podem ser implantadas para a redução ou eliminação dos passivos ambientais, para o estudo de caso, foram analisadas cada ação causadora do impacto e proposta uma solução tecnológica de fácil acesso, descritas nos itens abaixo.

4.4 Medidas para mitigação dos impactos relacionados a falta de manutenção dos dispositivos de drenagem e formação de processo erosivo:

1. Inspeções periódicas nas bocas de lobo, principalmente em épocas de chuvas intensas, é essencial para evitar obstruções.
2. Implementar sistemas de monitoramento (câmeras e sensores) para identificar entupimentos em tempo real.
3. Oferecer canais para que cidadãos denunciem bocas de lobo obstruídas ou problemas relacionados à drenagem nas rodovias.
4. Utilização de métodos como muros de contenção, taludes e biorretenção com a ajuda de geossintéticos e materiais de drenagem para proteger áreas vulneráveis à erosão.
5. Criação de Barreiras de Controle de Sedimentação: instalação de barreiras físicas, como cercas de contenção de sedimentos, para impedir que a terra erodida chegue à pista.
6. Realizar inspeções regulares nas sarjetas e suas tampas, verificando sua integridade e a presença de danos ou ausência de peças. Isso deve ser incluído no cronograma de manutenção da rodovia.
7. Ao identificar uma tampa de sarjeta danificada ou ausente, o reparo deve ser feito imediatamente para evitar que o problema leve a um acidente;
8. Quando uma tampa está ausente ou danificada e o reparo imediato não é possível, deve-se instalar sinalização de emergência, como cones, barreiras ou faixas refletivas.



Figuras 27 e 28. Boca de lobo em manutenção, drone.

Inspeção nas bocas de lobo são essenciais para manter a funcionalidade dos sistemas de drenagem, garantindo que as rodovias estejam em boas condições, prevenindo o acúmulo de água e evitar enchentes.

Essa tecnologia torna os drones uma ferramenta valiosa para gestão de sistemas de drenagem, permitindo uma visão aérea detalhada, facilitando a detecção de problemas e a realização de manutenções preventivas de forma eficiente e segura.



Figuras 29 e 30. Cerca de contenção, barreiras de trânsito expansíveis.

Cercas de sedimentos são essenciais para minimizar o impacto ambiental durante a construção, prevenindo que sedimentos sejam levados pela água da chuva, protegendo áreas adjacentes e evitando que sedimentos entrem em corpos d' água preservando a qualidade da água.

Barreiras de trânsito são práticas por serem expansíveis e fácil de armazenar, são utilizadas para criar desvios temporários ou bloquear acessos em situações de emergências prevenindo acidentes.

4.5 Medidas para mitigação dos impactos relacionados ao acúmulo de resíduo nas áreas lindeiras à rodovia:

1. Conforme a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998) o descarte de resíduos de forma irregular é considerado crime ambiental, porém observa-se que o resíduo descartado tem origem domiciliar e pequenas obras, dificultando o processo de reconhecimento do gerador do impacto, assim medidas que sensibilize toda a comunidade é mais assertiva. Buscando orientações na Resolução CONAMA nº 307/2002 e Código de Trânsito Brasileiro (Lei nº 9.503/1997), sugere-se que sejam criadas campanhas de

conscientização, instalação de lixeiras, caçambas e containers, fiscalização rigorosa, parcerias com concessionárias.

2. Fiscalização e monitoramento constante implementar campanhas educativas, especialmente nas áreas próximas a deposição irregular de resíduos e áreas urbanas.



Figuras 31, 32 e 33. caçamba, container e lixeiras seletivas.

As caçambas de entulhos são fundamentais para a gestão eficiente de resíduos, usadas para coletar grandes quantidades de lixos e entulhos, facilitando o descarte para locais apropriados.

Containers serve como ponto de armazenamento temporário para resíduos coletados durante operações de limpeza e manutenção são usados em pontos estratégicos para coletar lixos e entulhos ajudando a manter as vias limpas e seguras.

Lixeiras seletivas que facilitam a separação de resíduos recicláveis e orgânicos, reduzindo o impacto ambiental.

4.6 Medidas para mitigação dos impactos relacionados a queimadas:

1. Realização de roçagem a cada três meses nas áreas lindeiras;
2. Fiscalização e Monitoramento em tempo real com drones.
3. Criação de campanhas educativas com os proprietários de terras próximo a faixa de domínio.
4. Fiscalização e monitoramento dos transeuntes para identificação de queimadas criminosas

5. Corredores ecológicos para preservação da biodiversidade.



Figuras 34 e 35. Roçagem, drone.

A roçagem periódica das áreas às margens das rodovias contribui para minimizar o risco de acidentes, bem como previnem a ocorrência de queimadas.

A utilização de drones para monitoramento é efetivo para rápida detecção de focos de incêndio.



Figuras 36 e 37. Campanha contra incêndio, corredor ecológico.

Divulgação de campanhas educativas são uma forma de conscientizar e reforçar para as pessoas os riscos e prejuízos oriundos de incêndios criminosos.

Corredores ecológicos permitem o deslocamento de animais de forma segura e amenizam os impactos humanos na natureza.

4.7 Medidas para mitigação dos impactos relacionados a acidentes de trânsito:

1. Instalar placas de advertência apropriadas antes da curva, alertando os motoristas sobre a sua existência e a sua acentuação. As placas devem estar em

conformidade com as normas de trânsito, como o uso de placas refletivas para garantir visibilidade à noite e em condições climáticas adversas.

2. Em curvas perigosas, devem ser instaladas placas informando a velocidade máxima permitida, com base na geometria da curva.

3. Instalar placas informativas e de advertência nas proximidades da entrada e saída do setor, como: Placas indicando a entrada e saída da área; Placas de "Pare" ou "Dê a Preferência" nas interseções; Placas que limitem a velocidade (por exemplo, 30 km/h em áreas residenciais ou comerciais), Placas de advertência para alertar sobre a presença de pedestres e ciclistas.

4. Incluir placas que indiquem travessias de pedestres próximas, especialmente em locais com grande circulação de pedestres, como pontos de ônibus ou entradas de escolas e comércios.



Figuras 38, 39 e 40. placas de advertência.

Fornece informações importantes sobre as condições da estrada, ajudando a prevenir acidentes e alerta os motoristas sobre a presença de curvas acentuadas ou sinuosas.

Impõe parada obrigatória, contribuindo para prevenção de acidentes em cruzamentos e alerta os motoristas da necessidade de reduzir a velocidade nas curvas.



Figuras 41, 42 e 43. placas de advertência.

As placas de trânsito são essenciais para a organização e segurança nas vias públicas, as figuras acima informa a entrada e saída frequente de veículos em determinado trecho, área de travessia de ciclistas e consequentemente promove o deslocamento seguro dos usuários, sinaliza a existência de faixa de pedestres, o que garante a travessia segura das pessoas.

5. CONCLUSÃO

A pesquisa foi realizada na Rodovia Go-060 do km 168 ao 173, entre Goiânia e Abadia de Goiás, no qual objetivou identificar os passivos ambientais. Para levantamento das informações foi realizado um estudo in loco para identificar os impactos ambientais causados pela construção da rodovia, com a elaboração de um estudo geoespacial, relatório fotográfico, e a geração de uma metodologia para avaliação de significância do impacto ambiental com as propostas de mitigação

O estudo revelou significativos impactos ambientais na região. Foram identificados problemas como degradação de áreas naturais, que resulta na perda de biodiversidade, presença de resíduos sólidos, contribuindo para a poluição visual e ambiental, ausência de sinalização adequada, queimadas frequentes que destroem a vegetação e contribuem para a poluição do ar, falta de manutenção nos dispositivos de drenagens prejudicando a infraestrutura da rodovia causando alagamentos e erosão do solo. Desse modo, para enfrentar esses problemas, foram propostas diversas medidas de mitigação, tais como: recuperação de áreas degradadas com reflorestamento e proteção da vegetação nativa; instalação de sinalização para conscientização dos motoristas e

segurança da fauna local; implantação de programas de coleta e descarte adequados de resíduos sólidos; ações de combate e prevenção a queimadas; além da manutenção e melhoria dos sistemas de drenagem para evitar alagamentos.

Portanto, ao adotar essas medidas de mitigação, é possível não apenas preservar a biodiversidade e a integridade do ecossistema da região, mas também melhorar a qualidade de vida das comunidades próximas. A aplicação dessas medidas demonstra que é viável conciliar o desenvolvimento rodoviário com a preservação ambiental, gerando resultados positivos como a redução dos danos ambientais, o aumento da segurança nas rodovias e a criação de uma infraestrutura mais resiliente e adequada às condições locais. Sendo possível transformar a BR-060 em um modelo de desenvolvimento responsável, mostrando que a convivência entre progresso e proteção ambiental é possível e necessária para garantir um futuro mais equilibrado.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Bruno, C; PEREIRA, Eliana, Y; SILVA, João, A; BEZERRA, Larissa, N. et al. **IMPACTOS AMBIENTAIS DA CONSTRUÇÃO DE RODOVIAS E SEU PROCESSO DE LICENCIAMENTO**. Publicado em: 2015 Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2021/TRABALHO_EV161_MD1_SA106_ID2330_13102021231751.pdf
- ASSIS, Renato de Linhares. **Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia**. Publicado em: 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ecoa/a/mg6Ypg7DYFQYhSdnVVHwsHD/>
- BENCKER Regina Luciana; PEREZ, Anderson, Luiz, Fernandes; ARMENDARI, Osvaldo da Costa. **Rodovias Inteligentes: uma visão geral sobre as tecnologias empregadas no Brasil e no mundo**. Publicado em: 2017. Disponível em: <https://seer.unirio.br/isys/article/view/6609>
- BERTUSSI, Geovana, Lorena; JUNIOR, Roberto, Ellery. **Infraestrutura de transporte e crescimento econômico no Brasil**. Publicado em: 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jtl/a/GjQrGwXpLMKzdgDFn6HxQwn/abstract/?lang=pt#>
- BRITTO Ákila, Soares; SANTOS, Junior; FREITAS, Nacelice, Barbosa.
- MOBILIDADE E FORMA URBANA: FEIRA DE SANTANA-BA E A**

ESTRUTURA VIÁRIA. Publicado em: 2021. Disponível em:

https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXV_1/agb_xxv_1_web/agb_xxv_1-19.pdf

BELLIA, BIDONE; DAMASCENO e ALVES. Impactos ambientais oriundos da implantação de rodovia. Publicado em: 2021 Disponível em:

<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/32687/pdf>

CÓIAS Vítor. Reabilitação Reabilitação: a melhor via para a construção sustentável. Publicado em: 2007. Disponível em:

http://www.gecorpa.pt/Upload/Documentos/Reab_Sustent1.pdf

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Publicado em 2023

Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/noticias/dnit-revitaliza-30-quilometros-da-br-060-em-goias>

DNIT 2022. BOLETIM DE LOGÍSTICA A IMPORTÂNCIA DO MODO RODOVIÁRIO PARA O BRASIL. Publicado em: 2021. Disponível em:

<https://ontl.infrasa.gov.br/wp-content/uploads/2022/10/A-Importancia-do-Modo-Rodoviario-para-o-Brasil.pdf>

GALLARDO e SÁNCHEZ. IMPACTO E LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO BRASIL. Publicado em: 2017 Disponível

em:<https://www.scielo.br/j/asoc/a/sNPTTh7zYQGN8Vw3jCNPLFS/?format=pdf&lang=pt>

JUNIOR, Eduardo, Moeda; PINO, Elido, Guilherme e dos Reis, Dell. Questões ambientais na infraestrutura de estradas. Publicado em: 2021. Disponível em:

<https://acervomais.com.br/index.php/artigos/article/view/7454/4602>

LIMA, Andréi de Barros, Carvalhos; NORA, Giseli, Dalla. PASSIVOS

AMBIENTAIS DECORRENTES DA IMPLANTAÇÃO DO ATUAL ANEL VIÁRIO EM CUIABÁ/MT. Publicado em: 2017. Disponível em:

<https://doi.org/10.18764/2446-6549.v4n14p205-217>

MARTINS, Fernando; SOARES, Vanessa; CAMMARATA, Felipe.

INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA NO BRASIL: UMA PROPOSTA PARA DESENVOLVÊ-LA. Publicado em: 2013. Disponível em:

https://www.bain.com/contentassets/67954472c69d45ea9076de87e3304dec/infrastructu-re_brief_por.pdf

NETO Campos; SILVA, Carlos, Alvares; SOARES, Ricardo, Pereira; FERREIRA, Melo; POMPERMAYER, Insã, Fabiano; ROMMINGER Eric Alfredo. Gargalos e

demandas da infraestrutura rodoviária e os investimentos do PAC: Mapeamento Ipea de obras rodoviárias. Publicado em: 2011. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/1637>

OLIVEIRA, Amanda, Rodrigues da Silva; SALOMÃO, Mariana de Athayde; SANTOS, Rosana dos Campos; JONATHAS. **RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR CONSTRUÇÃO DE RODOVIA. Publicada em: 2022. Disponível em:** <https://seer.upf.br/index.php/ciatec/article/view/12461>

PEREIRA, Luiz, Andrei, Gonçalves; LESSA, Simone, Narciso. **O PROCESSO DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO NO BRASIL. Publicado em: 2011. Disponível em:** <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16414/> Acesso em 05/04/2024

QUEIROZ Felipe, Thomasin; AGUIAR, Alexandre de Oliveira. **GESTÃO AMBIENTAL EM OBRAS VIÁRIAS:ESTRUTURA E RESULTADOS NO CASO DO RODOANEL MÁRIO COVAS, TRECHO SUL. 2014 Disponível em:** <https://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/rms/article/view/271/pdf>