

## **CARACTERIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS: ESTUDO DE CASO DA BR 156, LOTE 04, TRECHO SUL – AMAPÁ**

**CHARACTERIZATION OF ENVIRONMENTAL IMPACTS: CASE STUDY OF BR 156, LOT 04, SOUTHERN SECTION – AMAPÁ**

**CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES: ESTUDIO DE CASO DE LA BR 156, LOTE 04, TRAMO SUR – AMAPÁ**

**José Policarpo Miranda Júnior<sup>1</sup>, Dhimitrius Neves Paraguassú Smith de Oliveira<sup>2</sup>, José Ricardo Paraguassú Smith de Oliveira<sup>3</sup>, Lizandra Lima Santos<sup>4</sup>, Ana Luzia Ferreira Farias<sup>5</sup>, Sheylla Susan Moreira da Silva de Almeida<sup>6</sup>**

DOI: 10.54899/dcs.v22i83.3567

Recibido: 08/09/2025 | Aceptado: 30/09/2025 | Publicación en línea: 13/10/2025.

### **RESUMO**

O presente estudo tem como objetivo caracterizar os impactos ambientais associados à implantação e operação da rodovia BR-156/210, especificamente no trecho que liga Macapá à localidade de Cupixi, no município de Laranjal do Jari, no Amapá. A caracterização considera os efeitos diretos e indiretos da obra sobre os componentes físicos, bióticos e socioeconômicos da região, propondo medidas mitigadoras e compensatórias para minimizar os danos ambientais gerados. A construção civil, tradicionalmente associada a externalidades negativas, tem buscado evoluir através da adoção de práticas sustentáveis, especialmente em obras de infraestrutura viária como esta, que são fundamentais para o escoamento de produtos e a integração regional. A área de estudo compreende a porção sudeste do estado do Amapá, abrangendo os municípios de Macapá, Santana e Mazagão. Trata-se de uma região ecologicamente rica, marcada por elevados índices pluviométricos, clima tropical úmido (Amw), vegetação diversificada e solos pertencentes ao período Quaternário. A implantação da rodovia atravessa áreas sensíveis que abrigam ecossistemas diversos, como florestas equatoriais, campos cerrados e manguezais, cuja conservação é vital para a manutenção da biodiversidade regional. Durante a fase que antecede a implantação, observou-se que os principais impactos incidem sobre a cobertura vegetal e a fauna silvestre. A supressão da vegetação para abertura da via causa fragmentação de habitats, perda de nichos ecológicos e desequilíbrio nos ecossistemas locais, comprometendo também as cadeias

<sup>1</sup> Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia, Universidade Federal do Amapá, Macapá, Amapá, Brasil.  
E-mail: policarpojunior\_2@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutorando em Biotecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.  
E-mail: eng.dsmith@hotmail.com

<sup>3</sup> Mestrando em Docência em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil. E-mail: joripasmol@hotmail.com

<sup>4</sup> Doutora em Inovação Farmacêutica, Universidade Federal do Amapá, Macapá, Amapá, Brasil.  
E-mail: lizandralsantos@hotmail.com

<sup>5</sup> Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia, Universidade Federal do Amapá, Macapá, Amapá, Brasil.  
E-mail: analuziafarias@yahoo.com.br

<sup>6</sup> Doutora em Química de Produtos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, Brasil.  
E-mail: sheyllasusan@yahoo.com.br

tróficas e as relações ecológicas entre as espécies. Além disso, a presença de canteiros de obras e o uso de áreas de empréstimo contribuem para a degradação ambiental, enquanto as queimadas aumentam a emissão de poluentes e reduzem a resiliência ecológica. Diante desse cenário, foram propostas medidas mitigadoras voltadas ao controle dos impactos sobre solo, ar, água, flora, fauna e ruídos. Entre as ações recomendadas estão a instalação de cercas ecológicas, programas de monitoramento ambiental, supressão vegetal controlada, umectação de vias para controle de poeira, barreiras acústicas e proibição de queimadas. Tais práticas visam garantir o equilíbrio ambiental e reduzir os efeitos negativos da obra, preservando os ecossistemas adjacentes. Por fim, a Tabela 1 resume os impactos identificados, indicando sua relevância e intensidade, reafirmando a necessidade de planejamento ambiental criterioso em empreendimentos viários na Amazônia.

**Palavras-chave:** Rodovias. Impactos Ambientais. Atropelamento. Fauna. Preservação.

### ABSTRACT

The present study aims to characterize the environmental impacts associated with the implementation and operation of the BR-156/210 highway, specifically in the section that connects Macapá to the town of Cupixi, in the municipality of Laranjal do Jari, in Amapá. The characterization considers the direct and indirect effects of the work on the physical, biotic and socioeconomic components of the region, proposing mitigating and compensatory measures to minimize the environmental damage generated. Civil construction, traditionally associated with negative externalities, has sought to evolve through the adoption of sustainable practices, especially in road infrastructure works like this, which are fundamental for the flow of products and regional integration. The study area comprises the southeast portion of the state of Amapá, covering the municipalities of Macapá, Santana and Mazagão. It is an ecologically rich region, marked by high rainfall, a humid tropical climate (Amw), diverse vegetation and soils belonging to the Quaternary period. The construction of the highway crosses sensitive areas that are home to diverse ecosystems, such as equatorial forests, savannah fields and mangroves, whose conservation is vital for maintaining regional biodiversity. During the phase prior to implementation, it was observed that the main impacts affect vegetation cover and wildlife. The suppression of vegetation to open the road causes fragmentation of habitats, loss of ecological niches and imbalance in local ecosystems, also compromising trophic chains and ecological relationships between species. Furthermore, the presence of construction sites and the use of borrow areas contribute to environmental degradation, while fires increase pollutant emissions and reduce ecological resilience. Given this scenario, mitigating measures were proposed aimed at controlling impacts on soil, air, water, flora, fauna and noise. Among the recommended actions are the installation of ecological fences, environmental monitoring programs, controlled vegetation suppression, wetting of roads to control dust, acoustic barriers and a ban on burning. Such practices aim to guarantee environmental balance and reduce the negative effects of the work, preserving adjacent ecosystems. Finally, Table 1 summarizes the impacts identified, indicating their relevance and intensity, reaffirming the need for careful environmental planning in road projects in the Amazon.

**Keywords:** Highways. Environmental Impact. Run Over. Fauna. Preservation.

## RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo caracterizar los impactos ambientales asociados a la construcción y operación de la carretera BR-156/210, específicamente el tramo que conecta Macapá con Cupixi, en el municipio de Laranjal do Jari, Amapá. La caracterización considera los efectos directos e indirectos del proyecto sobre los componentes físicos, bióticos y socioeconómicos de la región, proponiendo medidas de mitigación y compensación para minimizar los daños ambientales causados. El sector de la construcción, tradicionalmente asociado a externalidades negativas, ha buscado evolucionar mediante la adopción de prácticas sostenibles, especialmente en proyectos de infraestructura vial como este, fundamentales para el flujo de productos y la integración regional. El área de estudio abarca la región sureste del estado de Amapá, incluyendo los municipios de Macapá, Santana y Mazagão. Es una región de gran riqueza ecológica, caracterizada por altas precipitaciones, un clima tropical húmedo (Amw), vegetación diversa y suelos que datan del período Cuaternario. La construcción de la carretera atraviesa zonas sensibles que albergan diversos ecosistemas, como bosques ecuatoriales, sabanas y manglares, cuya conservación es vital para mantener la biodiversidad regional. Durante la fase previa a la construcción, se observó que los principales impactos se producen en la cobertura vegetal y la fauna silvestre. El desmonte para la apertura de la carretera provoca la fragmentación del hábitat, la pérdida de nichos ecológicos y desequilibrios en los ecosistemas locales, comprometiendo además las cadenas alimentarias y las relaciones ecológicas entre las especies. Además, la presencia de obras de construcción y el uso de tierras prestadas contribuyen a la degradación ambiental, mientras que los incendios aumentan las emisiones contaminantes y reducen la resiliencia ecológica. Ante este escenario, se propusieron medidas de mitigación para controlar los impactos en el suelo, el aire, el agua, la flora, la fauna y el ruido. Las acciones recomendadas incluyen la instalación de cercas ecológicas, programas de monitoreo ambiental, la remoción controlada de vegetación, la humectación de las carreteras para controlar el polvo, barreras acústicas y la prohibición de incendios. Estas prácticas buscan garantizar el equilibrio ambiental y reducir los efectos negativos del proyecto, preservando los ecosistemas adyacentes. Finalmente, la Tabla 1 resume los impactos identificados, indicando su relevancia e intensidad, lo que reafirma la necesidad de una planificación ambiental cuidadosa en los proyectos viales en la Amazonía.

**Palabras clave:** Carreteras. Impactos Ambientales. Animales Atropellados. Fauna Silvestre. Preservación.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

## INTRODUÇÃO

Este trabalho buscou apresentar uma caracterização dos impactos ambientais durante a fase que antecede a construção e operação da Rodovia BR 156/210 que liga Macapá ao município do Laranja do Jari AP, além de propor ações mitigadoras ou compensatórias que podem ser

executadas para reduzir os impactos ambientais nas rodovias.

Caracterizamos as evidências dos efeitos induzidos por infraestruturas viárias no Estado do Amapá, mais precisamente do km 0 (Macapá) ao km 63 (localidade de Cupixi) na BR 156/210 que liga Macapá ao município do Laranja do Jari AP, com ênfase no contexto em que se manifestam. Os impactos decorrentes da implantação de uma nova rodovia, tanto em termos de qualidade do ar, dos mananciais, ruídos, clima e supressão da vegetação nativa quanto nas dimensões socioeconômicas, variam conforme as condições em que essa estrutura é estabelecida. Essa variabilidade também está relacionada ao tipo de ecossistema afetado, sendo que áreas de floresta densa apresentam maior vulnerabilidade a perdas irreversíveis (Laurance *et al.*, 2015).

A área da construção civil historicamente figura entre os setores com maior potencial de emissão de externalidades ambientais negativas durante seus ciclos construtivos. Ainda assim, esse setor tem avançado no sentido de mitigar e atenuar esses impactos. Os substanciais investimentos em programas de pesquisa voltados ao desenvolvimento de tecnologias sustentáveis corroboram essa nova postura setorial. A adoção de responsabilidade socioambiental coloca a engenharia civil em uma posição de destaque contemporâneo, com novos profissionais ingressando no mercado já imbuídos dessa mentalidade inovadora (Muzzolon Junior, 2014).

Conforme Bandeira (2004), a economia brasileira depende fortemente de sua infraestrutura rodoviária, considerada vital para viabilizar o escoamento eficiente de bens e commodities. A cada ciclo anual, registra-se um aumento da produção, tornando o transporte rápido e de baixo custo um desafio em um país de dimensões continentais.

De acordo com Muzzolon Júnior (2014), os impactos ambientais decorrentes da implantação e operação de rodovias são frequentemente avaliados de forma inadequada, especialmente no que tange à identificação da etapa que mais afeta o meio ambiente. De modo geral, os efeitos gerados ao longo da fase operacional podem ser significativamente mais intensos, dado seu caráter contínuo e de longa duração, enquanto os impactos associados à fase de construção, embora por vezes mais intensos e abruptos, estão restritos a um período delimitado.

Os efeitos adversos oriundos de uma estrada já têm início na etapa de planejamento e projeto, estendendo-se por toda a fase de execução das obras civis e, posteriormente, durante a fase de operação, na qual tendem a se concentrar os impactos de maior magnitude. Apesar da importância de considerar os efeitos gerados ao longo de todo o ciclo de vida da infraestrutura viária, no Brasil ainda são incipientes e carecem de rigor normativo as legislações que estabelecem diretrizes específicas para o controle de impactos durante a operação. Somente a

partir da década de 1980 o país passou a incorporar com maior seriedade as questões ambientais em suas políticas públicas, visto que, até então, tais questões eram frequentemente tratadas como entraves ao desenvolvimento econômico, sobretudo em função da limitada integração entre crescimento produtivo e gestão ambiental estratégica (Bandeira, 2004).

Segundo Centurion *et al.* (2001), o primeiro dano ambiental relevante na fase de construção de uma rodovia refere-se à supressão da vegetação nativa na área de implantação da via e de seu respectivo canteiro de obras. Na sequência, ocorrem processos intensivos de remoção de solo e taludes, que, se executados sem o devido controle técnico, podem desencadear fenômenos de assoreamento e erosão hídrica. Com relação à terraplenagem, a depender da escala do empreendimento, o desmonte de elevações naturais, como serras ou morros, pode alterar significativamente o regime de ventos e o escoamento superficial de águas pluviais e corpos hídricos.

Em situações de rebaixamento topográfico, a profundidade do solo em relação ao lençol freático pode ser reduzida de forma crítica, gerando modificações nos parâmetros físico-químicos da água subterrânea, especialmente em relação à sua qualidade para consumo e preservação ecológica.

Ainda conforme Reis (2015), no que se refere aos impactos sobre a biodiversidade, a implantação de uma rodovia implica na fragmentação de sistemas bióticos, configurando, assim, uma zona de risco ecológico. Entre os efeitos recorrentes estão o atropelamento de fauna silvestre, a supressão da vegetação arbórea, o acúmulo de resíduos sólidos sobre a faixa de rolamento, a ocorrência de incêndios antrópicos, a interrupção de fluxos ecológicos, e ainda o vazamento de substâncias perigosas, especialmente em casos de acidentes.

Devem ser também analisadas as condições antecedentes, como os investimentos previamente realizados em infraestrutura logística e os registros históricos de transformações na cobertura vegetal. Em regiões onde o processo de consolidação econômica está avançado, com cadeias produtivas estruturadas e elevados índices de supressão florestal, a construção de rodovias tende a gerar impactos ambientais reduzidos e benefícios econômicos mais expressivos, em comparação com áreas ainda pouco modificadas pela ação antrópica. Por outro lado, em zonas compostas por vegetação nativa primária preservada, os impactos iniciais podem ser menos evidentes, embora os efeitos ambientais acumulados a longo prazo sejam substanciais. Estudos recentes demonstram que a restauração florestal, inclusive em áreas tropicais, contribui significativamente para a qualidade da água e da biodiversidade, reforçando a importância de

ações compensatórias em empreendimentos viários como esse (Oliveira et al., 2025). Essas distinções ressaltam a necessidade de uma avaliação técnica aprofundada para orientar a definição de prioridades de investimento no setor de transportes.

Diversos estudos têm sido publicados sobre os efeitos ambientais de rodovias em ecossistemas terrestres e aquáticos. Tais efeitos incluem a dispersão de espécies vegetais oportunistas, alterações comportamentais na fauna, seja por atração ou evasão das espécies, além de interferências nos processos de escoamento superficial e intensificação dos índices de erosão hídrica. Destacam-se ainda a emissão de poluentes atmosféricos particulados e gasosos, a poluição sonora e as alterações nos regimes de luminosidade natural. Rodovias podem provocar isolamento e fragmentação de habitats, obrigando os animais a cruzarem as pistas, o que aumenta significativamente o risco de atropelamentos da fauna silvestre (Gumier-Costa; Sperber, 2009).

De maneira geral, as rodovias configuram-se como infraestruturas antrópicas essenciais para o desenvolvimento socioeconômico, à medida que possibilitam o deslocamento populacional, incentivam a oferta de serviços e impulsionam a geração de emprego e renda. No contexto brasileiro, essas vias também desempenham papel estratégico na organização do território e na logística de distribuição de bens e recursos, atuando como vetores de integração econômica (Scoss, 2000).

Em contrapartida, Bager (2011) destaca que, embora as rodovias sejam elementos fundamentais para a circulação e conectividade, elas também provocam impactos ambientais negativos significativos, cujos efeitos muitas vezes extrapolam a faixa diretamente atingida pela via, estendendo-se às áreas adjacentes. Frequentemente, essas estruturas viárias acarretam alterações físicas e biológicas, como processos erosivos, modificações nos regimes hidrológicos e nas propriedades do solo, fragmentação e perda de habitats naturais, incremento na dispersão de poluentes e mudanças nas dinâmicas populacionais das espécies, afetando de forma direta e indireta tanto os ecossistemas terrestres quanto aquáticos (Bager, 2011).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de Estudo**

Este estudo foi realizado na rodovia BR 156, (Figura 1), Estado do Amapá, no trecho sul, do km 0 ao km 63. Esta rodovia se estende pelo município de Macapá, Santana e tem sua

passagem também pelo município de Mazagão. Esta rodovia possui um fluxo considerado de tráfego, ligando a região sul a capital do estado, bem como fazendo divisa com o estado do Pará. A rodovia, em processo de pavimentação, é um corredor estratégico com tráfego considerável, conectando áreas rurais à capital e ao estado do Pará. A região apresenta altos índices pluviométricos entre janeiro e junho.

Figura 1 - Mapa com a localização da área em estudo pontos de coleta Macapá/Mazagão/Santana/Ap.



Fonte: AMBIEX (2025).

### **Caracterização Física da Região Santana Macapá e Mazagão**

A região composta pelos municípios de Santana, Macapá e Mazagão, localizada na porção sudeste do estado do Amapá, insere-se na Amazônia Oriental Brasileira, apresentando características físico-naturais que refletem a transição entre ambientes de várzea, terra firme e planícies costeiras.

O domínio espacial buscou apresentar e caracterizar, os impactos ambientais durante a fase que antecede a construção e operação da Rodovia BR 156/210 que liga Macapá ao município do Laranja do Jari AP, apontando ações mitigadoras ou compensatórias que podem ser executadas para reduzir os impactos ambientais nas rodovias.

Caracterizamos as evidências dos efeitos induzidos por infraestruturas viárias no Estado do Amapá, mais precisamente do km 0 (Macapá) ao km 63 (localidade de Cupixi) na BR 156/210 que liga Macapá ao município do Laranja do Jari AP, com ênfase no contexto em que se manifestam. Os impactos decorrentes da implantação de uma nova rodovia, tanto em termos de qualidade do ar, dos mananciais, ruídos, clima e supressão da vegetação nativa quanto nas

dimensões socioeconômicas, variam conforme as condições em que essa estrutura é estabelecida. Essa variabilidade também está relacionada ao tipo de ecossistema afetado, sendo que áreas de floresta densa apresentam maior vulnerabilidade a perdas irreversíveis (Laurance *et al.*, 2015).

## **Geologia e Geomorfologia**

A principal unidade geológica encontrada na área pertence ao período Quaternário, dividido em Holoceno e Pleistoceno. Os depósitos fluviais referentes ao Holoceno, que acompanham os cursos d'água da rede de drenagem, são constituídos predominantemente de argilas e siltes. Essas faixas aluviais constituem a planície de acumulação, que está sujeita a inundações sazonais e é coberta por vegetação típica adaptada ao excesso de água (Brasil, 1974).

Os aluviões antigos, referidos ao Pleistoceno, formam terraços constituídos de argilas, siltes e areias de granulação muito fina e grosseira, com diminuição granulométrica para o topo. Existem intercalações e interdigitações de material siltico e argiloso, com níveis de concentração ferruginosa e lâminas limoníticas, pelotas de argilas dispersas e lentes de conglomerado (Brasil, 1974).

A ilha de Santana está inserida na unidade geomorfológica identificada como Planície de Estuários e Deltas do Amapá, uma subdivisão da Planície Litorânea, a qual é constituída de uma extensa faixa de sedimentos arenosos, argilosos e siltosos, de origem flúvio-marinha. Essa unidade recebe influência fluvial do rio Amazonas e apresenta partes sujeitas a inundações periódicas pelas águas das chuvas e pelas enchentes do rio. A inundação possibilita a sedimentação constante em uma grande área, contribuindo, também, para fixação da vegetação rasteira (Brasil, 1974).

## **Clima da Região em Estudo**

O clima predominante na área é do tipo Amw, da classificação de Köppen e Geiser (1923) que caracteriza – se por apresentar chuvas do tipo monção, sendo a altura da chuva do mês mais seco, tanto para o Am como para o Aw, inferior a 60mm. A distinção entre ambos os tipos foi feita pelo valor limite  $w'$ , correspondendo às maiores quedas pluviométricas processadas nos meses de março a maio (Brasil, 1974). Este tipo climático apresenta – se como tropical chuvoso com nítida estação seca, onde a temperatura média nunca é inferior a 18° e a oscilação anual, de

modo geral, é sempre inferior a 5°C. A precipitação pluviométrica anual varia de 1.300 a 1.900 mm, com distinção de um período chuvoso, de dezembro a março, e outro seco, de agosto a novembro.

### **Vegetação da Região em Estudo**

Na área de estudo foram distinguidos cinco tipos de cobertura vegetal: Floresta Equatorial Subperenifólia, Floresta Equatorial Higrófila de Várzea, Manguezal, Campo Cerrado e o Junco.

Floresta Equatorial Subperenifólia - Ocorre na terra firme, em uma extensão de 1.017, 50 ha, apresentando, no aspecto geral, uma paisagem uniforme, mas que depois de análises de amostragens de locais diferentes, evidencia-se grande variação das espécies componentes, mesmo em pequenas distâncias. É constituída por uma vegetação exuberante que, a primeira vista, poderia evidenciar a existência de solos férteis, mas, no entanto, repousa sobre solos de baixa fertilidade natural.

A manutenção dessa vegetação dá-se por meio do ciclo biológico solo-planta-solo, devido à acumulação, deposição e incorporação ao mesmo de detritos orgânicos, fornecendo os elementos nutritivos necessários às plantas, assim como regula a conservação dos mesmos, não permitindo a sua lavagem. Após a derrubada e queima dessa vegetação para utilização do solo na exploração agrícola, há perda dos nutrientes que são lixiviados, devido à quebra do equilíbrio no ecossistema (Brasil, 1974). As espécies florestais de maior ocorrência são: angelim-pedra (*Dinizia excelsa* Ducke), matá-matá (*Eschweilera* sp.), louro vermelho (*Ocotea rubra* Mez), itaúba (*Sílvia duckei* A Sampaio), aquariquara (*Minquartia guianensis* Aubl), maçaranduba (*Manikara huberi* Ducke) e cupiúba (*Goupia glabra* Aubl.).

Floresta Equatorial Higrófila de Várzea - Situa-se às margens dos cursos d'água, nas áreas que sofrem influência da flutuação do nível das águas dos rios, no período da cheia e vazante. As terras alagadas ou umedecidas pelas enchentes ocupam 868,38 ha e caracterizam-se pela presença de espécies florestais adaptadas às condições de excesso de água, como o açaí. As espécies que compõem a vegetação de floresta de várzea são bastante diferentes das encontradas na terra firme. As mais encontradas na ilha são: patauá (*Oenocarpus bataua* Martius), buriti (*Maurítia flexuosa* Lin.), murumuru (*Astrocaryum murumuru* Mart.), marajá (*Bactris* sp.) e o açaí (*Euterpe olerácea* Mart.).

Manguezal - Formação com grande poder de regeneração na área de estudo, ocupando

uma área de 37,0 ha. A espécie que ocorre nesse manguezal é a siriba ou siriúba (*Avicennia* sp.), que se desenvolve, normalmente, em ambientes que sofrem influência de marés, mesmo com baixo teor de salinidade (Brasil, 1974).

Campo Cerrado Equatorial - Ocorre em uma área de 70,63 ha e é composto por indivíduos de porte mediano, entre quatro e sete metros de altura, de elementos arbustivos esclerófitas, dispersos sobre um tapete graminoso contínuo, onde aparece com muita frequência o capim barba-de-bode (*Aristida* sp.).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

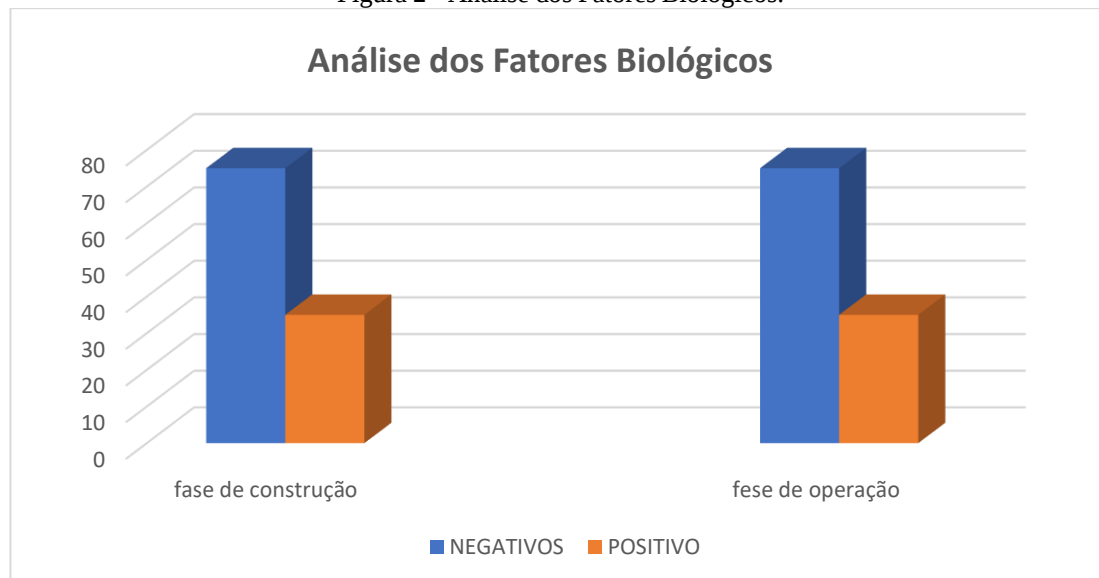
### Análise dos Fatores Biológicos

Nas fases de implantação e operação da BR-156 no Amapá, não foram identificados impactos positivos relevantes sobre os parâmetros biológicos analisados, conforme evidencia a Figura 2. Os efeitos adversos mais expressivos, em ambas etapas, incidiram sobre a fauna silvestre, sobretudo répteis devido à fragmentação do habitat e à instalação de canteiros de obras. Como estratégia de mitigação na fase operacional, recomenda-se instalar cercas ecológicas e passagens de fauna (underpasses/overpasses) em áreas sensíveis para reduzir atropelamentos medida já bem-sucedida em outros trechos rodoviários (Lins *et al.*, 2019).

A cobertura vegetal na faixa de implantação será afetada diretamente pelas atividades de supressão e limpeza da vegetação nativa, reduzindo a diversidade florística e provocando desequilíbrios ecológicos, como fragmentação e perda de nichos com impactos indiretos sobre a fauna. A região sofre pressões antrópicas históricas, como agropecuária extensiva e monocultivos (ex.: cana-de-açúcar) desde o período colonial. A vegetação fragmentada cria barreiras físicas ao deslocamento de animais arborícolas, reduz o potencial biótico, aumenta a instabilidade dos ecossistemas e intensifica atropelamentos e competições por recursos. Pequenos mamíferos não voadores são particularmente afetados, enquanto aves apresentam maior mobilidade e resiliência. A fragmentação também expõe fauna à caça e aumenta o risco de acidentes com animais peçonhentos. Esses efeitos são potencializados quando as obras ocorrem na estação chuvosa, coincidente com pico reprodutivo de anfíbios e aves (Almeida *et al.*, 2016). A literatura mostra que a presença de reservas ripárias, mesmo em florestas impactadas, também desempenha papel

vital na proteção de comunidades faunísticas, como observado em populações de borboletas e pequenos vertebrados (Montejo-Kovacevich *et al.*, 2022).

Figura 2 - Análise dos Fatores Biológicos.



Fonte: Os Autores (2025).

A supressão vegetal ao longo da faixa de implantação da BR-156 atuará como barreira física entre habitats, dificultando o deslocamento de espécies arborícolas e provocando alterações na paisagem e no equilíbrio ecológico. A perda da cobertura nativa levará à redução do potencial biótico, à fuga da fauna e à instabilidade dos ecossistemas locais, prejudicando os atributos paisagísticos. Esses efeitos se somam a outras áreas degradadas, resultando em impactos cumulativos e sinérgicos sobre a biodiversidade.

A retirada da vegetação pode afetar habitats pontuais, como ninhos e tocas, impactando principalmente pequenos mamíferos não voadores, mais sensíveis às perturbações. Aves, por sua maior mobilidade, tendem a ser menos impactadas. A vegetação remanescente, ao ser fragmentada, expõe a fauna à caça e pode aumentar os riscos de acidentes com animais peçonhentos. Os impactos sobre a fauna incluem afugentamento, migração, atropelamentos, desequilíbrios populacionais e competição ecológica, sendo intensificados caso as obras ocorram na estação chuvosa, período de alta atividade reprodutiva de anfíbios e aves. Segundo Rezende *et al.* (2018), a supressão está associada às etapas de topografia, abertura de vias, canteiros e alojamentos.

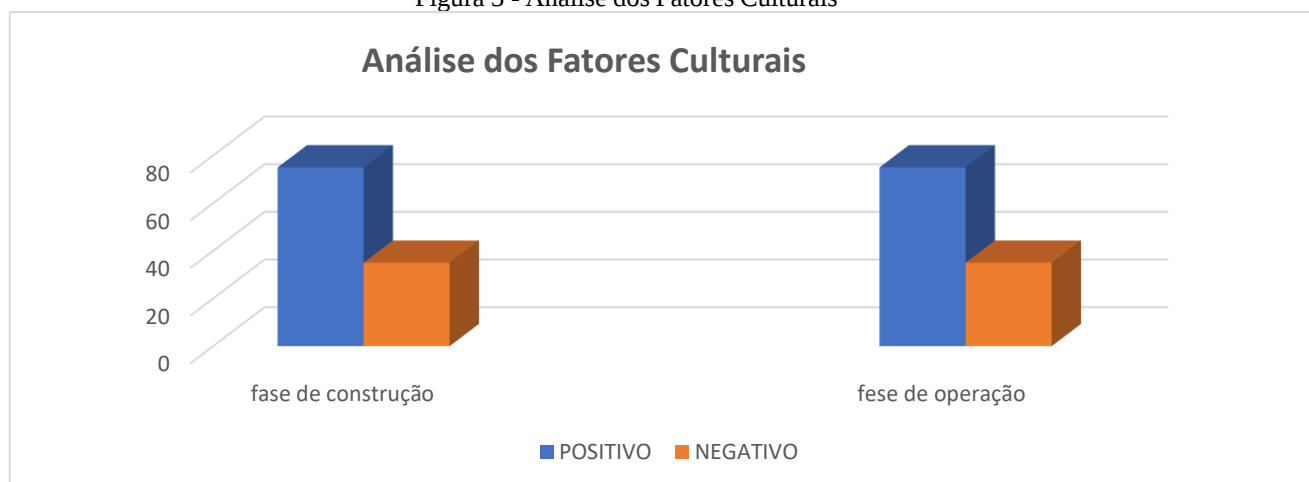
## Análise dos Fatores Culturais

No que se refere aos fatores culturais, observa-se a predominância de impactos positivos em relação aos impactos ambientais negativos nas duas fases analisadas. Durante a fase de construção da BR-156, destaca-se a geração de empregos, especialmente relacionada à instalação dos canteiros de obras e à execução dos serviços de infraestrutura viária. Contudo, é importante salientar que essa etapa também ocasiona ruídos e vibrações, que podem afetar a saúde e a qualidade de vida das populações residentes nas proximidades da rodovia.

Na fase de operação, verifica-se uma influência mais significativa sobre a densidade populacional, visto que a melhoria das vias de acesso facilita os deslocamentos, estimula o processo de urbanização e promove efeitos positivos na dinâmica econômica local e regional, especialmente entre os municípios de Macapá, Santana e Mazagão.

A BR-156 apresenta particularidades relevantes nesse contexto. A rodovia serve como eixo estratégico para o escoamento da produção agrícola e extrativista da região sul do Amapá, além de conectar áreas ribeirinhas e comunidades isoladas ao centro urbano de Macapá. Em contrapartida, na fase operacional, a modificação da paisagem decorrente da inserção da rodovia representa um dos passivos ambientais mais expressivos, pois resulta da alteração da cobertura vegetal, da instalação de estruturas auxiliares, do aumento da incidência de queimadas e do risco de atropelamento da fauna silvestre, especialmente em trechos que atravessam áreas de floresta nativa.

Figura 3 - Análise dos Fatores Culturais

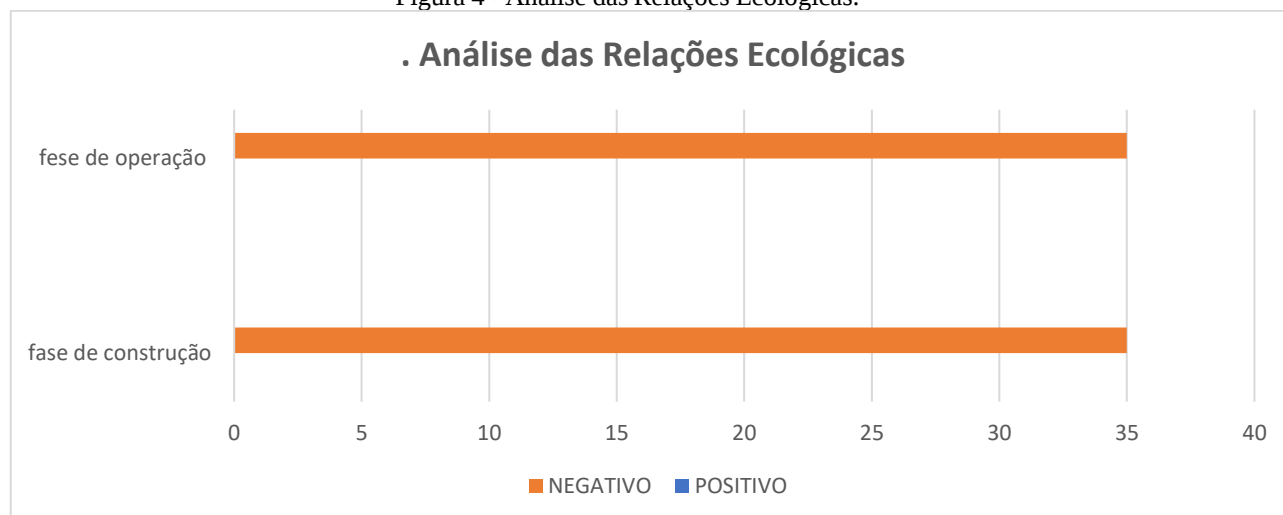


Fonte: Os Autores (2025).

## Condições das Relações Ecológicas

De forma análoga ao verificado nas análises das condições biológicas, não foram identificados impactos ambientais positivos expressivos sobre as relações ecológicas durante as fases de construção e operação da Rodovia BR-156 no Amapá, conforme indicado na Figura 4.

Figura 4 - Análise das Relações Ecológicas.



Na fase de construção, a análise dos dados revelou impactos negativos significativos, sobretudo sobre as cadeias tróficas, resultantes da fragmentação e perda de habitat nas áreas adjacentes à rodovia. A supressão da vegetação nativa comprometeu diretamente a integridade dos ecossistemas locais, contribuindo para a degradação das matas ciliares e a perda de funções ecológicas como dispersão de sementes, polinização e regulação microclimática (Tabarelli *et al.*, 2010). A restauração dessas florestas pode reativar múltiplas funções ecológicas ao atrair polinizadores, melhorar a fertilidade do solo e recuperar o equilíbrio trófico (Antonini *et al.*, 2021).

Durante a fase de operação da BR-156, persistem os efeitos adversos sobre as dinâmicas ecológicas. A modificação contínua do habitat, o processo de assoreamento de corpos hídricos e o aumento da mortalidade da fauna silvestre por atropelamento constituem os principais vetores de impacto. Tais fatores comprometem o equilíbrio das cadeias alimentares e a funcionalidade dos corredores ecológicos naturais.

Conforme advertido por Fellenberg (1980), a conservação das margens fluviais será um dos grandes desafios ambientais do futuro, uma vez que, com a crescente exaustão dos aquíferos

subterrâneos, a captação de água potável dependerá majoritariamente da preservação da qualidade ambiental de represas, lagos e rios. Nesse contexto, a manutenção da vegetação ripária ao longo da BR-156 torna-se uma estratégia essencial para assegurar os serviços ecossistêmicos e a sustentabilidade hídrica da região. Essa vegetação atua como barreira natural contra a exportação de sedimentos, especialmente importante em regiões de alta pluviosidade (Fachinelli; Pereira Jr., 2023).

### **Impactos Ambientais e Medidas Mitigadoras – Rodovia BR-156, Amapá**

No caso da BR-156, no Amapá, destacam-se dois impactos severos: a extração de solos para empréstimos/jazidas e a ocorrência de queimadas durante a implantação. As queimadas provocam modificações expressivas no meio físico, elevando os níveis de poluentes atmosféricos (CO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub> e PM<sub>10</sub>), o que prejudica a qualidade do ar e a saúde humana. No âmbito biótico, os incêndios reduzem drasticamente a biodiversidade de fauna e flora, rompendo cadeias tróficas, afetando a variabilidade genética e comprometendo a resiliência dos ecossistemas locais (Raihan; Strand, 2018).

#### **Possíveis Medidas Mitigadoras**

As medidas mitigadoras têm como objetivo contrabalançar os efeitos adversos provocados pelas atividades de construção e operação da Rodovia BR-156. Considerando que os principais impactos incidem sobre o solo, água, ar, fauna e flora, é fundamental adotar estratégias que minimizem esses danos ou que promovam o seu controle, restringindo-os à área do empreendimento e preservando os ecossistemas adjacentes. As ações abaixo visam mitigar danos ao solo, água, ar e biodiversidade:

##### **Ar e Poeira**

- Aplicação periódica de supressores de poeira baseados em água e compostos químicos (ex.: MgCl<sub>2</sub> ou aditivos poliméricos), que comprovadamente reduzem emissões de poeira em até 90 % em obras e via não pavimentadas (Xu *et al.*, 2025; Huang *et al.*, 2021).
- Umedecer rotineiramente solos expostos e frentes de terraplenagem com jatos de água, reduzindo a suspensão de partículas – prática amplamente adotada, mas que pode ser otimizada com aditivos para economizar água (FHWA, 2020).

- A adoção de práticas preventivas, como manutenção de máquinas e adoção de tecnologia limpa (ex. veículos elétricos ou biodiesel), pode reduzir emissões e ruídos vindos de equipamentos pesados (Shahnavaz; Akhavian, 2021).

### **Ruído**

- As diretrizes da UE recomendam monitorar ruído ambiental ( $\geq 55$  dB(A)) e adotar barreiras acústicas para mitigar o impacto em áreas residenciais sensíveis.
- Implantar Programa de Monitoramento e Gestão de Ruídos, com medição em áreas sensíveis e instalação de barreiras acústicas para minimizar impacto sonoro (Mir *et al.*, 2022).

### **Solo e Erosão**

- A supressão vegetal deve ocorrer imediatamente antes da terraplenagem, reduzindo o tempo de solo exposto e diminuindo perdas por erosão (Kalyviotis, 2025)
- Implantar drenagem controlada e técnicas de estabilização (geotêxteis, taludes vegetados) para contenção de erosão.
- Armazenamento seguro do solo removido para reutilização, reduzindo a extração em jazidas externas.

### **Flora e Fauna**

- Limitar a limpeza vegetal às áreas necessárias e sinalizar claramente os limites, reduzindo desmatamento desnecessário e protegendo refúgios naturais.
- Realizar supressão no período seco para reduzir impacto sobre a fauna e evitar erosão hídrica.
- Implantar dispositivos provisórios de contenção de sedimentos, como tapetes ou bacias de contenção, ao longo das frentes de obra (HS2 Legacy, 2025).
- Proibir queima de resíduos vegetais, evitando emissão de gases, perda de solo orgânico e propagação de incêndios.
- Adotar postura preventiva diante de vazamentos e descarte de resíduos, evitando contaminação do solo e da água.

### **Operação do Canteiro**

- Preferir limpeza manual da vegetação; caso seja mecanizada, garantir manutenção rigorosa para evitar ruídos, emissões e vazamentos.
- Planejar a supressão vegetal de modo a permitir fuga segura da fauna, minimizando mortes por atropelamento ou por fogo.

- Umidificar as vias de acesso para reduzir dispersão de poeira sobre vegetação remanescente.
- Proibir a coleta de espécies vegetais por trabalhadores, prevenindo retirada ilegal de flora local.

#### **Implantar dispositivos provisórios de controle de erosão ao longo das frentes de obra**

- Proibir expressamente a queima de material vegetal gerado durante a limpeza, evitando riscos à vegetação remanescente.
- Prevenir acidentes como vazamento de óleo, disposição de resíduos e incêndios, que possam afetar a cobertura vegetal ou os solos vizinhos.
- Priorizar a limpeza manual da vegetação; caso mecanizada, deve-se realizar manutenção dos equipamentos para evitar emissão de ruídos, gases ou vazamento de substâncias tóxicas.
- A supressão vegetal deve ser planejada de modo a permitir o deslocamento seguro da fauna para áreas de refúgio não habitadas.
- Realizar a umectação das vias de acesso às frentes de obra para reduzir a dispersão de poeira sobre áreas de vegetação nativa.
- Proibir os trabalhadores de realizar coleta de espécies vegetais nas áreas adjacentes ao canteiro de obras ou zonas autorizadas de desmatamento.

Tabela 1 – lista de impactos encontrados no trecho em estudo.

| ITEM | IMPACTOS                          | RELEVANCIA | INTENSIDADE |
|------|-----------------------------------|------------|-------------|
| 01   | Erosão do Solo                    | A          | B           |
| 02   | Qualidades da Água dos Mananciais | A          | N           |
| 03   | Qualidade do Ar                   | A          | B           |
| 04   | Microclima                        | A          | M           |
| 05   | Vegetação                         | A          | M           |
| 06   | Ruídos                            | A          | B           |
| 07   | Distúrbio sobre a Fauna           | A          | M           |

\*Grau de Relevância: (A) ALTA, (M) MÉDIA, (N) BAIXA. (N) NENHUMA / Grau de Intensidade (A) ALTA, (M) MÉDIA, (C) BAIXA. (D) NENHUMA

Fonte: Levantamento de Campo / Elaboração Própria (2025).

## **CONCLUSÃO**

A análise dos impactos ambientais associados à implantação e operação da Rodovia BR-156, no trecho entre Macapá e Laranjal do Jari (Amapá), evidenciou um conjunto significativo de interferências sobre os meios físico, biótico e sociocultural. A construção dessa infraestrutura

viária, embora necessária para o desenvolvimento regional e a integração de comunidades isoladas, acarreta uma série de externalidades negativas que afetam diretamente a biodiversidade, os recursos hídricos, a qualidade do ar, o equilíbrio ecológico e a paisagem natural da região.

Entre os principais impactos destacam-se a supressão da vegetação nativa, a fragmentação de habitats, a mortalidade da fauna silvestre por atropelamentos, o aumento do risco de queimadas e a modificação das relações ecológicas locais. Além disso, efeitos socioambientais como o aumento do ruído, a poluição atmosférica e a pressão sobre áreas culturais e urbanas próximas também foram constatados.

Contudo, o estudo também aponta caminhos viáveis para a mitigação e controle desses impactos. A adoção de práticas sustentáveis, como cercas ecológicas, dispositivos de controle de erosão, estratégias de revegetação, manejo adequado de resíduos e educação ambiental voltada aos trabalhadores e às comunidades locais, pode atenuar significativamente os danos ao meio ambiente e favorecer a coexistência entre infraestrutura e conservação ambiental.

Nesse sentido, a BR-156 configura-se como um empreendimento estratégico para o estado do Amapá, mas que deve ser planejado, executado e monitorado com base nos princípios da sustentabilidade. Somente com o comprometimento contínuo do poder público, dos órgãos ambientais e das empresas envolvidas será possível equilibrar as necessidades do progresso com a preservação dos ecossistemas amazônicos, garantindo um desenvolvimento verdadeiramente responsável e duradouro.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Inovação Farmacêutica Universidade Federal do Amapá.

À Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação da Universidade Federal do Amapá.

Ao Laboratório de Farmacognosia e Fitoquímica da Universidade Federal do Amapá.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Amapá – FAPEAP.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G. V. L.; AMORIM, F. O.; SANTOS, E. M. Anfíbios & “répteis” atropelados em um trecho da BR-232, no estado de Pernambuco. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 7, n. 2, p. 61-69, 2016.

ALMEIDA-GOMES, M.; VIEIRA, M. V.; ROCHA, C. F. D.; METZGER, J.-P.; DE COSTER,

G. Patch size matters for amphibians in tropical fragmented landscape. **Biological Conservation**, v. 195, p. 89–96, 2016.

ANTONINI, Y.; BEIRÃO, M. V.; COSTA, F. V.; AZEVEDO, C. S. V.; WOJAKOWSKI, M. M.; KOZOVITS, A. R.; PIRES, M. R. S.; SOUSA, H. C.; MESSIAS, M. C. T. B.; FUJACO, M. A.; LEITE, M. G. P.; VIDIGAL, J. P.; MONTEIRO, G. F.; DIRZO, R. Riparian forest restoration as sources of biodiversity and ecosystem functions in anthropogenic landscapes. **bioRxiv**, p. 1 -28, 2021.

BAGER, A.; ROSA, C. A. Influence of sampling effort on the estimated richness of road-killed vertebrate wildlife. **Environmental Management**, v. 47, n. 5, p. 851-858, 2011.

BANDEIRA, C.; FLORIANO, E. P. **Avaliação de Impacto Ambiental de Rodovias**. Caderno Didático Nº 8, 1ª Ed, Santa Rosa, 2004.

BRASIL. Sistemática para Análise de Consistência e Homogeneização de Dados Pluviométricos. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE. Brasília-DF. 1984.

CENTURION, J. F.; CARDOSO, J. P.; NATALE, W. Efeitos de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um latossolo vermelho em diferentes agroecossistemas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 2, p. 254-258, 2001.

FACHINELLI, A. C.; YIGITCANLAR, T.; SABATINI-MARQUES, J.; CORTESE, T. T. O.; SOTTO, D.; LIBARDI, B. Urban Smartness and City Performance: Identifying Brazilian Smart Cities through a Novel Approach. *Sustainability*, v. 15, n. 10323, p. 1-24, 2023.

FACHINELLI, N. P.; PEREIRA JR, A. O. Effects of Restoration and Conservation of Riparian Vegetation on Sediment Retention in the Catchment Area of Corumbá IV Hydroelectric Power Plant, Brazil. **World**, v. 4, n. 4, p. 637-652, 2023.

**FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION UNITED STATES (FHWA)**. *Benefits of mitigating PM emissions from paved and unpaved roads*. Disponível em: [https://www.fhwa.dot.gov/Environment/air\\_quality/conformity/research/mpe\\_benefits/mpe07.cfm?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.fhwa.dot.gov/Environment/air_quality/conformity/research/mpe_benefits/mpe07.cfm?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: 24 jun. 2025.

FELLENBERG, G. **Introdução aos problemas da poluição ambiental**. São Paulo, SP: Editora: EPU, 1985, 216p.

GUMIER-COSTA, F.; C. F. SPERBER. 2009. Atropelamentos de vertebrados na Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 2, p. 459-466, 2009.

**HSE LEGACY**. *Dust suppression trials: reduction in fugitive dust emission from construction site haul roads using water additives*. 2024. Disponível em: [https://learninglegacy.hs2.org.uk/document/dust-suppression-trials-reduction-in-fugitive-dust-emission-from-construction-site-haul-roads-using-water-additives/?utm\\_source=chatgpt.com](https://learninglegacy.hs2.org.uk/document/dust-suppression-trials-reduction-in-fugitive-dust-emission-from-construction-site-haul-roads-using-water-additives/?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: 24 jun. 2025.

KALYVIOTIS, N. Life cycle assessment tools for road design: analysing linearity assumptions. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Engineering Sustainability**, p. 1-11, 2025.

KHAN, R. K.; STRAND, M. A. Poeira da estrada e seu efeito na saúde humana: uma revisão de literatura, **Epidemiology and Health**, v. 40, p. 1-11, 2018.

LAURANCE, W. F.; PELETIER-JELLEMA, A.; GEENEN, B.; KOSTER, H.; VERWEIJ, P.; DIJCK, P. V.; LOVEJOY, T. E.; SCHLEICHER, J.; KUIJK, M. V. Reducing the global environmental impacts of rapid infrastructure expansion. **Current Biology**, v. 25, n. 7, p. R259-R262, 2015.

LINS, E. A. M.; SILVA, T. M. R.; MOTA, A. M. V.; BARROS, A. C. B.; CALSA, M. C. P. Análise dos impactos ambientais em uma rodovia – estudo de caso da PE – 063. 2º Congresso Sul-americano de Resíduos e Sustentabilidade, Foz do Iguaçu-PR, 2019.

LINS, E. A. M.; SILVA, T. M. R.; MOTA, A. M. V.; BARROS, A. C. B.; CALSA, M. C. P. Análise dos impactos ambientais em uma rodovia: estudo de caso da PE-063. In: 2º CONGRESSO SUL-AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE, 2., 2019, Foz do Iguaçu. Anais [...]. **2º CONGRESSO SUL-AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE** Foz do Iguaçu, 2019. 9 p.

MIR, M.; NASIRZADEH, F.; LEE, S.; CABRERA, D.; MILLS, A. Construction noise management: A systematic review and directions for future research. **Applied Acoustics**, v. 197, p. 1-20, 2022.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. 2002. **Princípios de Oceanografia Física de Estuários**. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo - EDUSP. 424 p.

MONTEJO-KOVACEVICH, G.; MARSH, C. J.; SMITH, S. H.; PERES, C. A.; EDWARDS, D. P. Riparian reserves protect butterfly communities in selectively logged tropical forest. **Journal of Applied Ecology**, v. 59, n. 6, p. 1524-1535, 2022.

MUZZOLON JUNIOR, R. Controle Ambiental em Rodovias. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**. n. 2, p. 1-17, 2014.

OLIVEIRA, P. C. R.; GUALDA, G. A. F.; ROSSI, G. F.; CAMARGO, A. F. M.; FILOSO, S.; BRANCALION, P. H.; FERRAZ, S. F. B. Forest restoration improves habitat and water quality in tropical streams: A multiscale landscape assessment. **Science of The Total Environment**, v. 963, p. 178256, 2025.

REIS, P. L. **Estudos de Impactos Ambientais nas Rodovias do Estado de São Paulo: Uma Revisão Crítica**. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto De Biociências Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”. Botucatu-SP, 2015.

REZENDE, C. L.; FRAGA, J. S.; SESSA, J. C.; SOUZA, G. V. P.; ASSAD, E. D.; SCARANO, F. R. Land use policy as a driver for climate change adaptation: A case in the domain of the Brazilian Atlantic forest. **Land Use Policy**, v. 72, p. 563-569, 2018.

SCOSS, L. M.; MARCO, P. JR. Avaliação metodológica do uso de pegadas de mamíferos em estudos de biodiversidade. In: VI Congresso e Exposição Internacional sobre Florestas – FOREST, 2000. Anais... Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, 2000. p.457-459.

SHAHNAVAZ, F.; AKHAVIAN, R. Automated estimation of construction equipment emission using inertial sensors and machine learning models. **Sustainability**, v. 14, n. 2750, p. 1-22, 2022.

TABARELLI, M.; AGUIAR, A. V.; RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; PERES, C. A. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: lessons from aging human-modified landscapes. **Biological Conservation**, v. 143, n. 10, p. 2328-2340, 2010.

VELEZ, C. J. 1984 Applied Stream Sanitation. Michigan: A Wiley-Interscience Publication. 2p.

VELEZ, C.J. **Applied Stream Sanitation. Michigan.** A Wiley-Interscience Publication, 1984. 619p.

VICTORIA, R. L. O papel dos sistemas fluviais amazônicos regional e global de carbono: evasão de CO<sub>2</sub> e interações entre os ambientes terrestres e aquáticos. Piracicaba-SP. CNEM-USP. 22 p. (2003).

XU, Y.; LIU, M.; MA, B.; ZHANG, Y.; LIU, Z.; LIU, Z. Experimental Study on the Effects of Environmentally Friendly Composite Dust Suppressant on Soil Properties. **Applied Sciences**, v. 15, n. 6, p. 1-14, 2025.