

Armando Dias Duarte
(Organizador)

ENGENHARIA CIVIL:

Demandas sustentáveis e
tecnológicas e aspectos ambientais 2



Atena
Editora
Ano 2022

Armando Dias Duarte
(Organizador)

ENGENHARIA CIVIL:

Demandas sustentáveis e
tecnológicas e aspectos ambientais 2



Atena
Editora

Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Engenharia civil: demandas sustentáveis e tecnológicas e aspectos ambientais 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Armando Dias Duarte

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia civil: demandas sustentáveis e tecnológicas e aspectos ambientais 2 / Organizador Armando Dias Duarte. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0384-5

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.845221108>

1. Engenharia civil. I. Duarte, Armando Dias (Organizador). II. Título.

CDD 624

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A coleção de trabalhos intitulada “*Engenharia civil: Demandas sustentáveis e tecnológicas e aspectos ambientais 2*” é uma obra que tem como foco principal a discussão científica por intermédio de diversos trabalhos que compõe seus capítulos. O volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar, pesquisas cujos resultados possam auxiliar na tomada de decisão, tanto no campo acadêmico, quanto no profissional.

Os trabalhos desenvolvidos foram realizados em instituições de ensino, pesquisa e extensão localizadas no Brasil. Nos capítulos apresentados, são encontrados estudos de grande valia nas áreas de: materiais da construção civil, análise de estruturas por meio de métodos numéricos, recursos hídricos e gestão. A composição dos temas buscou a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos (as), mestres (as) e todos (as) aqueles (as) que de alguma forma se interessam pela área da Engenharia Civil, através de temáticas atuais com resoluções inovadoras, descritas nos capítulos da coleção. Sendo assim, a divulgação científica é apresentada com grande importância para o desenvolvimento de toda uma nação, portanto, fica evidenciada a responsabilidade de transmissão dos saberes através de plataformas consolidadas e confiáveis, como a Atena Editora, capaz de oferecer uma maior segurança para os (as) novos (as) pesquisadores (as) e os (as) que já atuam nas diferentes áreas de pesquisa, exporem e divulguem seus resultados obtidos.


Armando Dias Duarte

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CHUVA EM BAIRRO DE ELEVADO FLUXO DE VEÍCULOS – ESTUDO DE CASO


Eduardo Antonio Maia Lins
Daniele de Castro Pessoa de Melo
Diogo Henrique Fernandes da Paz
Sérgio Carvalho de Paiva
Adriane Mendes Vieira Mota
Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha
Luiz Oliveira da Costa Filho
Fábio José de Araújo Pedrosa
Fábio Correia de Oliveira
Rosana Gondim de Oliveira
Fabio Machado Cavalcanti
Maria Clara Pestana Calsa
Fernando Arthur Nogueira Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211081>

CAPÍTULO 2..... 10

ANÁLISE DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM UMA RODOVIA PERNAMBUCANA

Eduardo Antonio Maia Lins
Adriana da Silva Baltar Maia Lins
Daniele de Castro Pessoa de Melo
Diogo Henrique Fernandes da Paz
Sérgio Carvalho de Paiva
Adriane Mendes Vieira Mota
Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha
Luiz Oliveira da Costa Filho
Fábio José de Araújo Pedrosa
Fábio Correia de Oliveira
Rosana Gondim de Oliveira
Fabio Machado Cavalcanti
Maria Clara Pestana Calsa
Fernando Arthur Nogueira Silva


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211082>

CAPÍTULO 3..... 24

ANÁLISE AMBIENTAL DOS IMPACTOS NEGATIVOS GERADOS POR CEMITÉRIO – ESTUDO DE CASO

Eduardo Antonio Maia Lins
Adriana da Silva Baltar Maia Lins
Daniele de Castro Pessoa de Melo
Diogo Henrique Fernandes da Paz
Sérgio Carvalho de Paiva
Adriane Mendes Vieira Mota


Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha
Luiz Oliveira da Costa Filho
Fábio José de Araújo Pedrosa
Fábio Correia de Oliveira
Rosana Gondim de Oliveira
Andréa Cristina Baltar Barros
Fabio Machado Cavalcanti
Fernando Artur Nogueira Silva
Maria Clara Pestana Calsa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211083>

CAPÍTULO 4..... 36

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICO DO CONCRETO LEVE COM ARGILA EXPANDIDA E
ADIÇÃO DA CINZA DO COCO EM SUBSTITUIÇÃO AO AGREGADO MIÚDO**


João Paulo Monteiro Carvalho
Simone de França Cardoso
Wilson Linhares dos Santos
Mércia Maria Pinheiro Gambarra

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211084>

CAPÍTULO 5..... 49

**EFFECT OF BASALT POWDER AND METAKAOLIN FILLERS ON ASPHALT MASTIC
BEHAVIOR**


Ana Luiza Rezende Rodrigues
Rodrigo Pires Leandro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211085>

CAPÍTULO 6..... 63

**MASSA CERÂMICA À BASE DE RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA IMPRESSÃO
3D POR EXTRUSÃO**


Márcia Silva de Araújo
Gabriel Elias Toledo Ferreira
José Alberto Cerri

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211086>

CAPÍTULO 7..... 77

**VALORIZATION OF SLATE WASTE TO PRODUCE MATERIALS CERAMICS AND
COMPOSITES**

Luciana Boaventura Palhares
Douglas Filipe Galvão
Tayna E. B. Lucena
Sthefany B. P. da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211087>

CAPÍTULO 8..... 90


AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA NO COMPORTAMENTO MECÂNICO DE PAVERS

PRODUZIDOS COM O USO DE SÍLICA ATIVA

Martônio José Marques Francelino

Fred Rodrigues Barbosa

João Manoel de F. Mota


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211088>

CAPÍTULO 9..... 103

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE ARGAMASSA PRODUZIDO COM AGLOMERANTE ÁLCALI-ATIVADO À BASE DE RCV E CINZAS

Otacisio Gomes Teixeira

Mateus Ribeiro Caetano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211089>


CAPÍTULO 10..... 113

ASPECTO HISTÓRICO DO PROJETO DO RESERVATÓRIO DO RIO ARICANDUVA NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO SOB O ASPECTO HIDROLÓGICO

Ariston da Silva Melo Júnior

Claudia de Oliveira Lozada

João Jorge Pereira da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110810>

CAPÍTULO 11..... 125

ANÁLISE ESTRUTURAL DE EDIFICAÇÕES DAS ÁREAS RIBEIRINHAS PÓS DESASTRE: UM OLHAR PARA O BANCO DA VITÓRIA, ILHÉUS-BA

Igor Ângelo Lobão de Souza

Joandre Neres de Jesus

Vanessa Neri de Souza

Kaique Ourives Silva

Ozana Almeida Lessa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110811>

CAPÍTULO 12..... 138

ESTUDO DA CAPACIDADE DE SUPORTE DA PRAIA DO BAIRRO NOVO, OLINDA, PERNAMBUCO

Eduardo Antonio Maia Lins

Daniele de Castro Pessoa de Melo

Diogo Henrique Fernandes da Paz

Sérgio Carvalho de Paiva

Adriane Mendes Vieira Mota

Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha

Luiz Oliveira da Costa Filho

Fábio José de Araújo Pedrosa

Fábio Correia de Oliveira


Rosana Gondim de Oliveira

Fabio Machado Cavalcanti

Maria Clara Pestana Calsa

Fernando Arthur Nogueira Silva

Hugo Vinicius Arruda de Sales

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110812>

CAPÍTULO 13..... 155

TAIPA DE PILÃO: UMA TÉCNICA CONSTRUTIVA COM TERRA

Kauan de Jesus Oliveira

Júlio Coura Diniz

Erick Roberto Campos

Sayonara Espinoza Silva

Samuel Velasques Fernandes de Noronha

João Victor Rech Ruiz da Silva

Muriellen Cristina Cavalheiro da Frota Monteiro

Rafael Luis da Silva

Alex Gomes Pereira


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110813>

CAPÍTULO 14..... 165

ANÁLISE POR ELEMENTOS FINITOS DE VIGAS EM CONCRETO ARMADO ATRAVÉS DO SOFTWARE ANSYS

Henrique Cardoso Koch

Bruna Manica Lazzari

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110814>


CAPÍTULO 15..... 214

ANÁLISE NUMÉRICA DE ATERRO TESTE SOBRE SOLO ARGILOSO MUITO MOLE REFORÇADO COM COLUNAS DE BRITA

Pedro Gomes dos Santos Pereira

Bruno Teixeira Lima

Marcus Peigas Pacheco

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110815>


CAPÍTULO 16..... 225

ANÁLISE ESTRUTURAL ELÁSTICA LINEAR DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO POR DIFERENTES MODELOS DE CÁLCULO: UM ESTUDO DE CASO

Ray Calazans dos Santos Silva

Luan Reginato


José Anchieta Damasceno Fernandes Neto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110816>

CAPÍTULO 17..... 241

GERENCIAMENTO, CONTROLE E APLICAÇÃO DO MÉTODO - *LEAN CONSTRUCTION* NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Diego Ramos de Melo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110817>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 255

ÍNDICE REMISSIVO..... 256

CAPÍTULO 2

ANÁLISE DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM UMA RODOVIA PERNAMBUCANA

Data de aceite: 01/08/2022

Eduardo Antonio Maia Lins

*Universidade Católica de Pernambuco –
UNICAP / Instituto Federal de Pernambuco –
IFPE – Campus Recife

Adriana da Silva Baltar Maia Lins

Daniele de Castro Pessoa de Melo

Diogo Henrique Fernandes da Paz

Sérgio Carvalho de Paiva

Adriane Mendes Vieira Mota

Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha

Luiz Oliveira da Costa Filho

Fábio José de Araújo Pedrosa

Fábio Correia de Oliveira

Rosana Gondim de Oliveira

Fabio Machado Cavalcanti

Maria Clara Pestana Calsa

Fernando Arthur Nogueira Silva

RESUMO: As construções de rodovias influenciam diretamente no desenvolvimento social quanto econômico de uma população em seu entorno, entretanto acabam causando inúmeros impactos à natureza. A presente pesquisa relata uma análise feita sobre os impactos ambientais

causados nas fases de construção e operação da Rodovia PE-063, no estado de Pernambuco, onde foram identificados impactos de todas as características e magnitudes. O método utilizado foi a Matriz de Leopold, que por sua vez é composta por uma lista de ações de projeto passíveis de acarretar modificações no ambiente e outra lista que contém os elementos naturais e humanos que podem ser afetados por ações do projeto. Os resultados analisados através da Matriz de Leopold e dos gráficos demonstraram que a rodovia tanto na fase de construção como na etapa de operação sofreu alterações em quase todos os compartimentos ambientais: físico (erosão, assoreamento, contaminação do solo, alteração na qualidade das águas subterrâneas e superficiais, modificação da superfície geomorfológica), biótico (afugentamento da fauna, supressão da vegetação) e socioeconômico (aumento da circulação de veículos, atração de comércios). Portanto torna-se necessária a adoção de medidas mitigadoras e/ou compensatórias para a área estudada.

PALAVRAS-CHAVE: Danos, Benefícios, Estrada, Matriz, Variáveis.

ABSTRACT: The construction of highways directly influence the social and economic development of a population in its surroundings, however they end up causing innumerable impacts to nature. The present study reports an analysis of the environmental impacts caused in the construction and operation phases of Highway PE-063, in the state of Pernambuco, where impacts of all characteristics and magnitudes

were identified. The method used was the Leopold Matrix, which in turn consists of a list of project actions likely to lead to modifications in the environment and another list that contains the natural and human elements that can be affected by project actions. The results analyzed through the Leopold Matrix and the graphs showed that the road, both in the construction phase and in the operation stage, changed in almost all environmental compartments: physical (erosion, silting, soil contamination, alteration in groundwater quality and superficial changes of geomorphological surface), biotic (removal of fauna, suppression of vegetation) and socioeconomic (increased circulation of vehicles, attraction of trade). Therefore, it is necessary to adopt mitigating and / or compensatory measures for the area studied..

KEYWORDS: Damage, Benefits, Road, Matrix, Variables.

INTRODUÇÃO

A construção de rodovias, embora produzam benefícios socioeconômicos, também podem apresentar inúmeros impactos sobre o meio ambiente, como desmatamentos, perda da diversidade biológica, alteração do sistema natural de drenagem e a degradação do solo. Sob esta ótica, o processo de construção rodoviária deve, portanto, compatibilizar-se com a conservação ambiental a partir do uso de técnicas e métodos de atividades construtivas, que evitem ou minimizem a degradação ambiental (SILVA, FELIZMINO & OLIVEIRA, 2015).

Os progressos no tratamento ambiental de rodovias também estão relacionados à incorporação da variável ambiental na rotina de trabalho dos órgãos rodoviários, à maior fiscalização dos órgãos ambientais competentes, à difusão de manuais técnicos contendo instruções ambientais para projetos e obras rodoviárias (NEVES & HENKES, 2013). Nesse contexto, as resoluções nº 001/86 e nº237/97 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, englobam também as rodovias no seu processo de licenciamento ambiental, quanto ao Estudo de Impacto Ambiental –EIA em conjunto com o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA e o necessário acompanhamento e monitoramento dos procedimentos adotados quando da identificação de impactos ambientais. Segundo o artigo 225 da Constituição Federal, promulgada em 1988, “Todos tem direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

A rodovia em estudo é a PE 063 Trecho: Entr.BR 101 (Escada) / Entr.PE 058 (Acesso à Primavera) / Entr. PE 071 Amaraji do acesso à Primavera, com extensão de 23,74 km. Com a aplicação da Matriz de Leopold, buscou-se analisar acerca dos impactos ambientais causados na fase de construção e operação da rodovia. Os impactos ambientais cadastrados ao longo do segmento da rodovia compreendem o seu passivo ambiental, que foi gerado a partir da implantação da rodovia e de atividades antrópicas danosas ao corpo estradal, a faixa de domínio e a região lindeira.

OBJETIVOS

Este trabalho buscou apresentar uma análise de impactos ambientais durante a fase de construção e operação da Rodovia PE 063 utilizando a Matriz de Leopold e suas variáveis, além de propor ações mitigadoras ou compensatórias que podem ser executadas para reduzir os impactos ambientais nas rodovias.

METODOLOGIA

• Localização

A área de estudo é a Rodovia PE 063 que liga o Município de Escada ao Município de Amaraji passando por Primavera, sob jurisdição do 4º Distrito Rodoviário, este localizado na zona da mata sul do estado de Pernambuco, vinculado ao Departamento de Estradas de Rodagem (DER), conforme observado na Figura 1.

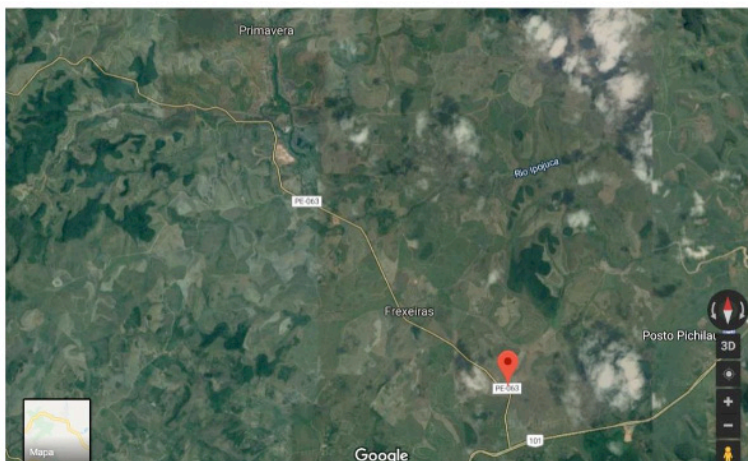


Figura 1. Mapa da Rodovia PE 063.

Fonte: Fonte: Googlemaps, 2019.

• Caracterização do Órgão

O DER – PE foi fundado em 1º de novembro de 1946 através do Decreto – Lei nº 1463/46 a partir de um desmembramento da Secretaria de Viação e Obras Públicas do Estado de Pernambuco, tendo a seu encargo a responsabilidade de restaurar a administração rodoviária do Estado habilitando-o a receber cotas do Fundo Rodoviário Nacional (DER-PE, 2015). Ainda segundo dados do próprio órgão, “a missão do DER-PE é desenvolver meios para a construção e Gerenciamento do Sistema de Transporte Rodoviário, proporcionando conforto, segurança e fortalecimento da economia em benefício

da população do Estado de Pernambuco”.

- **Coleta e análise dos dados**

A pesquisa fora baseada na revisão de bibliografia e aplicação da Matriz de Leopold tratando de impactos ambientais, na fase de operação e construção da rodovia.

A Matriz é composta por uma lista de ações de projeto passíveis de acarretar modificações no ambiente, como: modificações de regime, transformação do espaço e construção e alterações no tráfego e outra lista que contém os elementos naturais e humanos que podem ser afetados por ações do projeto, como: características físicas e químicas, condições humanas, fatores culturais e relações ecológicas. As quadriculas são preenchidas com algarismos que variam de 0 a 10, correspondendo, respectivamente, a magnitude e a importância do impacto. Ao número 0 corresponde a condição de nenhuma magnitude. Ao número 10 corresponde os valores máximos desses atributos. O sinal (+) ou (-) na frente dos números indica se o impacto é, respectivamente, benéfico ou adverso. Ao final, as quadriculas referentes a cada situação são somadas e, a situação que apresentar um maior valor modular, positivo (ou menor valor modular, negativo) é a ambientalmente mais favorável (ou menos desfavorável).

De acordo com Oliveira, Araújo e Wenson (2007), a matriz de Leopold apresenta vantagens no que diz respeito: necessidade de poucos dados para elaboração; abrangência dos fatores ambientais físicos, biológicos e socioeconômicos; comunicação dos resultados de forma compreensível; constitui guia inicial para prosseguimento de projetos e estudos futuros e trata dados qualitativos e quantitativos. Porém, tem como desvantagens a variável tempo, uma vez que esta não é considerada, uma vez que não prevê impactos imediatos, temporários nem definitivos. O autor ainda afirma que a matriz compartimentariza o ambiente em meios separados, não atribuindo assim valores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- **Análise dos Fatores Físicos e Químicos**

A partir da análise dos dados obtidos a partir da matriz de Leopold, é possível observar na Figura 2 que os impactos ambientais negativos são mais significativos que os impactos positivos em ambas as fases: construção e operação, no que tange as características físicas e químicas analisadas. De forma mais específica, na fase de construção ganha-se destaque os danos causados na etapa de terraplanagem, instalação do canteiro de obras, alteração da drenagem, alteração da cobertura do solo, pavimentação, escavações da superfície movimentação de máquinas pesadas. Os cortes, aterros, bota-foras e áreas de empréstimo causam diversos efeitos adversos como a emissão de material particulado, ruído e vibrações, que trazem prejuízos temporários para a população local. Além destes, temos o risco de erosão do solo, degradação do solo e alteração do perfil das encostas,

causados pelos cortes e aterros. Tais efeitos são permanentes e de longo prazo, afetando diretamente a área.

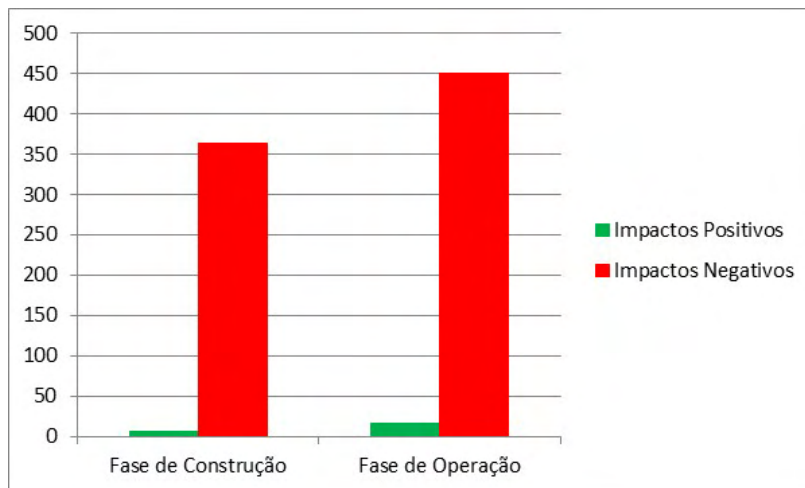


Figura 2. Análise das Características Físicas e Químicas.

Fonte: Os Autores (2019).

Pode ocorrer, na terraplanagem, uma redução da disponibilidade hídrica da região causando problemas para a população local permanentemente. Porém, podem-se atenuar tais efeitos protegendo nascentes e cursos d'água. A modificação da forma de ocupação do solo e a degradação do patrimônio natural e cultural são impactos certos nas obras de terraplanagem e podem ser atenuadas por simples ações como limitar a terraplanagem às áreas de intervenção, reabilitar áreas degradadas, entre outras (SENÇO, 2008).

É importante que as máquinas e equipamentos utilizados nos serviços de terraplanagem sejam revisados periodicamente, no intuito de evitar vazamentos de combustíveis, óleos e graxas, decorrentes de sua operação.

A instalação dos canteiros de obras e alojamentos é prejudicial ao meio ambiente, já que ocorre a disposição de efluentes no solo, podendo infiltrar e contaminar as águas subterrâneas e superficiais. Para sua construção têm-se uma remoção da cobertura vegetal sem contar com possíveis conflitos de uso e ocupação do solo com a população local. Para minimizar os efeitos adversos causados pelas obras de apoio: canteiros de obra e alojamentos, os mesmos devem ser implantados em locais adequados, com terrenos favoráveis, com um controle da emissão de efluentes líquidos através de fossas sépticas e sumidouros, além da drenagem das águas superficiais e no final das obras deve ocorrer à reabilitação das áreas degradadas.

Como visto, seus efeitos são adversos e podem ser tanto diretos quanto indiretos, já que a poluição causada pelos dejetos, por exemplo, pode afetar a população com doenças

diretas, causadas pelo acúmulo de lixo, como por doenças de transmissão hídrica. Para evitar tais malefícios, deve-se manter a limpeza e manutenção dos canteiros frequente. Seus efeitos são de ordem local, temporária, imediata e reversível (SENÇO, 2008).

No caso das obras de drenagem estas devem ser bem dimensionadas para evitar a degradação excessiva do solo e os riscos de erosão, além das alterações no “run-off”. Um mau dimensionamento pode trazer prejuízos inestimáveis para a população local, já que são obras normalmente permanentes e irreversíveis (SENÇO, 2008).

Os danos causados à água tanto superficial quanto de recarga, tendem a ocorrer em função principalmente da pavimentação da superfície, aterros executados, circulação de veículos e a operação de equipamentos movidos à combustão. A retirada da cobertura vegetal e as mudanças no aporte de água subterrânea implicarão em diminuição do fluxo das drenagens naturais. Com o solo exposto, tem-se uma maior área de exposição, reduzindo a infiltração da água e o fluxo preferencial das águas das chuvas. A nova conformação do relevo e configuração geotécnica do solo implicará primeiramente em redução da área de infiltração no solo e secundariamente em um novo padrão de escoamento das drenagens locais.

A remoção da cobertura vegetal da região afeta a população local permanentemente, alterando o microclima da região, degradando o solo e alterando os habitats, tanto dos animais como da população, além de modificar a paisagem. Tal degradação pode causar efeitos imediatos como também pode causar efeitos de longos prazos, afetando as gerações futuras (SENÇO, 2008).

Assim o maior problema que pode ser ocasionado é a chamada impermeabilização do solo que interfere no ciclo de água das chuvas, uma vez que uma das etapas do mesmo consiste no escoamento superficial da água para os oceanos, de onde se reinicia o ciclo. Isto também afeta diretamente a recarga natural dos aquíferos. A impermeabilização é uma das principais causas das inundações e deslizamentos em áreas urbanas (TUCCI, 2012), pois diminui as áreas verdes, reduz a capacidade de infiltração de água no solo e aumenta a capacidade de escoamento, devido a adoção de condutos e superfícies que facilitam a rápida movimentação da água. A remoção de camadas de solo diminui a capacidade efetiva do mesmo absorver água, de forma que rapidamente pode ocorrer a saturação pela água da chuva. Quando isto ocorre à camada de solo passa a se comportar como meio líquido, escoando encosta abaixo (BRAGA e CARVALHO, 2003).

Na pavimentação, a preparação da base e a pavimentação impactam o meio negativamente, alterando o microclima da região, criando alterações no escoamento superficial das águas (run-off) e gerando desconforto à população circunvizinha por conta dos ruídos e vibrações criados. Ressalta-se que alguns de seus efeitos são temporários, já que ao término da obra tende a cessar o desconforto gerado pelos ruídos e vibrações, porém o desconforto gerado pelas alterações climáticas pode ser permanente a não ser que ocorra uma revegetação adequada na faixa de domínio e um dimensionamento adequado

do sistema de drenagem (SENÇO, 2008).

Já na fase de operação as perdas mais consideráveis são vistas no solo em razão de várias ações do projeto como, por exemplo, a alteração da cobertura do solo e a utilização de áreas de empréstimo/ jazidas que pode causar a o declínio da capacidade produtiva do solo, erosões e em casos mais extremos a desertificação.

Em se tratando dos impactos positivos encontrados pode-se citar na fase de construção a execução de aterros que podem minimizar processos erosivos existentes no traçado da via. E na fase operacional os dados positivos são provenientes do processo de movimentação de ar em função dos automóveis e veículos de carga.

• **Análise dos Fatores Biológicos**

Nas fases de construção e operacional da PE-063, em relação às condições biológicas estudadas não foram detectados impactos ambientais positivos, conforme observado na Figura 3. Em relação aos prejuízos ambientais na fase de construção e operação destacam-se aqueles referentes aos animais silvestres, incluindo os répteis, sendo fator determinante para tal a instalação do canteiro e a modificação do habitat. Uma mitigação pode ser sugerida durante o funcionamento da via: a inclusão de barreiras como cercas, evitando o atropelamento de animais.

A cobertura vegetal na área de implantação será afetada diretamente pela ação de limpeza do terreno. A supressão vegetal resultará em prejuízo para a biodiversidade local, desencadeando outros impactos, principalmente sobre a fauna. A cobertura vegetal desta área em estudo, cuja exuberância e diversidade biológica são notáveis, tem sido, desde os tempos coloniais, destruída principalmente pelo cultivo da cana de açúcar.

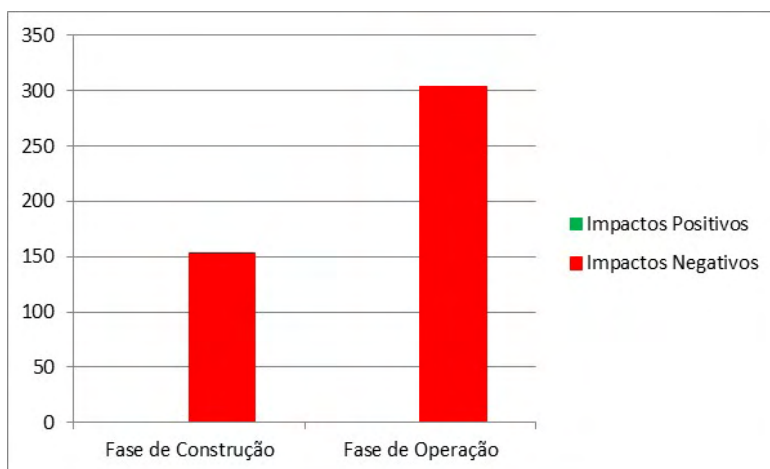


Figura 3. Análise dos Fatores Biológicos.

Fonte: Os Autores (2019).

Toda a faixa desmatada se constituirá em uma barreira efetiva entre ambientes, dificultando o fluxo de espécies terrestres arborícolas. A retirada da vegetação resultará em alteração da paisagem da área de influência direta e junto com a diminuição do potencial ecológico, ocorrerá a fuga da fauna, para áreas mais seguras. Esses efeitos desencadearão alteração do ecossistema e instabilidade ecológica. A ação de desmatamento resultará em alteração da paisagem pela perda do potencial biótico, já que as áreas desnudadas perderão a beleza natural, prejudicando os valores paisagísticos. Os efeitos da supressão da vegetação nos trechos de implantação se somarão as outras áreas que já sofreram ou que sofrerão desmatamento na região, causando um impacto cumulativo e sinérgico, que afetarão a paisagem, a biodiversidade e a fauna local. A atividade de supressão vegetal levará a perda pontual de habitats, assim como ninhos e tocas poderão ser afetadas. As comunidades de pequenos mamíferos não voadores agrupam as espécies mais sensíveis às perturbações ambientais. Espécies da avifauna serão menos impactadas, considerando-se a capacidade de deslocamento. De acordo com Rezende e Coelho (2015), a supressão de vegetação nativa encontra-se diretamente associada às etapas de topografia e cadastro, abertura das vias e da faixa de domínio, implantação de canteiros e alojamentos.

A abertura da vegetação expõe bastante à fauna que poderá sofrer com a perseguição e caça por parte da população ou dos próprios trabalhadores no processo de desmatamento, sendo importante a instrução dos operários para que isto não ocorra. Junto a esta adversidade, com o escape da fauna, poderá ocorrer o aumento do risco de acidentes com animais peçonhentos junto à população periférica e aos trabalhadores. Os principais impactos prognosticados sobre a fauna (afugentamento, migração para áreas contíguas, aumento dos riscos de atropelamentos, desequilíbrio temporário das populações, aumento da competição intra e interespecífica) serão cumulativos. Caso as obras ocorram no período de chuvas, os impactos sobre a fauna, principalmente sobre anfíbios e aves, serão também de maior magnitude. No caso dos anfíbios, observa-se maior atividade reprodutiva na estação chuvosa, época em que há um maior número de animais e locais propícios à sua reprodução dos anuros (sapos, rãs, etc.).

• **Análise dos Fatores Culturais**

No que se refere aos fatores culturais nota-se a presença de impactos positivos mais acentuados que os impactos ambientais negativos nas duas fases avaliadas, conforme Figura 4. Na construção têm relevância à geração de empregos ligada de forma mais direta à instalação de canteiro e a própria execução de serviços de execução da rodovia PE-063. Embora seja importante mencionar que este empreendimento também causa nesta fase ruídos e vibrações que afetam a saúde e a segurança da população.

Já tratando da fase de operação, a densidade populacional é afetada de forma mais efetiva, pois há uma melhora nas vias de acesso facilitando os deslocamentos, favorecendo o processo de urbanização da região, além de ter impactos positivos na esfera

econômica da região.

A Rodovia em estudo apresenta singularidade com relação a este parâmetro. Isso se deve ao fato da existência da Usina União Indústria, produtora de açúcar e álcool, a qual realiza o escoamento de sua produção através da PE 063, como via de acesso a BR 101 e daí para o Porto do Recife. De maneira oposta na etapa operacional da via a modificação da paisagem para a inserção da rodovia pode ser considerado o passivo ambiental mais significativo, uma vez que é resultado de alterações da cobertura do solo, da própria instalação do canteiro de obras, do aumento na incidência de incêndios e atropelamento de animais silvestres.

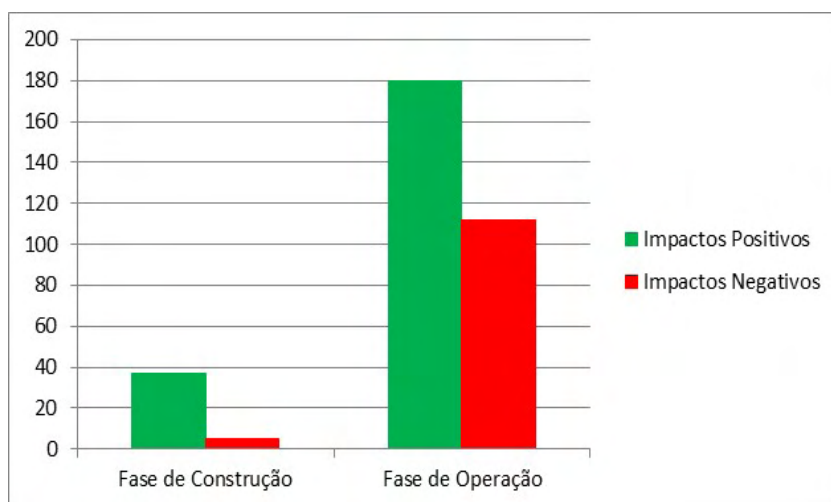


Figura 4. Análise dos Fatores Culturais.

Fonte: Os Autores (2019).

• Condições das Relações Ecológicas

De maneira análoga ao obtido na avaliação das condições biológicas, não foram encontrados impactos ambientais positivos que contemplem as relações ecológicas nas fases de construção e operação da PE-063, conforme Figura 5. Tratando da fase de construção, ao interpretar as informações disponíveis foi constatado que os impactos negativos foram vistos tanto no que se refere à cadeia alimentar - em consequência da modificação do habitat do entorno da rodovia - quanto danos relativos à usurpação de matas. Já na fase de operação também foram afetadas negativamente a cadeia alimentar e na usurpação das matas, em virtude no primeiro caso da modificação do habitat, assoreamento de rios e do atropelamento de animais silvestres. Segundo Fellenberg (1980), a preservação ambiental das margens dos rios deverá nos preocupar bastante no futuro, pois em todas as regiões em que as reservas de água subterrâneas se esgotarem

a solução para garantir o abastecimento de água potável será o aproveitamento da água de represa, lagos e rios.

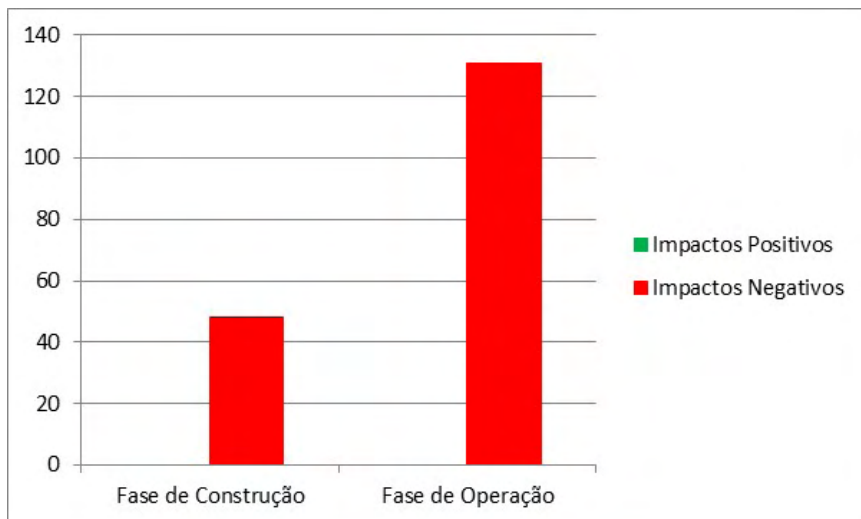


Figura 5. Análise das Relações Ecológicas.

Fonte: Os Autores (2019).

Já no segundo caso as ações do projeto mais danosas foram a utilização de áreas de empréstimos/jazidas e a ocorrência de incêndios. As queimadas provocam forte alteração no meio físico com o aumento da concentração de gases, interferindo na qualidade do ar. No meio biótico acarreta a redução da fauna e da flora e conseqüentemente da base genética. No trecho analisado é notável a presença de queimadas por se tratar de uma região em que o cultivo da cana de açúcar é predominante. A cana de açúcar participa de forma relevante na economia da região, onde 45% da mata estão comprometidas com o seu cultivo.

• **Medidas Mitigadoras**

As medidas mitigadoras oferecem o contraponto às ações impactantes realizadas ou desencadeadas ao meio ambiente pelas atividades ligadas a construção e operação da rodovia. No caso do empreendimento em estudo, os impactos mais significantes identificados e analisados atingem ao solo, água, ar, fauna e flora. Portanto, no sentido de proteção ambiental, devem ser adotadas medidas que diminuam estes impactos ao mínimo possível, ou que isolem como forma de controle, restringindo-os à área do empreendimento e preservando o entorno. Seguem algumas orientações quanto as medidas mitigadoras a serem realizadas:

- Ar:

- Molhar as áreas expostas do solo ou em terraplenagem para diminuir a emissão de poeiras fugitivas;
 - Os veículos e equipamentos utilizados nas atividades devem receber manutenção preventiva para evitar emissões abusivas de gases e ruídos na área trabalhada;
 - Minimizar os níveis de ruídos a serem gerados durante a operação.
- Ruído:
 - As ações de controle serão compostas pela implementação de medidas para redução dos níveis de ruídos, como controle das emissões tal qual propostas do Programa de Monitoramento dos Ruídos;
 - Construção de barreiras físicas entre a fonte dos ruídos e as áreas a serem protegidas.
- Solo:
 - Realizar a supressão vegetal somente quando estiver próximo do início das obras de terraplenagem, evitando que o terreno fique exposto aos agentes intempéricos por longo período;
 - No caso da identificação de processos erosivos não passíveis de controle, realizar a contenção e estabilização da erosão e investir em rede de drenagem;
 - Fazer o controle técnico e proteção do solo estocado.
- Flora:
 - A limpeza da área deverá ser restrita às áreas previstas e estritamente necessárias, de forma a impedir o aumento das áreas desmatadas;
 - Deverá ser executada delimitação física das áreas constantes nas autorizações para desmatamento, evitando assim supressão desnecessária de vegetação e/ou soterramento de outras áreas e comprometimento de corpos de água. Esta delimitação poderá ser feita por meio de estaqueamento, fitas de sinalização ou similares;
 - As atividades de supressão vegetal e limpeza de terreno deverão se concentrar nos períodos mais secos. Tal procedimento tem como orientação a proteção de linhas de drenagens naturais e de áreas suscetíveis a processos erosivos e ainda a proteção da fauna;
 - Deverão ser implantados dispositivos provisórios de controle de erosão;
 - Em hipótese alguma se deve proceder a queima do material vegetal gerado, por constituir extremo perigo a vegetação circundante;
 - Durante os trabalhos, devem ser adotadas práticas para evitar acidentes que possam comprometer a cobertura vegetal ou a qualidade dos solos das áreas de entorno, como incêndios, derramamento de óleos e disposição de materiais incompatíveis (entulhos de construção);

- É recomendável, sempre que possível, a execução de limpeza da área de forma manual, entretanto, se for realizada de forma mecanizada, deverá ser feita previamente à manutenção e regulagem dos equipamentos, visando evitar emissão abusiva de ruídos e gases, bem como o derramamento de óleos e graxas;
 - A supressão vegetal deverá ser planejada e executada de forma a conduzir a fauna para áreas vizinhas não habitadas;
 - Promover a umectação de vias de acessos às frentes de obras com o intuito de minimizar a emissão de material particulado (poeiras) durante as obras e sua deposição sobre áreas de vegetação;
 - Deve-se proibir os trabalhadores de qualquer atividade relacionada à coleta de espécies botânicas nas áreas próximas aos locais autorizados de supressão vegetal.
- Fauna:
 - Fazer o manejo da fauna durante a realização da supressão vegetal;
 - Proibir os trabalhadores de quaisquer atividades relacionadas à caça furtiva;
 - Para minimizar os impactos de ruídos e trânsito;
 - Devem-se definir as Diretrizes Básicas do Código de Conduta que regulam as atividades dos trabalhadores nas frentes de trabalho;
 - Desenvolver as ações propostas no Programa de Educação Ambiental e divulgar os métodos de identificação de animais peçonhentos e de prevenção de acidentes com ofídios (cobras e serpentes).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos, pôde-se considerar que:

- As estradas servem para interligar regiões dando fácil acesso ao crescimento social e econômico das mesmas, por isso simbolizam o progresso social e econômico da população, criando impactos ambientais positivos. Entretanto, a mesma traz diversos impactos negativos ao meio ambiente, tanto na fase de construção quanto de operação da rodovia;
- Atualmente a área ambiental está em avanço, principalmente porque a cada dia surgem novos profissionais técnicos e uma literatura especializada no assunto, além da legislação ambiental que se encontra em constante desenvolvimento. As leis ambientais brasileiras são de suma importância para o meio ambiente, onde a partir delas que se define o que pode e deve ser feito a fim de impactar o mínimo possível, seja sob o aspecto físico, biótico ou sociocultural;
- A viabilidade ambiental da construção de uma estrada é definida a partir do Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), onde se definem todas as características da rodovia, determinando o

melhor traçado, onde seus impactos mais relevantes sejam de menor intensidade em comparação com os demais traçados. Além disso, tais documentos elucidam quais medidas mitigadoras devem ser utilizadas no empreendimento. Mesmo o melhor traçado pode trazer impactos significativos para o meio ambiente, sendo assim as medidas mitigadoras se tornam essenciais para a manutenção do meio onde o empreendimento está inserido;

- A fase de construção traz diversos impactos significativos sendo de extrema importância e devem ser mitigados a medida do possível a fim de diminuir a influência do homem no meio ambiente natural. Os principais impactos vistos são decorrentes da própria natureza da obra;
- Sugere-se um estudo ambiental detalhado do meio onde se deseja inserir tal empreendimento para ponderar a viabilidade do mesmo quanto aos possíveis impactos gerados pela obra. No caso da PE-063, tem-se diversos impactos relevantes, que devem ser atenuados da melhor maneira possível. Como visto na matriz de Leopold analisada, tais impactos foram estudados, porém, foram previstas medidas mitigadoras para cada impacto negativo possível, seja em sua área de influência direta ou indireta;
- Tanto a promoção do desenvolvimento econômico e social quanto a tutela do meio ambiente visam, ao final, a sadia qualidade de vida do ser humano. O desenvolvimento sócio-econômico-ambiental ecologicamente equilibrado deve ser conciliado e compatibilizado.

REFERÊNCIAS

1. BANDEIRA, C.; FLORIANO, E. P. **Avaliação de impacto ambiental de rodovias**. Caderno Didático nº. 8, 1ª ed. ANORGS: Associação de Pesquisa, Educação e Proteção Ambiental do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul Santa Rosa: 2004.
2. BRAGA, R.& CARVALHO, P.F. **Recursos Hídricos e Planejamento Urbano e Regional**. São Paulo: Laboratório de Planejamento Ambiental/UNESP, 2003. 131p.
3. BRASIL. **Resolução CONAMA nº. 001 de 1986**. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília, DF.
4. BRASIL. **Resolução CONAMA nº. 237 de 1997**. Dispõe sobre licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental. Brasília, DF.
5. DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES, DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E PESQUISA. **Manual rodoviário de conservação, monitoramento e controle ambientais**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2005.
6. FELLEBERG, G. **Introdução aos Problemas da Poluição Ambiental**. Editora EPU, Ed. da Universidade de São Paulo, 1980.

7. NEVES, F. E. S.; HENKES, J. A. Gestão Ambiental Aplicada na Implantação de Rodovias no Estado de Santa Catarina, **Revista Gestão Sustentável Ambiental**, Florianópolis, v. 2, n.1, p. 265-349 , abr./set. 2013.
8. OLIVEIRA, F. F. G., ARAÚJO, M., WENDSON D., Bases Teórico-Conceptuais de Métodos para Avaliação de Impactos Ambientais em EIA/RIMA. **Revista de Geografia da UFC**, 2007.
9. REZENDE, E. N.; COELHO, H. A. Impactos Ambientais Decorrentes da Construção de Estradas e suas Consequências na Responsabilidade Civil. **RVMD**, Brasília, V. 9, nº 2, p. 155-180, Jul-Dez, 2015.
10. SAMPAIO, R. S.; BRITO, P. C. R. **Impactos ambientais causados pela construção de rodovias**. UCSAL- Universidade Católica do Salvador.
11. SÁNCHEZ, L.E. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos**. São Paulo: Oficinas de Textos, 2008.
12. SENÇO, W. **Técnicas de projetos rodoviários**. 1ª Edição. São Paulo. Editora PINI Ltda. 2008.
13. SILVA, D. D. E.; FELIZMINO, F. T. A.; OLIVEIRA, M. G. Avaliação da Degradação Ambiental a partir da prática da cultura do feijão no município de Tavares - PB. **Revista Holos**, Ano 31, Vol. 8, 2015.
14. SPADOTTO, C. A. **Classificação de impacto ambiental**. Comitê de Meio Ambiente, Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas: 2002.
15. TUCCI, C. E. M. Hidrologia. Ciência e aplicação. UFRGS Editora. BR. 2012. 943p.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acidez 1, 2, 5, 6, 7, 8, 33

Agregado miúdo 36, 45, 46, 47, 97, 105, 107, 112

Álcali-ativado 103, 109, 110, 111

Análise por elementos finitos 165, 186

ANSYS 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 177, 178, 180, 184, 185, 186

Argamassa 65, 88, 94, 97, 102, 103, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112

Asphalt mastic 49, 50, 51, 55, 61, 62

Asphalt mixture 49, 50, 51, 52, 53, 60

B

Benefícios 10, 11, 37, 93, 94, 163, 248

Binder 49, 50, 51, 52, 53, 55, 57, 58, 59, 60, 76, 103, 104, 112

C

Cerâmica vermelha 65, 75, 103, 104, 105, 111, 112

Characterization 53, 54, 76, 77, 79, 81, 83, 85, 89

Civil construction 2, 77, 79, 80, 86, 87, 103, 104, 155, 156, 241

Coco 36, 37, 38, 39, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48

Concreto 28, 36, 38, 39, 45, 46, 47, 65, 76, 88, 89, 90, 91, 92, 96, 97, 98, 101, 102, 104, 113, 121, 126, 131, 137, 159, 162, 163, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 190, 195, 207, 208, 210, 211, 213, 216, 218, 220, 221, 223, 225, 232, 233, 234, 239, 240

Construção civil 1, 7, 8, 37, 47, 63, 65, 75, 89, 103, 104, 105, 111, 137, 155, 163, 165, 241, 242, 243, 245, 249, 251, 252, 253, 254

Contaminação 2, 6, 10, 24, 25, 26, 32, 34, 152

D

Danos 10, 13, 15, 18, 24, 125, 130, 134, 136, 137

Densidade 17, 115, 117, 121, 128, 138, 139, 140, 152

E

Enchente 125, 127, 128, 129, 131, 133, 134, 135

Estrada 10, 21, 135

F

Filler 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 84, 93, 95

G

Gerenciamento de riscos 125

H

Hidráulica 113, 124

Hidrologia 23, 113

I

Impactos 1, 3, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 31, 32, 33, 34, 37, 104, 125, 127, 130, 135, 138, 140

Impressão 3D 63, 65, 66, 68, 74

Inundação 113, 130, 135

J

Jazigos 25, 27, 28, 29

L

Litoral 6, 138, 153

M

Manufatura aditiva 63

Massa cerâmica 63, 73

Matriz 10, 11, 12, 13, 22, 24, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 65, 97, 159

Meio ambiente 2, 11, 14, 19, 21, 22, 23, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 103, 137, 139, 152, 153, 163

N

New materials 77

P

Patologia da construção 125

Pavimento intertravado 90, 91, 92, 96, 102

Piscinão 113

Polição 2, 6, 14, 22, 24, 25, 26, 28, 32, 34, 37, 145

População 10, 13, 14, 15, 17, 21, 25, 26, 33, 35, 118, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 134, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 150, 152, 153

Precipitação 1, 2, 3, 4, 116, 129

Pressão 24, 27, 32, 68, 138, 152, 234

Processing 77, 78, 79, 80, 88, 89

R

RCC 63, 65

Resíduo de construção civil 63

Resistência à compressão 36, 39, 46, 47, 63, 65, 69, 70, 71, 90, 92, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 161

Riscos 15, 17, 24, 25, 30, 32, 33, 125, 127, 128, 136

S

Saúde 5, 8, 17, 24, 25, 26, 29, 30, 34

Sílica ativa 90, 93, 95, 96, 97, 99, 101

Slate waste 77, 80, 82, 83, 84, 87, 89

Soluções construtivas 63, 155

Sustentabilidade 102, 103, 137, 152, 163, 255

T

Taipa de pilão 155, 156, 157, 158, 159, 161, 162, 163, 164

V

Variáveis 10, 12, 48, 165, 166, 169, 172, 174


Vigas em concreto armado 165, 168, 174


ENGENHARIA CIVIL:

Demandas sustentáveis e
tecnológicas e aspectos ambientais 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 




Atena
Editora


Ano 2022


ENGENHARIA CIVIL:

Demandas sustentáveis e
tecnológicas e aspectos ambientais 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 




Atena
Editora

Ano 2022