



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE (PRODEMA)
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE (MDMA)

Carlos Orestes Araujo Cavalcante

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ENGENHARIA: PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE
ENGENHEIROS EM OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA NA ZONA
URBANA TERESINA-PI**

**Teresina, PI
2024**

Carlos Orestes Araujo Cavalcante

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ENGENHARIA: PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE
ENGENHEIROS EM OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA NA ZONA
URBANA TERESINA-PI**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí – PPGDMA-UFPI, na linha de pesquisa Políticas de Desenvolvimento e Meio Ambiente, como parte dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Denis Barros de Carvalho

**Teresina, PI
2024**

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco
Divisão de Representação da Informação

C376e Cavalcante, Carlos Orestes Araujo.
Educação ambiental na engenharia : percepção ambiental
de engenheiros em obras de pavimentação asfáltica na zona
urbana Teresina-PI / Carlos Orestes Araujo Cavalcante. -- 2024.
149 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí,
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio
Ambiente, Teresina, 2024.

“Orientador: Prof. Dr. Denis Barros de Carvalho”.

1. Educação Ambiental. 2. Pavimentação Asfáltica.
3. Educação Ambiental na Engenharia. 4. Percepção Ambiental.
I. Carvalho, Denis Barros de. II. Título.

CDD 363.700 71

Bibliotecária: Francisca das Chagas Dias Leite – CRB3/1004

Carlos Orestes Araujo Cavalcante


**EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ENGENHARIA: PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE
ENGENHEIROS EM OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA NA ZONA
URBANA TERESINA-PI**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí – PPGDMA-UFPI, na linha de pesquisa Políticas de Desenvolvimento e Meio Ambiente, como parte dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.


Orientador: Prof. Dr. Denis Barros de Carvalho

Aprovado em 30 de Agosto de 2024


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **DENIS BARROS DE CARVALHO**
Data: 10/10/2024 08:09:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Prof. Dr. Denis Barros de Carvalho
(ORIENTADOR)**

Documento assinado digitalmente
 **ARTEMARIA COELHO DE ANDRADE**
Data: 16/10/2024 08:44:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Prof. Dra. Artemaria Coelho de Andrade
(MEMBRO EXTERNO À UFPI)**

Documento assinado digitalmente
 **RENATA SHIRLEY DE ANDRADE ARAUJO**
Data: 10/10/2024 09:54:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Prof. Dra. Renata Shirley de Andrade Araújo
(MEMBRO INTERNO DO MDMA/UFPI)**

Dedico,

*Aos meus Pais, meu Irmão e minha filha que sempre foram meus maiores incentivadores!
E a todos aqueles que acreditam no poder de transformação pela educação.*

AGRADECIMENTOS

Estudar um curso a nível de Mestrado foi um desafio académico, profissional e sobretudo pessoal que muito acrescentou às minhas escolhas, e à forma como penso a vida nada disso teria sido possível sem a fé e sem a participação de pessoas que colaboraram de uma forma significativa para esta conquista.

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, a minha mãe Nossa Senhora de Fátima e ao meu pai Glorioso São José, pois sem a sua graça não seria capaz de alcançar a conclusão desta dissertação e do curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

À minha família, em especial aos meus pais, Gilvan e Sueli Cavalcante, por todo o apoio, amor incondicional, lições e sermões. Ao meu irmão Gilvan Cavalcante Júnior, por sempre estar ao meu lado (um por todos e todos por um). À minha filha Isabelle, que enche meu coração de alegria. Ao meu cachorro Joly, por toda alegria que me proporciona. As minhas avós Zilmar (im memoriam) e Maria de Lourdes (im memoriam), de onde estiverem, sei que estão iluminando meu caminho.

Agradeço de forma especial ao Prof. Dr. Denis Barros de Carvalho pela confiança em me receber como aluno orientando. As dicas e correções fornecidas por você foram extremamente valiosas para o meu progresso, assim como sua paciência e disponibilidade em sempre me ajudar.

Aos demais docentes do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), que me proporcionaram a aquisição de conhecimentos na área ambiental, por meio de embasamento teórico e prático.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dra. Artemaria Coelho de Andrade e à Prof. Dra. Renata Shirley de Andrade Araújo, por aceitarem o convite e pelas contribuições ofertadas desde a etapa de qualificação, que aprimoraram esta dissertação.

À Universidade Federal do Piauí (UFPI), pela oportunidade de crescimento e amadurecimento profissional. Em especial, ao PRODEMA e ao Centro de Tecnologia.

Por fim, agradeço a todos de coração, os que foram aqui mencionados e os que não, porque não dá para falar de todos em particular, mas todos foram importantes para meu percurso, contribuindo de alguma forma para a conclusão desta dissertação e do curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

RESUMO

O sistema rodoviário brasileiro encontra-se em uma acentuada degradação, necessitando de novos projetos e reparos na infraestrutura existente. Pavimentação asfáltica, assim como qualquer intervenção humana, afeta o meio ambiente, gerando diversos impactos ambientais. Devido à insuficiência de políticas públicas para amenizar os problemas ambientais, a relação entre os problemas ambientais e as instituições acadêmicas se torna mais próxima, e um estudo detalhado da questão é realizado. Nesse projeto, será realizada uma investigação, do ponto de vista da educação ambiental na engenharia, a percepção ambiental dos engenheiros em obras de pavimentação asfáltica na zona urbana de Teresina-PI. A coleta de dados ocorre em duas etapas: Primeira Etapa: Inicialmente a delimitação da área das obras em estudo, e a Segunda Etapa: Definição as obras, será aplicado questionários a engenheiros, visando identificar a percepção ambiental desses profissionais. Análise de Dados: Primeira Análise: Inferência Estatística, classificação dos impactos ambientais levantados de acordo com a legislação ambiental; e a Segunda Análise: Análise de Conteúdo, proposta por Bardin (2009). Os impactos ambientais identificados foram classificados em três fases: Fase 0: Preliminar (Planejamento/Projeto); Fase 1: Implantação e Fase 2: Operação da Via Asfáltica. A execução de qualquer obra afetará o meio ambiente. No caso da implantação de vias asfálticas, os danos ambientais são inevitáveis devido à grande área de interferência ocupada pela execução de obras de infraestrutura viária. Os resultados indicaram que a maioria dos participantes reconhece a importância da Educação Ambiental, mas muitos possuem um conhecimento vago sobre os temas relacionados. Sugere-se a inclusão de conteúdos ambientais nos currículos de engenharia e a promoção de práticas sustentáveis nas atividades profissionais. Conclui-se que a Educação Ambiental é fundamental para formar profissionais conscientes de sua responsabilidade na proteção do meio ambiente, alinhados com a Política Nacional do Meio Ambiente. Por fim, com base na legislação ambiental, foram propostas medidas mitigadoras. Conclusão que os impactos aqui apresentados, ocorrem em praticamente todas as obras de pavimentação asfáltica, o que indica a necessidade de um controle ambiental, visando a manutenção da qualidade ambiental durante o período de implantação do empreendimento rodoviário.

PALAVRA-CHAVE: Educação Ambiental; Pavimentação Asfáltica; Educação Ambiental na Engenharia; Percepção Ambiental.

ABSTRACT

The Brazilian road system is in severe degradation, requiring new projects and repairs to the existing infrastructure. Asphalt paving, like any human intervention, affects the environment, generating several environmental impacts. The relationship between environmental issues and academic organizations becomes closer as public policies fail to resolve environmental problems, leading to a detailed study of the problem. In this project, an investigation will be carried out, from the point of view of environmental education in engineering, on the environmental perception of engineers in asphalt paving works in the urban area of Teresina-PI. Data collection occurs in two stages: First Stage: Initially the delimitation of the area of the works under study, and the Second Stage: Once the works have been defined, questionnaires will be applied to engineers, aiming to identify the environmental perception of these professionals. Data Analysis: First Analysis: Statistical Inference, classification of environmental impacts assessed in accordance with current environmental legislation; and the Second Analysis: Content Analysis, proposed by Bardin (2009). The identified environmental impacts were classified into three phases: Phase 0: Preliminary (Planning/Project); Phase 1: Implementation and Phase 2: Operation of the Asphalt Road. The execution of any work will affect the environment. In the case of the implementation of asphalt roads, environmental damage is inevitable due to the large area of interference occupied by the execution of road infrastructure works. The results indicated that the majority of participants recognize the importance of Environmental Education, but many have vague knowledge about related topics. It is suggested to include environmental content in engineering curricula and promote sustainable practices in professional activities. It is concluded that Environmental Education is essential to train professionals aware of their responsibility in protecting the environment, in line with the National Environmental Policy. Finally, based on current environmental legislation, mitigating measures were proposed. Conclusion that the impacts presented here occur in practically all asphalt paving works, which indicates the need for environmental control, aiming to maintain environmental quality during the period of implementation of the road project..

KEYWORD: Environmental Education; Asphalt Paving; Environmental Education in Engineering; Environmental Perception.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Mapa de Localização dos Rios de Teresina-PI _____	13
Figura 02 – Seção Tipo Transversal de Pavimentação Asfáltica _____	38 / 47
Figura 03 – Obra 01: Prolongamento da Avenida Cajuína _____	40 / 49 / 101
Figura 04 – Obra 02: Implantação da Avenida Marginal Poti Sul _____	40 / 50 / 102
Figura 05 – Obra 03: Duplicação do trecho urbano da BR-343 _____	41 / 50 / 102
Figura 06 – Malha Rodoviária Brasileira _____	96

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Faixa etária dos respondentes _____	82
Gráfico 02 – Gênero dos respondentes _____	83
Gráfico 03 – Profissionais Atuantes em Teresina-PI _____	84
Gráfico 04 – Instituição de Ensino _____	85
Gráfico 05 – Formação Continuada _____	85
Gráfico 06 – Formação na Área Ambiental _____	86
Gráfico 07 – Conhecimento e Experiência com a Educação Ambiental _____	87
Gráfico 08 – Conhecimento das Temáticas da Educação Ambiental _____	88
Gráfico 09 – Importância de Conhecer a Legislação Ambiental _____	90

LISTA DE TABELAS

Quadro 01 – Caracterização dos Impactos Ambientais _____	67 / 68 / 69 / 70
--	-------------------

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. TEMA E DELIMITAÇÃO	9
2.1 Tema.....	9
2.2 Delimitação	10
3. OBJETIVOS.....	10
3.1 Objetivo Geral.....	10
3.2 Objetivos Específicos.....	10
4. PROBLEMA DA PESQUISA	10
5. REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
5.1 Mobilidade Urbana na Cidade de Teresina-PI	15
5.2 Meio Ambiente e as ODS	19
5.3 Educação Ambiental	21
5.4 Educação Ambiental no Brasil	22
5.5 Compreendendo a Percepção Ambiental	24
5.6 Percepção Ambiental no Contexto da Educação Ambiental.....	28
5.7 Predisposição da Educação Ambiental.....	31
5.8 Educação Ambiental na Engenharia.....	33
5.9 Obras de Pavimentação Asfáltica.....	34
6. METODOLOGIA	38
6.1. Delimitação do Objeto de Estudo.....	39
6.2. Revisão Bibliográfica, Pesquisa e Análise de Dados.....	41
7. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	43
7.1 ARTIGO 1: IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS NAS OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA.....	43
7.2 ARTIGO 2: PERCEPÇÃO DE ENGENHEIROS AGRIMENSORES E CIVIS SOBRE A APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ENGENHARIA, NA CIDADE DE TERESINA-PI	74
7.3 ARTIGO 3: MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA.....	94
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	122
REFERÊNCIAS.....	124
APÊNDICE A	133
APÊNDICE B	136
APÊNDICE C	139

1. INTRODUÇÃO

O sistema rodoviário brasileiro encontra-se em uma acentuada degradação, necessitando de novos projetos e reparos na infraestrutura existente. Nesse contexto, estima-se que ocorram nos próximos anos, investimentos de capital e incentivo na área de transportes com a intenção de expandir o crescimento do país (Simonetti, 2010).

A cidade de Teresina, capital do Piauí, está localizada próxima às margens dos Rios Parnaíba e Poti, que representa um importante papel socioeconômico devido ao potencial proporcionado pelos recursos naturais, desenvolvendo capacidades em diversas áreas, dentre as quais tem-se a pesca, pecuária, agricultura, produção de produtos cerâmicos, navegação, produção de eletricidade, fornecimento de água urbana e lazer, embora sofram diariamente com a degradação das matas ciliares, esses impactos produzidos pelas atividades humanas são principalmente um reflexo do uso e da ocupação do solo nessas áreas. (Mendes et al., 2017).

Em 1970, a população de Teresina era de 220.487 habitantes (IBGE, 2006), em 2022 a população passou a ser 866.300 habitantes (IBGE, 2023), esse crescimento populacional aliado com a localização geográfica, impacta diretamente com o crescimento do número de veículos que transitam nas vias urbanas de Teresina, culminando na ocorrência de diversos pontos de congestionamento. Nesse aspecto, a importância das ruas e avenidas estarem com a manutenção em dia é fundamental. Vias com boa conservação e em bom estado contribuem para o transporte adequado de pessoas e mercadorias, e também para boas condições de vida das famílias que moram nessas regiões e precisam se transportar (Junior, 2023).

Pavimentação asfáltica, assim como qualquer intervenção humana, afeta o meio ambiente, gerando diversos impactos ambientais. No caso das vias asfálticas, as intervenções ocorrem no meio socioeconômico, biótico e físico. Os Estudos de Impactos Ambientais (EIA) são desenvolvidos para identificar e prever esses tipos de impactos, objetivando mitigar os efeitos negativos dessa interferência (Simonetti, 2010).

As interferências no meio ambiente, de maneira geral, estão em um nível alarmante, no qual verifica-se inúmeros impactos negativos que necessitam de processo de reversão, diante disso, mesmo com legislação específica para tratar das questões ambientais, ocorreu a inclusão da educação ambiental em todos os níveis

de ensino. Com a introdução da educação ambiental na Engenharia, espera-se que o profissional da engenharia, saia capacitado para gerir a relação homem meio ambiente (Aguiar e Pereira, 2007).

Devido à insuficiência de políticas públicas para amenizar os problemas ambientais, a relação entre os problemas ambientais e as instituições acadêmicas se torna mais próxima, e um estudo detalhado da questão é realizado. Considerando que a universidade é um espaço de formação, que necessita estar atualizado com os desafios e problemas da atualidade, o que desperta para uma consciência ambiental para que o meio ambiente seja discutido em todos os contextos da sociedade (Da Riva e Obara, 2018).

De acordo com o Art. 3º, Parágrafo V das Diretrizes Nacionais para os cursos de Engenharia, o perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia, deve compreender entre outros, os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho, o que coloca o engenheiro com sendo um profissional possuidor da percepção ambiental necessária para resolver os conflitos ambientais (Brasil, 2019).

Tendo por base uma revisão bibliográfica, estudo de caso, pesquisa empírica, análise documental, para avaliar suas aplicações, identificar as articulações e impactos entre tais conceitos. Nesse projeto, será realizado uma investigação da percepção ambiental dos engenheiros em obras de pavimentação asfáltica na zona urbana de Teresina-PI, do ponto de vista da educação ambiental na engenharia.

O presente trabalho está dividido em fases: a primeira o levantamento dos impactos ambientais de obras de pavimentação asfáltica, a segunda é a identificação da percepção ambiental de engenheiros agrimensores e civis, e a terceira é a sugestão de medidas mitigadores para diminuir os impactos gerados pelas obras de pavimentação asfáltica e a sugestão de atividades que promovam o conhecimento ambiental dentro da engenharia.

2. TEMA E DELIMITAÇÃO

2.1 Tema

Educação ambiental na engenharia.

2.2 Delimitação

A percepção ambiental de engenheiros na execução de obras de pavimentação asfáltica na zona urbana de Teresina-PI.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Investigar, do ponto de vista da educação ambiental na engenharia, a percepção ambiental dos engenheiros em obras de pavimentação asfáltica na zona urbana de Teresina-PI.

3.2 Objetivos Específicos

- Descrever os principais impactos ambientais presentes no processo de pavimentação asfáltica;
- Verificar a percepção ambiental de engenheiros sobre a educação ambiental e como esses conceitos são aplicados em obras de pavimentação;
- Sugerir medidas mitigadoras para diminuir o impacto gerado pelas obras de pavimentação asfáltica;

4. PROBLEMA DA PESQUISA

A área do município de Teresina é de 1.391,293 km², o que representa 0,55 % da área do estado (IBGE – 2021). A cidade está situada entre dois grandes rios: o Parnaíba e o Poti. Tem um crescimento populacional elevado. Existe uma necessidade de implantação de novas vias urbanas, como também, a melhoria das vias existentes. Diante deste contexto, esta pesquisa será delimitada a investigar a percepção ambiental de engenheiros em obras de pavimentação asfáltica, do ponto de vista da educação ambiental na engenharia. A escolha desse tipo de obra, deve-se pelo fato de tratar de obras que trazem desenvolvimento econômico-social, como também diversos impactos ambientais.

Nessa perspectiva, surge a seguinte questão de pesquisa: Do ponto de vista da educação ambiental na engenharia, qual a percepção ambiental dos engenheiros em obras de pavimentação asfáltica na zona urbana de Teresina-PI?

5. REFERENCIAL TEÓRICO

Investigar a agressão ao meio ambiente, vem tomando espaço nas discussões, por conta da percepção da gravidade dos impactos ambientais, que não estão restringidos a um determinado espaço geográfico, mais interagindo em todo o ambiente em que o ser humano está inserido. Nesses debates surge, os primeiros defensores, que posteriormente realizam movimentos reivindicadores para chamar atenção da sociedade, buscando alternativas para diminuir os efeitos dos problemas ambientais existentes, evitando a criação de novos e desenvolvendo uma sociedade consciente e sustentável (Aguiar e Pereira, 2007).

Dentre os fatos importante da questão ambiental, um que merece destaque, é a introdução da Educação Ambiental em todos os níveis de ensino, que tem como objetivo a formação e conscientização da sociedade sobre problemas ambientais e preservação dos recursos naturais (Romão et al., 2020). No campo da engenharia, essa inserção, contribuiu para a formação de engenheiros desenvolvedores de projetos que estejam integrados ao meio ambiente, contribuindo para o desenvolvimento de uma sociedade sustentável (Aguiar e Pereira, 2007).

A legislação brasileira começou a dar importância para as questões ambientais na década de 80, época em que começou a criar leis para a utilização dos recursos naturais, com a criação da Lei Federal nº 6.938 de 1981 que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) e constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), ocorreu a centralização das discussões referente as políticas públicas ambientais. Ressalta-se que em seu Art. 2º, inciso X, revela uma preocupação com a educação ambiental, uma vez que ele apresenta que a educação ambiental deve estar inserida em todos os níveis de educação (Sousa, 2015).

Ainda na década de 80, o país passou por uma mudança de regime, na qual foi promulgada constituição de 1988, e em seu capítulo VI, Art. 225º, estabelece que o meio ambiente ecologicamente equilibrado é um direito de todos, instituindo que tanto o poder público quanto a sociedade tem o dever de defender e preservar o meio ambiente. No inciso VI, estabelece que o poder público deve promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e conscientizar para a preservação do meio ambiente. No Estado do Piauí, a Constituição do Estado do Piauí de 1989, reproduziu o texto original do capítulo VI da Constituição Federal, o que demonstra uma ausência de preocupação em considerar a realidade dos recursos naturais e educação piauiense (Sousa, 2015).

Outro marco importante, foi na década de 90, com a elaboração da Lei Federal nº 9.795 de 1999, que estabelece a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), esse fato ressalta que a educação ambiental deve estar presente em todos os níveis de ensino. Em 2012, foi estabelecido as Diretrizes Curriculares Nacional para a Educação Ambiental, através da resolução CNE/CES nº 02, de 15/06/2012, que apresenta que educação ambiental deve ser praticada de forma interdisciplinar, contínua e permanente, buscando relacionar as questões ambientais com o tema discutido em sala de aula (Sousa, 2015).

Uma maneira eficaz para promoção do interesse ao estudo e prática da Educação Ambiental, é instigar o graduando a uma reflexão de conhecimentos adquiridos, de necessidades da profissão e a importância da estudo continuado, para torna-se um cidadão e um profissional consciente de sua função na implantação do desenvolvimento sustentável (Romão et al., 2020). Dento desse contexto, entra a questão da ambientalização curricular, que é a integração do conhecimento, saberes, habilidades em busca de relacionar o homem com a sociedade e a natureza, promovendo atitudes éticas (Sousa, 2015).

Devido ao processo de urbanização, o homem tem sido afastado da natureza e por conta disso, os centros urbanos vêm sofrendo intensas transformações devido o rápido crescimento populacional urbano, com a existência, porém ineficiente de políticas públicas para o ordenamento territorial, gerando uma preocupação quanto ao planejamento e gestão territorial (Matias e Caporusso, 2012).

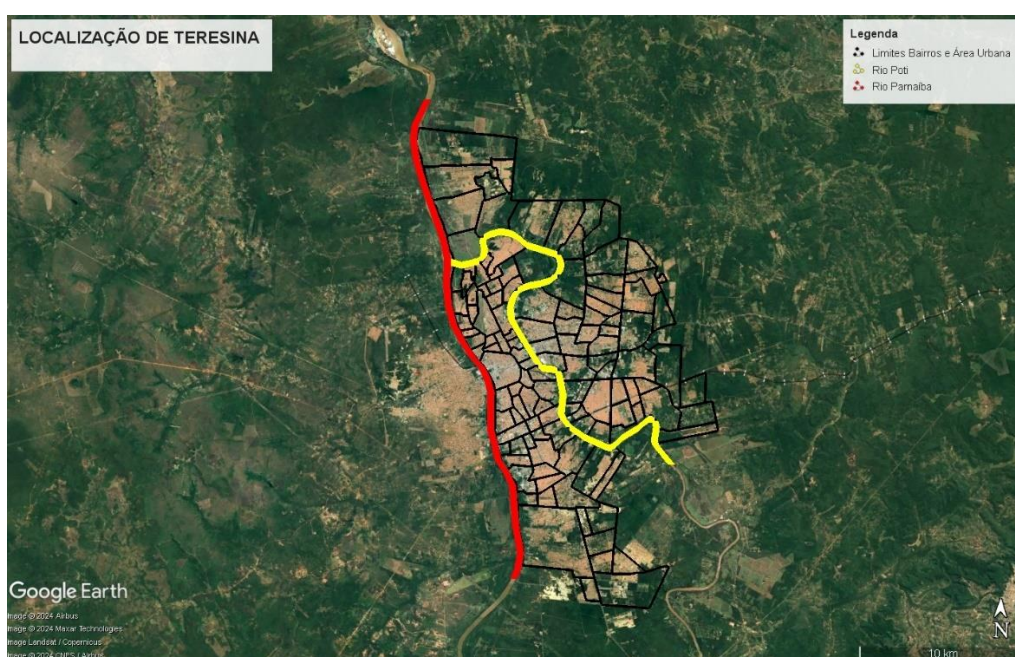
O município de Teresina, capital do estado do Piauí está inserida nesse contexto, durante a década de 1970, os investimentos em infraestrutura e habitação, deram início a uma migração em massa de pessoas que almejavam melhores condições de vida na cidade, vale salientar que esse processo vem causando problemas, pois o número insuficiente de moradias e de infraestrutura empurra a população de baixa renda a ocupar áreas com baixos padrões urbanísticos (Nogueira et al., 2016).

Com o aumento da população, surge à necessidade de projetar o trânsito de veículos, pedestres e animais, bem como o desenvolvimento da circulação e da segurança de ciclistas em consonância com as diretrizes da Política Nacional de Trânsito e do Programa Nacional de Trânsito, que relata que um trânsito em condições seguras, é um direito de todos e dever dos órgãos e entidades componentes do

Sistema Nacional de Trânsito (Lei Nº 9.503, de 23 de Setembro de 1997), dentre outras aplicáveis ao caso.

Teresina está localizada na Mesorregião Centro-Norte Piauiense, de acordo com o IBGE, no último censo realizado em 2022, a população era de 866.300 habitantes e a densidade demográfica era de 622,66 habitantes por quilômetro quadrado. Na comparação com outros municípios do estado, ficava na posição 1 de 224 municípios. A cidade está localizada entre dois grandes rios: o Parnaíba e o Poti, Figura 01.

Figura 01 – Mapa de Localização dos Rios de Teresina-PI



Fonte: Elaborado pelo autor.

Um dos principais problemas que o meio ambiente enfrenta na atualidade, é a degradação, devido as mudanças climáticas, e as questões relacionadas ao aquecimento global e erosão em áreas sustentáveis, fato regularmente discutido pela Organização das Nações Unidas - ONU (Landim et al., 2021).

Para entender a situação atual de uso e ocupação do meio ambiente, não basta atender as condições ambientais hoje, mas analisar sua evolução ao longo das eras geológicas, observando as ações naturais e antrópicas, esse processo antrópico desordenado gera numerosos impactos ambientais, dentro os quais cita o desmatamento de áreas ribeirinhas para implantação de vias rodoviárias (Amorim e Oliveira, 2007).

A construção de infraestrutura viária tem relação direta com o desenvolvimento social e econômico, a construção dessas vias implica em relevantes impactos ambientais, levando a crer que é necessário conseguir um justo equilíbrio entre desenvolvimento econômico, social e construção de vias. Tanto na fase de implantação, quanto na fase de operação, a construção de vias gera impactos negativos, entre os quais as interferências na qualidade da água, assoreamento da rede de drenagem, supressão da vegetação nativa, alteração de habitats, ocorrência de desmatamento (Rezende e Alves Coelho, 2016).

As vias de tráfego são partes indispensáveis na sociedade moderna (LAURANCE, 2014) e mesmo com a ocorrência de impactos negativos, deve-se lembrar de que a construção de vias também possui aspectos positivos, como a facilidade de deslocamento, escoamento de produtos contribuindo para o comércio e o mercado imobiliário, o que implica em melhoria da qualidade de vida das pessoas, mesmo que de forma indireta, o meio ambiente é beneficiado pela promoção do desenvolvimento econômico, potencializando a obtenção de recursos orçamentários pelos órgãos públicos, o mesmo pode ser revestido para a população, através da melhoria da infraestrutura da cidade e execução de medidas de proteção ambiental (Rezende e Alves Coelho, 2016).

A conciliação e compatibilização de um desenvolvimento econômico e social e um meio ambiente ecologicamente equilibrado, como observado no princípio do desenvolvimento sustentável. Reconhecendo a importância da construção de vias, e aceitando que em sua construção ocorrem danos ao meio ambiente, o engenheiro deve buscar meios que minimizem a degradação ambiental através de aspectos preventivos e mitigatórios dos danos ao meio ambiente (Rezende e Alves Coelho, 2016).

Considerando as vulnerabilidades do meio ambiente e as necessidades do desenvolvimento da região, de forma harmônica, a educação ambiental pode contribuir na elaboração dos projetos viários para fins de planejamento regional, envolvendo pesquisadores das mais variadas áreas de conhecimento, aliando dados físicos a dados socioeconômicos em uma perspectiva integrada (Aquino e Valladares, 2013).

Existe atualmente uma preocupação com a ocupação das áreas associadas ao ambiente aquático, visto que uma ocupação de forma irregular pode comprometer a qualidade e quantidade dos recursos hídricos, devido as maneiras de utilização e

poluição por parte dos usuários. Neste caso, sendo necessário um acompanhamento destas ocupações para auxiliar a identificação dos impactos ambientais, a fim de facilitar a tomada de decisão para minimizar os impactos negativos (De Jesus e Do Nascimento, 2021).

O processo de pavimentação asfáltica, está relacionado com a engenharia rodoviária que compreende a gestão pública de transportes, logística e mobilidade urbana, sendo desenvolvido a partir da colaboração entre União, Estados e Municípios. O processo de planejamento e execução dos serviços da pavimentação asfáltica proporciona uma melhoria nos espaços urbanos, contribuindo para qualidade de vida dos usuários (De Oliveira e De Sousa Almeida, 2022).

Vale destacar que a pavimentação asfáltica é feita com materiais derivados do petróleo, que possuem custos bastantes elevados, contudo, geram diversos impactos ao meio ambiente (Catapreta et al., 2016).

5.1 Mobilidade Urbana na Cidade de Teresina-PI

5.1.1 Desafios Atuais da Mobilidade Urbana em Teresina-PI

Um dos principais desafios da mobilidade urbana em Teresina, capital do estado Piauí, é o problema significativo do congestionamento do tráfego em áreas-chave. A rede rodoviária da cidade frequentemente sofre congestionamentos durante os horários de pico, causando atrasos, frustração entre os passageiros e aumento das emissões de carbono provenientes de veículos parados. Este congestionamento não só afeta a eficiência do transporte dentro da cidade, mas também contribui para a poluição do ar e para a diminuição da qualidade de vida geral dos residentes.

Algumas áreas principais onde o congestionamento do tráfego é particularmente pronunciado incluem as principais avenidas de tráfego da cidade, dentre elas citamos a Avenida Henrique Wall de Carvalho, Avenida João XXIII, Avenida Frei Serafim, Avenida Presidente Kennedy e outras, tratar o congestionamento do tráfego nessas áreas críticas é essencial para melhorar a mobilidade urbana e criar um sistema de transporte mais sustentável em Teresina.

A infraestrutura inadequada de transporte público é outro desafio significativo que afeta a mobilidade urbana em Teresina (Rampa, 2024). O sistema de transporte público da cidade enfrenta frequentemente problemas relacionados com a frequência e cobertura, tornando menos atrativo para os residentes a utilização do transporte público como principal meio de transporte.

Os casos de infraestrutura de transporte público inadequada podem manifestar-se de várias maneiras, incluindo: Rotas e horários de ônibus limitados, Ônibus superlotados e com capacidade insuficiente de assentos, Manutenção inadequada de pontos e estações de ônibus. Melhorar a infraestrutura de transporte público em Teresina é crucial para promover a mobilidade sustentável e reduzir a dependência de veículos particulares, aliviando assim o congestionamento do tráfego e melhorando a experiência geral de transporte urbano para os residentes.

A falta de opções de transporte sustentáveis representa um desafio significativo para a mobilidade urbana em Teresina (Em Teresina, 2024). Opções de transporte sustentáveis, como ciclovias, caminhos adequados para pedestres e sistemas de transporte público eficientes, são essenciais para promover modos de transporte ecológicos e saudáveis na cidade.

Alguns fatores-chave que contribuem para a falta de opções de transporte sustentável em Teresina incluem: Negligência das ciclovias existentes, Investimento insuficiente em infraestruturas de transportes públicos, Ênfase em obras rodoviárias em detrimento de iniciativas de transporte sustentável ao priorizar o desenvolvimento e a melhoria de opções de transporte sustentáveis, Teresina pode trabalhar no sentido de criar um sistema de transporte urbano mais habitável, ambientalmente consciente e eficiente, que beneficie a cidade como um todo (Chaves e Santos, 2023).

5.1.2 Iniciativas e Soluções para Melhorar a Mobilidade Urbana

A expansão dos serviços de transporte público desempenha um papel crucial na melhoria da mobilidade urbana na cidade de Teresina (Silva, 2016). O Plano Diretor de Mobilidade Urbana Sustentável de Teresina (PDMUS) enfatiza a integração entre modais privados e serviços de transporte público coletivo como uma iniciativa fundamental para melhorar a acessibilidade e a eficiência do transporte. Apesar de desafios como problemas relatados na qualidade do serviço pelos usuários de ônibus (Teresina, 2024), iniciativas para expandir e melhorar o transporte público podem trazer benefícios significativos, incluindo: Redução do congestionamento do tráfego, Redução das emissões de gases com efeito de estufa, melhorar a acessibilidade geral para os residentes. Os esforços para investir e priorizar o transporte público podem levar a um sistema de transporte urbano mais sustentável e eficiente, beneficiando tanto os residentes como o meio ambiente (Teresina, 2024).

Além da expansão dos serviços de transporte público, a implantação de ciclovias e zonas de pedestres é outra estratégia importante para melhorar a mobilidade urbana em Teresina (Silva e Ávila, 2021). Apesar dos desafios destacados pelos ciclistas, como a sensação de exposição na malha viária da cidade devido à infraestrutura incompleta (Teresina, 2024), a cidade já possui 41,9 km de ciclovias e faixas, acomodando até 3.000 bicicletas por hora (Cunha, 2019).

Investir em infraestruturas cicloviárias não só promove modos de transporte ecológicos, mas também oferece vários benefícios, incluindo: Incentivo à atividade física, reduzir a dependência de veículos motorizados, aumentar a segurança de ciclistas e pedestres. Considerando os custos mais baixos associados à implementação e manutenção de infraestruturas para bicicletas em comparação com outros modos de transporte (PMT, 2015), a priorização das ciclovias pode contribuir significativamente para melhorar a mobilidade urbana e a qualidade de vida geral na cidade.

Além disso, a integração de tecnologia para gestão de tráfego é uma solução fundamental para otimizar o fluxo de veículos, reduzir congestionamentos e melhorar a mobilidade urbana em Teresina (BID e MDR, 2024). Ao aproveitar os avanços tecnológicos, como semáforos inteligentes, sistemas de monitoramento de tráfego em tempo real e análise de dados, a cidade pode alcançar uma gestão de tráfego e planejamento de transporte mais eficientes. Essa integração de tecnologia oferece vários benefícios, incluindo: Melhorar o fluxo de tráfego, Melhorar a segurança rodoviária, Fornecer informações em tempo real aos passageiros. Ao adotar soluções tecnológicas para gestão de tráfego, Teresina pode enfrentar de forma eficaz os desafios da mobilidade urbana, criando um sistema de transporte mais sustentável e fácil de usar para seus moradores.

5.1.3 Perspectivas Futuras da Mobilidade Urbana em Teresina

Em Teresina, estratégias de planejamento urbano sustentável são cruciais para moldar o futuro da mobilidade urbana na cidade. O Plano Diretor de Mobilidade Urbana Sustentável de Teresina (PDMUS) é um instrumento-chave de planejamento desenvolvido através do STRANS, com foco na implementação de estratégias de Desenvolvimento Orientado ao Transporte (PMT, 2024).

Este plano enfatiza a integração de vários modos de transporte, o desenvolvimento de infraestruturas e o planejamento do uso do solo para criar um

sistema de mobilidade urbana mais sustentável e eficiente (Mobilidade, 2024). Ao incorporar princípios de planejamento urbano sustentável, Teresina pode enfrentar os atuais desafios de mobilidade, reduzir o impacto ambiental e melhorar a qualidade de vida geral dos seus residentes (PMT, 2024).

A promoção do transporte não motorizado é um aspecto fundamental para a melhoria da mobilidade urbana em Teresina (PMT, 2024). A Política Nacional de Mobilidade Urbana, alinhada às diretrizes do PDMUS, prioriza as opções de transporte não motorizado em detrimento dos motorizados. Esta ênfase visa reduzir o congestionamento do tráfego, diminuir as emissões de carbono e promover modos de transporte mais saudáveis, como a caminhada e a bicicleta.

Incentivar a utilização de bicicletas como meio de transporte pode oferecer inúmeros benefícios, incluindo a melhoria da qualidade do ar, a redução do ruído do tráfego e o aumento do bem-estar físico dos residentes (Silva e Ávila, 2021). Ao investir em infraestrutura que apoie o transporte não motorizado e criar vias seguras para pedestres e ciclistas, Teresina pode criar um ambiente de mobilidade urbana mais inclusivo e sustentável (Mobilidade, 2024).

O envolvimento e a participação da comunidade desempenham um papel vital na definição do planejamento da mobilidade urbana em Teresina (Sousa et al., 2020). Envolver os residentes, as organizações comunitárias e outras partes interessadas no processo de tomada de decisão pode levar a soluções de mobilidade urbana mais inclusivas e eficazes. A participação ativa da comunidade pode ajudar a identificar as necessidades, preferências e desafios locais relacionados com o transporte, garantindo que as estratégias de mobilidade urbana implementadas respondem às diversas necessidades da população (Sousa et al., 2020). Ao promover uma cultura de colaboração e engajamento, Teresina pode construir um sistema de mobilidade urbana mais sustentável, equitativo e centrado nas pessoas (Tobias et al., 2023).

Concluindo, enfrentar os atuais desafios da mobilidade urbana em Teresina, Piauí, é crucial para o desenvolvimento da cidade e o bem-estar de seus moradores. Ao implementar iniciativas como a expansão dos serviços de transporte público, a criação de ciclovias e zonas para pedestres e a integração de tecnologia para gestão de tráfego, Teresina pode fazer avanços significativos na melhoria da mobilidade urbana. Olhando para o futuro, as perspectivas futuras da cidade em termos de mobilidade urbana são promissoras, com potencial para estratégias de planejamento urbano sustentável, a promoção de transportes não motorizados e um maior

envolvimento da comunidade no planejamento da mobilidade urbana. Ao continuar a priorizar esses esforços, Teresina poderá criar um sistema de mobilidade urbana mais eficiente, acessível e sustentável para seus moradores.

5.2 Meio Ambiente e as ODS

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU representam um esforço global para equilibrar o desenvolvimento humano com a proteção ambiental. A Agenda 2030, que inclui os 17 ODS, foi estabelecida para enfrentar desafios como a erradicação da pobreza, a promoção da saúde e bem-estar, a educação de qualidade, a igualdade de gênero, e a sustentabilidade ambiental (Cruz, 2022).

No contexto ambiental, os ODS visam promover o uso sustentável dos recursos naturais, combater as mudanças climáticas e proteger a biodiversidade. O ODS 13, por exemplo, foca na ação contra a mudança global do clima, incentivando a adoção de medidas urgentes para combater as alterações climáticas e seus impactos (RIBEIRO, 2022). Já o ODS 14 e o ODS 15 tratam da conservação e uso sustentável dos oceanos, mares e recursos marinhos, e da gestão sustentável das florestas, combate à desertificação, e reversão da degradação da terra e perda de biodiversidade, respectivamente (Santos, 2023).

Estudos recentes destacam a importância dos ODS na promoção de novas áreas de colaboração transdisciplinar e internacional em pesquisa sobre sustentabilidade. A implementação dos ODS requer decisões políticas, legislação convergente, instituições fortes, espaços participativos e ações objetivas. No Brasil, o monitoramento das metas dos ODS é realizado por diversas instituições, incluindo a Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (SVS/MS), que trabalha com indicadores específicos para avaliar o progresso (Lavall, 2019).

A urbanização desordenada e o crescimento descontrolado do consumo são desafios significativos que os ODS buscam mitigar, promovendo cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11) e padrões de consumo e produção responsáveis (ODS 12). A integração desses objetivos nas políticas nacionais e locais é crucial para alcançar um desenvolvimento sustentável que beneficie tanto as pessoas quanto o planeta.

5.2.1 A importância da sustentabilidade ambiental para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

A interligação entre a saúde ambiental e o bem-estar humano sublinha o papel crítico da sustentabilidade ambiental na consecução dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (Elias, 2024). Os ODS abrangem uma ampla gama de objetivos destinados a enfrentar os desafios globais relacionados com a erradicação da pobreza, a segurança alimentar, a saúde, a educação, a igualdade de género e a conservação ambiental (Embrapa, 2024). Especificamente, o ODS 3 centra-se em garantir uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, enfatizando a ligação integral entre a saúde humana e os fatores ambientais (ODS, 2024@). Ao proteger o ambiente e promover práticas sustentáveis, as sociedades podem melhorar os resultados de saúde pública, mitigar os riscos ambientais e promover um futuro mais resiliente e equitativo para todos (ODS, 2024@).

A conservação ambiental desempenha um papel fundamental na redução da pobreza e nos esforços de desenvolvimento sustentável (Agenda, 2024). Os ODS destinam-se a erradicar a pobreza, combater as desigualdades e promover o crescimento económico inclusivo através de ações e iniciativas específicas (ODS, 2024@). A sustentabilidade ambiental, incluindo ações como a inversão da deflorestação, a proteção da biodiversidade e a promoção da resiliência dos ecossistemas, é essencial para apoiar os meios de subsistência, garantir a segurança alimentar e reduzir as vulnerabilidades aos choques ambientais (ODS, 2024@). Ao investir na conservação ambiental e na gestão sustentável dos recursos, as comunidades podem aumentar a sua resiliência aos impactos das alterações climáticas e criar caminhos para sair da pobreza.

A resposta às alterações climáticas é fundamental para alcançar os objetivos de desenvolvimento a longo prazo e promover a sustentabilidade ambiental (Carbono, 2024). O ODS 13 centra-se especificamente na ação climática, com o objetivo de reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação aos riscos relacionados com o clima e às catástrofes naturais a nível mundial (ODS 13, 2024). A meta 13.1 do ODS 13 destaca a importância de criar resiliência aos riscos climáticos em todos os países, enfatizando a natureza interligada dos impactos das alterações climáticas e a necessidade de ação coletiva (ODS, 2024@). Ao dar prioridade aos esforços de mitigação e adaptação às alterações climáticas, os países podem salvaguardar os

ecossistemas, proteger as comunidades vulneráveis e avançar para um futuro mais sustentável e resiliente ao clima para as gerações presentes e futuras.

5.3 Educação Ambiental

A educação ambiental é um campo essencial para promover a conscientização e a ação em prol da sustentabilidade. Ela visa capacitar indivíduos e comunidades a compreenderem e enfrentarem os desafios ambientais, promovendo mudanças de comportamento e atitudes que favoreçam a conservação dos recursos naturais e a melhoria da qualidade de vida.

Historicamente, a educação ambiental ganhou destaque na década de 1970, com a Conferência de Estocolmo em 1972, que ressaltou a necessidade de uma educação voltada para o meio ambiente. Desde então, diversos marcos internacionais, como a Conferência de Tbilisi em 1977, têm reforçado a importância da educação ambiental como ferramenta para o desenvolvimento sustentável (Rosa, Kauchakle e Fontana, 2024).

No Brasil, a educação ambiental é regulamentada pela Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), instituída pela Lei nº 9.795/1999. Esta política estabelece diretrizes para a incorporação da educação ambiental em todos os níveis e modalidades de ensino, bem como para a promoção de ações educativas não formais (Gomide, 2018). A PNEA destaca a necessidade de integrar a educação ambiental ao currículo escolar, promovendo uma abordagem interdisciplinar que envolva todas as áreas do conhecimento (Colagrande e Farias, 2021).

A implementação da educação ambiental nas escolas brasileiras enfrenta desafios significativos, como a falta de formação específica para professores e a necessidade de recursos didáticos adequados. No entanto, iniciativas como o Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA) têm buscado superar essas barreiras, oferecendo capacitação e materiais de apoio para educadores (Silva e Santos, 2019).

Estudos recentes indicam que a educação ambiental pode ser mais eficaz quando integrada ao cotidiano escolar e às práticas comunitárias. Por exemplo, projetos de hortas escolares e reciclagem têm mostrado resultados positivos na conscientização dos alunos sobre a importância da sustentabilidade (Gomes, 2023). Além disso, a participação ativa dos estudantes em atividades práticas e projetos de

pesquisa contribui para o desenvolvimento de uma consciência crítica e responsável em relação ao meio ambiente.

A educação ambiental também desempenha um papel crucial na formação de cidadãos capazes de tomar decisões informadas e responsáveis. Ela promove valores como a solidariedade, a justiça social e a equidade, essenciais para a construção de uma sociedade sustentável. A abordagem crítica da educação ambiental incentiva os alunos a questionarem os modelos de desenvolvimento vigentes e a buscarem alternativas mais sustentáveis.

A integração da educação ambiental nas políticas públicas é fundamental para garantir sua efetividade e alcance. A Agenda 2030 da ONU, com seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), destaca a importância da educação ambiental para alcançar metas como a ação climática (ODS 13), a vida na água (ODS 14) e a vida terrestre (ODS 15). A colaboração entre governos, instituições de ensino, ONGs e a sociedade civil é essencial para promover uma educação ambiental abrangente e transformadora.

Em conclusão, a educação ambiental é uma ferramenta poderosa para promover a sustentabilidade e a conscientização ambiental. Apesar dos desafios, iniciativas e políticas públicas têm avançado na integração da educação ambiental nos currículos escolares e nas práticas comunitárias. A formação de cidadãos críticos e responsáveis é essencial para enfrentar os desafios ambientais do século XXI e construir um futuro mais sustentável para todos.

5.4 Educação Ambiental no Brasil

Desde a década de 1970, o Brasil tomou diversas iniciativas para discutir questões ambientais; por exemplo: a criação da Associação Gaúcha de Proteção ao Meio Ambiente Natural - AGAPAN e, em nível federal, da Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA, abrangendo Educação. A SEMA criou um grupo de trabalho para elaborar um documento sobre educação ambiental, definindo seu papel no contexto brasileiro (Palma, 2005).

Na década de 1980, o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA propôs uma resolução estabelecendo diretrizes para a educação ambiental. O Parecer nº 226/87, também aprovado pelo MEC, inclui a educação ambiental nos currículos escolares de primeiro e segundo anos (Palma, 2005).

A Constituição Brasileira de 1988 (Artigo 225, Capítulo VI - Do Meio Ambiente, Seção VI) enfatiza a necessidade de promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e de aumentar a consciência pública sobre a necessidade de proteger o meio ambiente. Para cumprir os dispositivos constitucionais, leis federais, decretos, constituições estaduais e leis municipais estabelecem a obrigatoriedade da educação ambiental (Palma, 2005).

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, onde está localizado o Departamento de Educação Ambiental, e o Fundo Nacional do Meio Ambiente - FNMA, vinculado ao Ministério do Meio Ambiente - MMA, apoiam projetos que incluem a educação ambiental (Palma, 2005).

Na década de 1990, o MEC aprovou o Decreto nº 678 (14/05/91) determinando que todos os cursos dos diferentes níveis de ensino deveriam incluir conteúdos de educação ambiental. Com o objetivo de criar e difundir metodologias em educação ambiental. Também foi aprovado o Programa Nacional de Educação Ambiental - PRONEA e os novos parâmetros curriculares do MEC incluem a educação ambiental como disciplina transversal na grade curricular (Palma, 2005).

No âmbito do Programa Nacional de Educação Ambiental - PRONEA, as ações visam garantir uma interação equilibrada e integração das múltiplas dimensões da sustentabilidade ambiental (ecológica, social, ética, cultural, económica, espacial e política) com o ambiente no domínio da educação, buscando um desenvolvimento nacional, através do envolvimento e a participação social na proteção, restauração e melhoria das condições ambientais e da qualidade de vida.

As diretrizes do programa são:

- Transversalidade e interdisciplinaridade;
- Descentralização do espaço e das instituições;
- Sustentabilidade socioambiental;
- Participação social democrática;
- Melhorar e fortalecer os sistemas de educação, o ambiente e outros sistemas relacionados com a educação ambiental.

O objetivo é promover um processo de educação ambiental que enfoque valores humanísticos, conhecimentos, competências, atitudes e habilidades, contribua para a participação cidadã na construção de uma sociedade sustentável e

incentive processos de formação contínua em educação ambiental formal e informal.

Três componentes são esperados:

1. Formação de gestores e educadores;
2. Realizar atividades educativas;
3. Desenvolver instrumentos e métodos que abranjam sete diretrizes e ações:
 - Educação ambiental através da educação formal;
 - Educação sobre processos de gestão ambiental;
 - Atividades de educação ambiental dirigidas aos utilizadores de recursos naturais;
 - Cooperação com meios de comunicação social e comunicadores sociais;
 - Conexão e integração comunitária;
 - Coordenação intra e interagências;
 - Redes e centros espalhados pelos estados especializados em educação ambiental.

No Brasil, a educação ambiental enfrenta dificuldades na sua implementação. Esta legislação aborda a necessidade da educação ambiental como uma disciplina transversal, mas quase sempre é abordada nas disciplinas de ciências e biologia e é muitas vezes confundida com conteúdo ecológico. A ecologia é uma ciência e a educação ambiental é um processo que visa sensibilizar as pessoas para os problemas ambientais e procurar participar ativamente na defesa e melhoria dos problemas ambientais. A educação ambiental falha, portanto, no seu papel de abordar os valores e o seu impacto nas atitudes e nos comportamentos (Palma, 2005).

Quanto à legislação brasileira sobre educação ambiental, como podemos perceber, ela está bem regulamentada na lei em todas as esferas políticas. Esta legislação demonstra a necessidade de educação ambiental em todos os níveis de ensino e enfatiza a necessidade de as autoridades públicas assumirem esta responsabilidade (Palma, 2005).

5.5 Compreendendo a Percepção Ambiental

A percepção ambiental, conforme definida, abrange o processo pelo qual os indivíduos interpretam e atribuem significado ao ambiente que os rodeia (Percepção

Ambiental, 2024). Esta interpretação envolve não apenas a observação dos aspectos físicos do ambiente, mas também inclui a compreensão subjetiva e as respostas emocionais que os indivíduos têm em relação ao seu entorno. A percepção ambiental é moldada por uma combinação de conhecimentos, experiências, antecedentes culturais e crenças pessoais, que influenciam a forma como os indivíduos interagem e dão sentido ao mundo ao seu redor (Mafrá et al., 2015). Além disso, a percepção ambiental serve como um precursor do sistema que estimula a consciência nos indivíduos, permitindo-lhes desenvolver uma ligação e compreensão mais profundas das suas realidades ambientais (Rodrigues, 2012).

Vários fatores influenciam a percepção ambiental, incluindo influências culturais, experiências pessoais e formação educacional (Pinto, 2019). A cultura desempenha um papel significativo na formação da forma como os indivíduos percebem e interagem com o ambiente, uma vez que diferentes normas e valores culturais podem levar a diversas interpretações e atitudes em relação às questões ambientais. Além disso, experiências pessoais e oportunidades educacionais podem impactar a percepção ambiental de um indivíduo, influenciando sua compreensão da sustentabilidade, conservação e relações ecológicas (Fernandes, 2004). A visão holística da percepção ambiental em áreas como arquitetura e comunicação destaca a importância de considerar o comportamento humano como um produto da percepção e interação ambiental (Fernandes, 2004).

A importância da percepção ambiental nos processos de tomada de decisão não pode ser subestimada. A percepção envolve capturar, selecionar e organizar informações ambientais que, em última análise, influenciam as escolhas que os indivíduos fazem em relação ao seu ambiente e comportamento (Macedo, 2021). Ao compreender como os indivíduos percebem o seu entorno, os tomadores de decisão podem adaptar estratégias e intervenções que se alinhem com os valores, necessidades e preocupações de comunidades ou populações específicas (Marczowski, 2006). Além disso, a percepção da comunidade pode servir como uma ferramenta valiosa para apoiar iniciativas de gestão ambiental, fornecendo conhecimentos que podem orientar práticas e políticas sustentáveis (Rodrigues, 2012). Em última análise, a percepção ambiental oferece informações valiosas que podem informar os processos de tomada de decisão, promover a consciência ambiental e impulsionar mudanças positivas nas atitudes e comportamentos em relação ao ambiente.

5.5.1 O papel da percepção ambiental na formação de atitudes e comportamentos

A percepção ambiental desempenha um papel crucial na formação de atitudes em relação ao meio ambiente (Mafra et al., 2015). Abrange como os indivíduos entendem e interpretam o seu entorno com base em seus conhecimentos e experiências (Almeida, 2021). Essa compreensão é influenciada pelas dimensões sociais e culturais, que medeiam a percepção, avaliação e atitudes de um indivíduo em relação ao meio ambiente. Fatores culturais, como crenças, tradições e valores, têm um grande impacto na forma como as pessoas percebem e interagem com o seu ambiente (Pinto, 2019). Ao estudar a percepção ambiental, os investigadores podem obter informações valiosas sobre as complexas inter-relações entre os seres humanos e a natureza (Zanini et al., 2021). Esta compreensão é essencial para informar iniciativas educacionais e políticas ambientais destinadas a promover comportamentos e atitudes sustentáveis (Mafra et al., 2015).

O impacto da percepção ambiental vai além das atitudes para influenciar comportamentos pró-ambientais (Batista, 2019). As percepções dos indivíduos sobre o ambiente podem moldar as suas ações e escolhas em termos de consumo de recursos, gestão de resíduos e esforços de conservação. Por exemplo, os indivíduos que têm um profundo apreço pela natureza e valorizam a preservação ambiental são mais propensos a adotar comportamentos que reduzam a sua pegada ecológica e apoiem iniciativas de sustentabilidade. Compreender os mecanismos psicológicos subjacentes à percepção ambiental é essencial para promover a mudança de comportamento e promover uma ligação mais profunda entre os indivíduos e o ambiente que os rodeia.

As teorias psicológicas desempenham um papel significativo na explicação de como a percepção ambiental influencia as atitudes e comportamentos em relação ao meio ambiente (Melo, 1991). A psicologia ambiental emergiu como um campo interdisciplinar que integra conceitos da psicologia e da geografia para estudar como os indivíduos percebem, vivenciam e interagem com seu ambiente (Rodrigues, 2012). Os quatro estágios do processo perceptivo, influenciados pela psicologia da Gestalt, fornecem uma estrutura para a compreensão de como os indivíduos processam e interpretam os estímulos ambientais (Neumann, 2018). Ao examinar estas teorias, os investigadores podem obter conhecimentos sobre os processos cognitivos que

moldam a percepção e o comportamento ambiental, contribuindo, em última análise, para o desenvolvimento de estratégias eficazes para promover a consciência ambiental e a sustentabilidade (Niemeyer, 2020).

5.5.2 Estratégias para melhorar a percepção ambiental positiva

Para melhorar a percepção ambiental positiva, uma estratégia eficaz é através de campanhas de educação e sensibilização (EA, 2024). Ao promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e ao aumentar a sensibilização do público para a preservação ambiental, os indivíduos podem desenvolver uma compreensão mais profunda das questões ambientais e da importância dos esforços de conservação (Munhoz, 2024). Os professores desempenham um papel crucial na sensibilização para os problemas ambientais e na promoção de hábitos de conservação entre os alunos (EA, 2024). Estudos que avaliam a percepção ambiental, como um que se concentra em alunos do ensino fundamental, destacam a importância da educação na formação das perspectivas dos indivíduos sobre o meio ambiente (Garlet, 2011) A percepção ambiental, decorrente de conhecimentos e experiências, influencia a forma como os humanos interagem e interpretam o seu entorno (Mafrá et al., 2015). Ao incorporar a educação ambiental nos currículos escolares e realizar campanhas de sensibilização, a sociedade pode trabalhar no sentido de uma percepção mais positiva do ambiente e incentivar comportamentos sustentáveis.

Outra estratégia para melhorar a percepção ambiental positiva é promover experiências diretas com a natureza. A percepção ambiental atua como uma ferramenta para desenvolver a sensibilidade e a consciência ambiental, enfatizando a importância dos encontros em primeira mão com o mundo natural (Redação, 2024). Oferecer oportunidades para que os indivíduos se envolvam com a natureza através de atividades como excursões ao ar livre, observação da vida selvagem e projetos de conservação da natureza pode aprofundar a sua apreciação pelo ambiente. As experiências diretas com a natureza não só promovem um sentimento de ligação ao mundo natural, mas também promovem uma maior compreensão dos ecossistemas e da biodiversidade que contribuem para a saúde ambiental e a sustentabilidade. Ao encorajar interações regulares com a natureza, os indivíduos podem desenvolver uma percepção mais positiva e informada do ambiente, levando a um maior compromisso com os esforços de conservação.

Incentivar escolhas de estilo de vida sustentáveis é outra estratégia fundamental para promover uma percepção ambiental positiva. O desenvolvimento sustentável, que integra o crescimento económico, a conservação ambiental e a responsabilidade social, sublinha a importância da adoção de práticas que minimizem o impacto ambiental e promovam o equilíbrio ecológico a longo prazo (DS, 2024). A vida sustentável vai além do consumo responsável; implica um compromisso com a gestão ambiental e a tomada de decisões éticas (DS, 2024). Ao fazer escolhas conscientes em áreas como utilização de energia, gestão de resíduos, transporte e hábitos de consumo, os indivíduos podem contribuir para a preservação ambiental e apoiar os princípios do desenvolvimento sustentável (DS, 2024). Os estilos de vida sustentáveis não só beneficiam o ambiente, mas também contribuem para o bem-estar geral da sociedade, garantindo a disponibilidade de recursos naturais para as gerações futuras (EA, 2024). Ao encorajar e apoiar escolhas de estilo de vida sustentáveis, as comunidades podem cultivar uma cultura de responsabilidade ambiental e uma percepção ambiental positiva, promovendo uma relação harmoniosa entre os seres humanos e o ambiente.

5.6 Percepção Ambiental no Contexto da Educação Ambiental

Na educação ambiental, as percepções dos alunos são estimuladas a formar cidadãos que possam enfrentar graves problemas sociais e ambientais e que busquem sempre valores morais, culturais e políticos.

Segundo Freire (1992, p.245), é uma inserção socioambiental que dá maior sentido à vida humana porque seu papel é construir uma sociedade melhor, mais justa e com qualidade de vida. A sociedade, que originalmente tinha a responsabilidade de definir “valores”, já não tem mais essa responsabilidade. As pessoas vivem isoladas sem qualquer referência. Hoje, o lucro e o consumismo exagerado dominam mais do que nunca.

De acordo com o Relatório de Desenvolvimento Humano de 2003 do Banco Mundial, o rendimento médio dos 20 países mais ricos é 37 vezes superior ao dos 20 países mais pobres. Apenas 20% da população mundial consome 80% dos recursos, resultando em grande desigualdade. A sociedade esqueceu as suas origens, vive isolada num ambiente completamente construído e perdeu quase completamente a sensibilidade e a responsabilidade pelo ambiente natural. O relatório também afirma que a maioria dos problemas do futuro serão urbanos. Até 2050, haverá 54

megacidades nos países subdesenvolvidos, enquanto os países desenvolvidos terão apenas 5 megacidades.

Às vezes, nosso planeta nos diz algo. Hoje sentimos as consequências de anos de infrações ambientais em nome do progresso. Aprendemos sobre esta destruição através da rádio, televisão, jornais e revistas. Dados do Instituto Socioambiental - Almanaque Brasil Socioambiental (2005, p. 479) indicam que as florestas tropicais estão desaparecendo a uma taxa de 5% por década. Restam menos de 8% da Mata Atlântica; na Caatinga, 10% do solo está em processo de desertificação; mais de um terço da biodiversidade terrestre está espremida em habitats que ocupam apenas 1,4% da superfície terrestre; no último século, cerca de metade de todas as zonas húmidas foram perdidas; 1,3 mil milhões de pessoas vivem em terras frágeis, zonas áridas, encostas, zonas húmidas e florestas. No Brasil, a água da maioria dos rios está poluída. Não são apenas os rios que correm pelas “rotas urbanas” que são prejudicados. Os rios amazônicos estão contaminados com mercúrio proveniente da mineração; outros estão contaminados com resíduos de pesticidas utilizados na agricultura ou de resíduos sanitários, industriais e hospitalares; cerca de 70% de seus cursos de água estão danificados.

Na sociedade moderna, as pessoas acreditam que todos devem satisfazer a dignidade humana, mas este é apenas o sonho de algumas pessoas, porque com a industrialização, as pessoas tornaram-se escravas do sistema, com cada vez mais empregos e cada vez menos recursos de sobrevivência. Como conciliar interesses comerciais e interesses ambientais? O que podemos fazer para educar a sociedade como um todo sobre a necessidade de prestar cuidados nas nossas “casas”?

A organização ambientalista World Wildlife Fund - WWF revelou no seu relatório de 2004 que o mundo já não pode compensar os danos causados ao ambiente. O consumo de recursos naturais já ultrapassa 20% da capacidade anual de regeneração da Terra.

Hoje, devemos investir cada vez mais na educação para que possamos reverter a degradação do nosso planeta. A educação ainda fica em segundo plano em nosso país porque em muitos casos somos ignorados pelas autoridades públicas. Contudo, acreditamos que é possível melhorar a educação e, conseqüentemente, a qualidade de vida da sociedade brasileira.

Quando dizemos que a consciência ambiental deve estar presente em todos os momentos de nossas vidas, estamos dizendo: “Pare, olhe, sinta, ouça...”. Estamos

dizendo que não podemos viver sem harmonia. Isso é compreensão. Quando começamos a perceber, observar e sentir, estamos usando nossa experiência para dar sentido a todas as informações que nosso ambiente nos fornece e começamos a compreendê-las e respeitá-las.

Devido à influência do modelo civilizatório atual, o ser humano se desconectou do ambiente natural. Essa falta de conhecimento e distanciamento determina a dificuldade de perceber suas atitudes ou comportamentos em relação ao meio ambiente. As pessoas não se sentem parte integrante do seu ambiente; portanto, não têm consciência das suas atitudes em relação ao meio ambiente ou, se têm consciência disso, não avaliam as suas consequências.

Segundo Boff (1999, p.74), "A natureza como um todo não impõe regras. Ela aponta tendências e padrões que podem se desenvolver em muitas direções. É responsabilidade do ser humano cultivar essa sensibilidade para que possa captá-las". cuidar e tomar decisões. A natureza não o isenta de decidir e exercer sua liberdade. Só assim ele pode se mostrar um ser moral."

A sociedade chegou a um ponto em que deve fazer uma escolha: ou continuar a desenvolver-se a este ritmo, com a possibilidade iminente de fenômenos devastadores devido ao aumento dos efeitos de estufa, aos buracos na camada de ozono, à desertificação e à destruição dos recursos hídricos. Perda de biodiversidade, pobreza, fome, guerra e desigualdade, ou muda e começa uma nova era de equidade social e desenvolvimento ambientalmente equilibrado. Para muitos pensadores, como Leonardo Boff, caminhamos para esta nova era em que entendemos que não vivemos mais isolados, passamos a viver na terra, onde somos todos um, estamos todos sujeitos ao mesmo condicionamento. Desta forma, talvez compreendamos a importância das nossas ações e do compromisso com a qualidade da nossa casa comum.

Esta nova compreensão da vida, que agora envolve coletivos e não indivíduos, poderá ser uma grande descoberta para a sustentação das formas de vida no nosso planeta. Esta nova visão promoverá inevitavelmente a vida humana, a dignidade e as relações entre si e com a natureza.

Portanto, simplesmente tendo consciência do seu meio ambiente e, portanto, preocupando-se com ele, é possível reverter muitos dos problemas ambientais que existem hoje. Quando pensamos em educação ambiental, estamos olhando para a realidade de toda uma sociedade em que o conhecimento não está mais apenas nas

mãos dos educadores, mas existe na troca de saberes e experiências. Unindo o conhecimento e a experiência de todos, teremos uma educação ambiental, ou “integral” onde todos podem e devem contribuir para o crescimento e compreensão da nossa sociedade. Devemos recompreender o mundo, reconstruir relações e valores e proporcionar novas atitudes em relação à justiça social e ambiental.

Müller (1998) afirma: “A educação ambiental é considerada aquela dimensão do conteúdo e da prática educacional que visa resolver problemas ambientais concretos por meio de uma abordagem interdisciplinar e da participação ativa e responsável de todos na comunidade, caracterizada por: aspectos éticos, socioeconômicos, políticos, dimensões culturais e históricas no processo de ensino”.

Para que este conceito exista verdadeiramente, é necessário que as nossas escolas integrem os conceitos ambientais em todas as áreas do conhecimento. É necessário considerar a liberdade como uma “qualidade de vida” e não apenas como rendimento e riqueza. Esta liberdade envolve oportunidades sociais e facilidades econômicas, bem como liberdades políticas e garante transparência e segurança social. A “qualidade de vida” deve ser vivenciada por pessoas de todas as idades, dentro e fora das escolas, de forma contínua e sempre consistente com as suas realidades sociais, econômicas, culturais, políticas e ecológicas; deve dar às pessoas um sentido de responsabilidade pelos nossos “casa” Uma nova compreensão, uma compreensão alcançada hoje apenas por alguns pensadores do nosso tempo.

Acredita-se que a educação ambiental ajuda as pessoas a aprenderem mais sobre seu meio ambiente e a perceber a necessidade de conservação. Esta nova visão para o ambiente só pode ser alcançada através do conhecimento, compreensão, integração e, acima de tudo, respeito pela natureza.

5.7 Predisposição da Educação Ambiental

No campo da construção da Educação Ambiental, ao avaliar a relação entre educação e meio ambiente, não existe uma educação ambiental única, mas uma variedade de soluções apoiadas em diferentes perspectivas como sociedade, meio ambiente e educação. No Brasil, a primeira tentativa de classificar tendências internas provavelmente foi feita por Sorrentino e Krasilchik (1995), que mostraram que existem quatro tendências:

1. Conservadora;
2. Ao ar livre;

3. Relacionada à gestão ambiental;
4. Economia ecológica.

Dados os diversos exercícios realizados para sistematizar tendências em educação ambiental, neste estudo selecionamos o trabalho de Layrargues e Lima (2011), que propõe três macrotendências como modelos para o ensino político na educação ambiental contemporânea:

1. Aspecto Conservador: Segundo Guimarães (2004), a Educação Ambiental conservadora é o tipo mais comum nas escolas. Em termos gerais, estes são conceitos e práticas ingênuos e/ou errôneos porque não propõem mudanças significativas nos modelos de negócio atuais. Segundo Loureiro (2005, p. 81), os aspectos ecológico-preservacionista estão muito evidentes no discurso ambientalista amplamente expresso.
2. Aspecto Pragmatismo: Esta prática educativa insere-se na lógica metodológica de abordar os problemas ambientais locais de forma pragmática, tornando a reciclagem de resíduos uma atividade última, em vez de tratá-la como um tema gerador que questiona as causas e consequências das questões de resíduos ambientais, nos leva a discutir os aspectos técnicos da reciclagem, contornando questões políticas (Layrargues, 1999, 2002),
3. Aspecto crítico: A Educação Ambiental crítica e transformadora, entendida não como salvação, mas como uma contribuição para pensar sobre ela, é, portanto, uma ferramenta valiosa nas áreas controversas onde a Educação Ambiental conservadora frequentemente se cruza, ao expressar tendências. aspectos político-sociais que dominam o apoio racional. Como salienta Lima (2009), esta tendência realça a natureza estrutural e civilizacional da crise ambiental e a urgência de respostas transformadoras na política e na ética.

Brügger (1993) explicou que a educação conservadora é uma modalidade de formação educacional cujos ensinamentos levam os indivíduos a se adaptarem ao sistema vigente e os levam ao uso racional dos recursos naturais sem qualquer reflexão. A educação ambiental transformadora, emancipatória ou crítica busca a autonomia e a liberdade da sociedade e redefine a relação do homem com as outras espécies e com a terra; ocorre de forma politizada; acredita na participação social e no exercício da cidadania; dá atenção à ciência diversificada e diálogo entre cultura

popular; compreender as ligações entre produção e consumo, lucro, interesses privados e públicos; e buscar mudar valores e práticas sociais em favor do bem-estar social, da equidade e da solidariedade (Loureiro, 2005).

5.8 Educação Ambiental na Engenharia

Zilberman (1997) explica que a ciência ambiental inserida na engenharia se baseia na integração entre uma série de áreas de pesquisa consideradas relevantes, desenvolvidas em torno de temas-chave tais como: perspectiva global, poluição, sustentabilidade, ambiente urbano, valores, moralidade, justiça, etc. À medida que o crescimento urbano e a inovação tecnológica aceleram, a sociedade necessita urgentemente de um campo centrado no estudo e na abordagem dos impactos ambientais locais e globais para satisfazer a procura, transformar a humanidade e, ao mesmo tempo, proteger o ambiente. Dentro da engenharia, utiliza-se uma abordagem multidisciplinar, visto que os impactos ambientais se limitam à área local e podemos dar exemplos: poluição das águas devido ao descarte inadequado de resíduos de mineração, bem como contaminação da flora e fauna aquática; poluição do ar devido à queima de elementos tóxicos; poluição sonora que afeta instalações urbanas; subsidência de terras (o afundamento gradual da superfície terrestre); resíduos radioativos.

Em 2024, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) registrou um aumento significativo no número de cursos relacionados a temas ambientais. No nível de graduação, há aproximadamente 150 cursos focados em áreas como Engenharia Ambiental, Ciências Ambientais e Gestão Ambiental. Nos cursos técnicos, o número é igualmente expressivo, com cerca de 200 programas voltados para a formação técnica em Meio Ambiente, Saneamento Ambiental e Controle Ambiental. Para cursos de educação continuada, que incluem especializações e cursos de extensão, existem mais de 100 opções disponíveis, abrangendo temas como Sustentabilidade, Energias Renováveis e Conservação da Biodiversidade (Brasil, 2024).

Esses dados refletem um crescente interesse e necessidade de formação em áreas que abordam a sustentabilidade e a proteção ambiental, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e às demandas do mercado de trabalho atual.

Tomando como exemplo os profissionais da engenharia ambiental, entende-se que eles têm um impacto importante na sociedade através de seus conhecimentos e campos de atuação abrangentes. Estas mediações podem e devem visar uma educação ambiental que abranja a participação e a mudança social.

Quanto aos diversos cursos com foco na área ambiental, Souza (2011) estudou a inclusão desse tema na grade curricular da área em instituições de ensino superior públicas do estado do Rio de Janeiro, na qual mostra que os problemas ambientais são levantados nos cursos principalmente através de métodos técnicos e biológicos. Vale ressaltar que um curso de graduação da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG reconhece que as questões ambientais e sociais estão necessariamente interligadas, por isso o curso é denominado “Ciências Socioambientais”, esclarecendo sua posição. Outros cursos de ciências ambientais também parecem ter grande potencial para desenvolver habilidades reflexivas e críticas nos alunos, como mostrou Souza (2011) em seu estudo em que analisou temas ambientais em cursos de ciências ambientais em universidades federais do Estado do Rio de Janeiro. Portanto, em sua análise, os resultados são positivos, concordando assim com o conceito de Souza (2016) citado a seguir, uma vez que os problemas ambientais têm maior probabilidade de ocorrer se forem técnicos ou políticos, naturais ou sociais, públicos ou privados, individuais ou coletivos.

Nos cursos de Engenharia, a disciplina de Educação Ambiental apresenta em seu currículo a seguinte fundamentação: "Abordagens teóricas e práticas provenientes de diferentes áreas do conhecimento. Os conceitos ambientais são de natureza social e política, e sua prática deve influenciar os valores sociais". (Brasil, 2020, p. 1).

São frequentes as referências à complexidade dos problemas ambientais e à relevância da cooperação local, nacional e internacional para prevenir a sua ocorrência e tentar voltar a atenção para a sua resolução. Levando-nos a diagnosticar a óbvia importância do desenvolvimento da consciência crítica nos engenheiros.

5.9 Obras de Pavimentação Asfáltica

Obras de pavimentação asfáltica na grande maioria, são obras públicas, que segundo a Controladoria Geral do Estado do Piauí (2014) são definidas como qualquer construção, alteração e fabricação realizada por uma entidade pública,

podendo ser direta se realizada pela própria entidade ou indireta se realizada por serviços contratados através de licitações.

Nos termos da Lei Federal 8.666/93, que dispõe no art. O artigo 37, inciso XXI da Constituição Federal dispõe que todas as obras resultantes de licitação e administração pública deverão atender aos requisitos de fiança e atender aos padrões de custo, qualidade e eficácia. Entre outras legislações, a lei visa garantir que estas obras cumpram as normas com o objetivo de não surgirem problemas que as tornem inferiores às obras realizadas pelo setor privado.

Nogueira (2008) destaca que a esfera pública não exige garantias como a esfera privada, permitindo que vícios e problemas passem despercebidos. Disse ainda que no Brasil a vida útil desses projetos é curta, os responsáveis não são punidos e persistem novas obras defeituosas.

Barros Filho e Rivelini (2016), diz que o Código Civil de 2002 enfatiza que as construtoras precisam realizar suas obras, sejam elas públicas ou privadas, no prazo de cinco anos e que as empreiteiras devem garantir a solidez e segurança por cinco anos. No entanto, as autoridades públicas têm negligenciado a responsabilização das empresas de construção pela satisfação destas necessidades e pela execução de obras competentes, resultando em má execução e deficiências construtivas e de gestão. Por isso, buscam soluções inadequadas na tentativa de restabelecer as obras através dos serviços de emergência.

Gusmão (2008) afirma que para garantir o sucesso de uma obra, é fundamental um planejamento adequado as suas diversas fases. No caso de obras públicas, o planejamento deve ser realizado de acordo com a legislação. Ressalta ainda que o cumprimento da legislação garante a qualidade na execução das obras, resultando em um trabalho eficiente e evitando desperdícios e problemas futuros. O descumprimento das normas legais, por sua vez, pode gerar prejuízos significativos e em muitos casos pode levar à paralisação das obras, acarretando diversos inconvenientes como penalidades legais que podem levar anos para serem resolvidas, impossibilitando a implantação da obra. Para ele, o planejamento inadequado resultou em enormes prejuízos para o país, resultando em preços exorbitantes para obras que não atendiam aos padrões estabelecidos no início do projeto e custos altíssimos que ultrapassavam os padrões de qualidade previstos.

Segundo Barros Filho e Rivelini (2016), tanto obras públicas como obras privadas podem apresentar defeitos construtivos que prejudicam a qualidade do

projeto. No Brasil, essas histórias há muito enfrentam uma série de conflitos e problemas que afetam sua qualidade. Esses problemas incluem fraude em licitações, uso de materiais de qualidade inferior, defeitos de construção, preços excessivos, serviços não pagos, obras suspensas ou incompletas e impactos ambientais não mitigados. A má qualidade dessas obras é um dos maiores desafios do setor público, pois resulta em baixa durabilidade e oferece riscos à população. Na execução, que é de responsabilidade dos entes públicos, são utilizados diversos materiais, procedimentos construtivos e mão de obra pouco qualificada. Portanto, sabe-se que a qualidade das obras públicas não pode ser alcançada sem um planejamento adequado e uma fiscalização rigorosa.

Diante do exposto acima, o que venha a ser uma obra de pavimentação asfáltica? Segundo o Manual de Pavimentação do DNIT (2006) descreve o pavimento como uma superestrutura constituída por múltiplas camadas de espessura dimensionadas de acordo com normas técnicas de pavimentação, construída sobre uma estrutura ou superfície de base teoricamente infinita denominada subleito.

Moura (2011) diz que um pavimento “é uma estrutura composta por múltiplas camadas de diferentes materiais, responsável pela necessidade de resistir a cargas repetitivas e fluidas e, além dos efeitos do ambiente, também recebe cargas verticais e as transmite para o subleito”.

Medina e Motta (2005) refinaram a definição de pavimento, especificando os objetivos históricos da pavimentação de ruas e estradas, que incluem melhorar estradas de terra, minimizar os efeitos nocivos da hidráulica e evitar a liberação de pó de pedra. Torne-os mais eficientes.

De acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), os pavimentos são classificados em flexíveis, semi-rígidos e rígidos. Os pavimentos flexíveis é onde todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob uma carga aplicada, de modo que a carga é distribuída em partes aproximadamente iguais entre as camadas. Exemplos típicos: Pavimentos constituídos por base de brita (cascalho graduado, macadame) ou base de brita recoberta por camada asfáltica (DNIT, 2006). Os pavimentos semi-rígidos são caracterizados por uma camada de base cimentada por algum adesivo com propriedades cimentícias, por exemplo, solo cimentício coberto por uma camada asfáltica” (DNIT, 2006). Os pavimentos rígidos é aqueles em que o revestimento é altamente rígido em relação à camada subjacente e, portanto, absorve

quase todas as tensões geradas pela carga aplicada. Exemplo típico: Pavimento em laje de concreto de cimento Portland (DNIT, 2006).

Segundo o DNIT (2006), a estrutura do pavimento é composta por camada de subleito, camada de reforço de subleito, camada de sub-base, camada de base e revestimento final.

Segundo o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), subleito é a superfície de base do pavimento. A Portaria Normativa DNIT 138/2010, diz que o reforço de subleito é definido como sendo a camada de estabilização granulométrica, realizada sobre um subleito devidamente compactado e regular, é utilizada quando há necessidade de redução de elevada espessura da sub-base devido à baixa capacidade de suporte do subleito (DNIT, 2010). Com relação a camada de sub-base, a Portaria Normativa DNIT 139/2010 o define como sendo uma camada pavimentada complementar à camada de base e com a mesma função, realizada sobre o subleito ou no reforço do subleito, devidamente compactada e regularizada (DNIT, 2010). A portaria normativa DNIT 141/2010 define a base como sendo a camada projetada para resistir às forças verticais geradas pelos veículos, distribuindo-as adequadamente à camada subjacente, executada sobre uma sub-base, subleito ou reforço de subleito regularizado e compactado (DNIT, 2010). Por fim, o Manual de Pavimentação do DNIT (2006) define revestimento como uma camada o mais impermeável possível, que fica diretamente exposta à ação de rolamento de um veículo e é projetada para melhorar seu conforto, segurança e resistência ao desgaste.

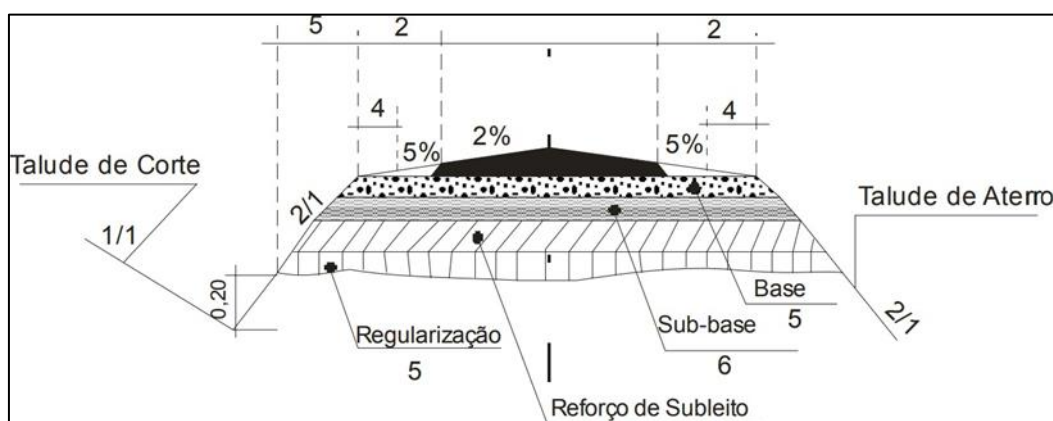
O tipo de revestimento mais utilizado no Brasil é o flexível, sendo este o objeto desse estudo, esse revestimento também é chamado de revestimento asfáltico, segundo Bernucci et al. (2008), a principal função da camada superior é suportar diretamente as cargas de tráfego, distribuindo-as de forma mais suave para a camada inferior. Além disso, desempenha um papel vital na impermeabilização de superfícies rodoviárias, ajudando a melhorar as condições de condução, o conforto e a segurança. É uma mistura de materiais asfálticos e agregados e pode ser aplicado de duas formas: mistura ou penetração.

Segundo o DNIT (2006), na aplicação por mistura o agregado é previamente misturado com uma composição betuminosa e é empregado como base ou camada de revestimento em pavimentos. Esse procedimento pode ser feito usinas fixas (pré-misturados propriamente ditos) ou na pista (pré-misturados na pista - road mixes). Para a aplicação por penetração, o DNIT (2006) divide em penetração invertida e

direta. Na invertida, os revestimentos são colocados por meio de uma ou mais aplicações do material betuminoso antes da aplicação da camada de agregados. Para a direta, após a dispersão e compactação dos agregados, procede-se à aplicação do material betuminoso.

A Figura 02, apresenta um uma seção transversal tipo de uma obra de pavimentação asfáltica, detalhando suas camadas constituintes.

Figura 02 – Seção Tipo Transversal de Pavimentação Asfáltica



Fonte: Manual de Pavimentação DNIT (2006).

6. METODOLOGIA

A presente pesquisa começa com a delimitação do objeto de estudo, seguindo para uma revisão bibliográfica, através do método de abordagem.

O método de abordagem caracteriza-se por uma abordagem mais ampla, em nível de abstração mais elevado, dos fenômenos da natureza e da sociedade. É, portanto, denominado método abordagem. Ele engloba:

- a) Método Indutivo: a aproximação dos fenômenos caminha geralmente para planos cada vez mais abrangentes, indo das constatações mais particulares às leis e teorias (conexão ascendente).
- b) Método dedutivo: parte de teorias e leis para predizer a ocorrência dos fenômenos particulares (conexão descendente).
- c) Método hipotético-dedutivo: inicia-se pela percepção de uma lacuna nos conhecimentos sobre a qual formula hipóteses e, pelo processo de interferência dedutiva, testa a predição da ocorrência de fenômenos abrangidos pela hipótese.
- d) Método dialético: penetra o mundo dos fenômenos através de sua ação recíproca, da contradição inerente ao fenômeno e dialética que ocorre na natureza e na sociedade (LAKATOS, 2017).

Em seguida será realizado a pesquisa e análise dos dados.

6.1. Delimitação do Objeto de Estudo

Para esta pesquisa, foi escolhido Profissionais formados no Curso de Engenharia Civil e Engenharia de Agrimensura, atuantes em obras de pavimentação asfáltica na cidade de Teresina. A escolha desse perfil se deve ao fato de termos como objetivo a análise da percepção ambiental de engenheiros atuantes em obras de pavimentação asfáltica.

Visando atender o objeto de identificar a percepção ambiental dos engenheiros em obras de pavimentação asfáltica na zona urbana de Teresina-PI, delimitou-se as Obras de Pavimentação Asfáltica na zona urbana de Teresina-PI, a escolha baseia-se em selecionar obras dentro do perímetro urbano, que obtenham o maior número de impactos ambientais, e sejam obras de grande importância para o desenvolvimento da cidade. Neste contexto foi delimitado para esse estudo, o Prolongamento da Avenida Cajuína, Implantação da Avenida Marginal Poti Sul e Duplicação do trecho urbano da BR-343.

A escolha dessas obras, se concretiza também por estarem em diferentes fases, Planejamento, Executado e Em Execução, o que é crucial para entender os impactos ambientais por várias razões:

- **Avaliação de Riscos:** No planejamento, é possível prever e mitigar os riscos ambientais antes que a obra comece. Isso ajuda a evitar danos irreparáveis.
- **Monitoramento Contínuo:** Durante a execução, é fundamental monitorar os impactos em tempo real. Isso permite ajustes imediatos nas práticas de construção para minimizar os efeitos negativos.
- **Responsabilidade e Compliance:** Obras executadas devem seguir normas ambientais. Identificar cada fase ajuda a garantir que as obrigações legais e regulamentares sejam cumpridas.
- **Feedback e Aprendizado:** Analisar projetos já executados oferece insights sobre o que funcionou ou não, informando futuras iniciativas e promovendo práticas mais sustentáveis.
- **Engajamento da Comunidade:** O envolvimento da comunidade é mais eficaz quando se compreende o ciclo completo do projeto, permitindo que preocupações sejam abordadas desde o início.

Essas etapas ajudam a garantir que o desenvolvimento seja sustentável e respeite o meio ambiente.

Nas figuras a seguir, o trecho marcado de verde corresponde ao executado, o trecho marcado de azul corresponde em planejamento e o trecho marcado de amarelo corresponde em execução.

Figura 03 – Obra 01: Prolongamento da Avenida Cajuína



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 04 – Obra 02: Implantação da Avenida Marginal Poti Sul



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 05 – Obra 03: Duplicação do trecho urbano da BR-343



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nessa etapa, através da delimitação da área das obras em estudo por imagens de satélite, foram realizadas visitas “in loco”, na qual foram mapeadas as áreas degradadas e áreas de proteção ambiental, e por fim, identificação dos impactos ambientais gerados pela pavimentação asfáltica.

6.2. Revisão Bibliográfica, Pesquisa e Análise de Dados

A revisão bibliográfica foi realizada com a utilização de livros, artigos, revistas, informações online presente em bancos de dados como SciELO, Google Acadêmico, Periódicos da Capes, sendo uma etapa importante para o desenvolvimento da fundamentação teórica.

A pesquisa documental concentrou-se no levantamento dos estudos de EIA/RIMA, do projeto executivo das obras selecionadas, e da legislação ambiental, tendo em consideração a Lei Federal nº 6.938/1981 que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente e cria o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), na qual orienta sobre a avaliação de impactos ambientais. A outra foi a Resolução CONAMA nº 001/1986 que define critérios para a apresentação de Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), que são essenciais para

obras que possam causar significativos impactos. Leva-se também, a Lei Estadual nº 6.580/2014 que regulamenta a política ambiental no estado do Piauí, estabelecendo diretrizes para o licenciamento ambiental, o Código de Obras e Edificações do Município de Teresina que contém as disposições específicas sobre a execução de obras e suas implicações ambientais e por fim o Licenciamento Ambiental fornecido pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMAM) que é a responsável pelo licenciamento ambiental em Teresina, onde os projetos devem ser submetidos para análise, tendo como objetivo avaliar se os mesmos obedecem a legislação ambiental. Outro ponto nessa fase, é a identificação do currículo dos profissionais que aceitar participar dessa pesquisa, de forma que possibilite, identificar o conhecimento Ambiental de cada engenheiro.

A pesquisa de campo consiste como sendo a identificação das áreas degradadas pela implantação/melhoria de vias urbanas, realizando uma comparação entre a teoria e prática, no que rege a educação ambiental na engenharia, identificando os impactos ambientais gerados pela execução de pavimentação asfáltica. Nessa etapa, foi aplicado questionários a engenheiros, visando identificar a percepção ambiental desses profissionais.

Dentro da etapa de pesquisa de campo, foi realizado visita técnica em cada uma das obras selecionadas para esse estudo, durante a visita, foi feito uma identificação e classificação dos impactos ambientais ocasionados pela execução das obras de pavimentação asfáltica, a identificação foi feita através de observações in loco, e a classificação feita através da análise da legislação ambiental relacionada anteriormente.

A análise de dados foi realizado de duas formas distintas:

- Primeira Análise: Inferência Estatística, classificação dos impactos ambientais levantados de acordo com a legislação ambiental;
- Segunda Análise: Análise de Conteúdo, proposta por Bardin (2009), em seguida uma explicação da origem do impacto gerado, através da percepção ambiental dos engenheiros executores de pavimentação asfáltica.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1 ARTIGO 1: IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS NAS OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

RESUMO

Pavimentação Asfáltica são obras que objetivam melhorar a trafegabilidade, interligando uma localidade a outra, sendo formadas por pistas com duas ou mais faixas de rolamento para cada sentido. Os impactos causados por obras de pavimentação asfáltica ocorrem em todas as fases, passando por Projeto, Implantação e Operação. Em todas essas fases, um gerenciamento irregular, origina entraves ambientais. Nesse contexto compatibilizar o processo de pavimentação asfáltica com a conservação ambiental, minimiza a degradação ambiental. Estes fatos justificam esta pesquisa, que tem como objetivo a identificação dos impactos ambientais em obras de pavimentação asfáltica. Os métodos utilizados são observacionais, sistemáticos e indiretos, com levantamento de dados documentais de três obras de pavimentação asfáltica na zona urbana de Teresina-PI. Os impactos ambientais identificados foram classificados em três fases: Fase 0: Preliminar (Planejamento/Projeto); Fase 1: Implantação e Fase 2: Operação da Via Asfáltica. A execução de qualquer obra afetará o meio ambiente. No caso da implantação de vias asfálticas, os danos ambientais são inevitáveis devido à grande área de interferência ocupada pela execução de obras de infraestrutura viária. No caso dos solos, a supressão da vegetação, a compactação, a erosão, o deslizamento e a contaminação são os impactos de maior destaque entre os autores que discutem o tema.

Palavras-chave: Impactos Ambientais. Obras. Pavimentação.

ABSTRACT

Asphalt Paving are works that aim to improve trafficability, connecting one location to another, consisting of lanes with two or more lanes for each direction. The impacts caused by asphalt paving works occur in all phases, including Design, Implementation and Operation. In all these phases, irregular management creates environmental obstacles. In this context, making the asphalt paving process compatible with environmental conservation minimizes environmental degradation. These facts justify this research, which aims to identify the environmental impacts of asphalt paving works. The methods used are observational, systematic and indirect, with collection of documentary data from three asphalt paving works in the urban area of Teresina-PI. The identified environmental impacts were classified into three phases: Phase 0: Preliminary (Planning/Project); Phase 1: Implementation and Phase 2: Operation of the Asphalt Road. The execution of any work will affect the environment. In the case of the implementation of asphalt roads, environmental damage is inevitable due to the large area of interference occupied by the execution of road infrastructure works. In the case of soils, the suppression of vegetation, compaction, erosion, landslides and contamination are the most prominent impacts among authors who discuss the topic..

Keywords: Environmental Impacts. Works. Paving.

INTRODUÇÃO

Pavimentação Asfáltica são obras que objetivam melhorar a trafegabilidade, interligando uma localidade a outra, sendo formadas por pistas com duas ou mais faixas de rolamento para cada sentido. Tais obras geram impactos ambientais que começaram a ser discutidos a nível nacional na década de 80, época marcada por discussões voltadas as questões ambientais, levando a um alinhamento dessas questões com as questões sociais e econômicas (Da Conceição et al, 2024).

Neste contexto, o primeiro mecanismo legal relativo à avaliação Impacto Ambiental Brasileiro (AIA): Lei de Zoneamento Industrial para Áreas Severamente Poluídas, nº 6.803:1980. Posteriormente, a Resolução CONAMA 001:1986 estabeleceu a necessidade de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para emissão de licenças para empreendimentos que possam causar poluição, inclusive rodovias (ARAÚJO et al., 2011).

Na mesma década, o artigo 223, inciso I da Constituição Federal de 1988 estabelece que as autoridades públicas precisam estudar antecipadamente os impactos ambientais e a primeira constituição previam o estudo obrigatório nesta área. No Brasil, as avaliações de impacto ambiental são cruciais para a implantação de rodovias, para avaliar os danos que o projeto pode causar ao meio ambiente e para providenciar o monitoramento das obras quando concluídas (Rodrigues; Listo., 2016).

Portanto, existe um risco potencial de agressão ao meio ambiente, em qualquer obra e, inclusive, da estrada desde o início das obras de supressão de vegetação. Por outro lado, representa um indicador de desenvolvimento numa área específica, pelo que as pessoas passaram a ter acesso a ela, para além de outros equipamentos de infra-estruturas, aumento de transportes e comunicações, conectando cidades e estados (Omena; Santos, 2008).

É importante avaliar os possíveis impactos com execução de tais obras. Quanto aos obstáculos criados neste processo, se não forem devidamente considerados, os potenciais problemas ambientais gerados por tais equipamentos podem produzir danos físicos, biológicos e antrópicos irreversíveis. Neste contexto, insere-se o papel da AIA – Avaliação de Impacto Ambiental, que desempenha um papel especial no processo de gestão desses empreendimentos de forma preventiva, propondo medidas para mitigar possíveis impactos ambientais (Araujo et al., 2011).

Os sistemas de transporte rodoviário têm um impacto significativo na alteração do fluxo natural de água (Santos e Santos, 2013). Ao construir rodovias, as características do relevo e dos cursos de água superficiais são modificadas, resultando em um fluxo de água que pode ser direcionado de maneira não natural (De Azevedo Rocha, 2022). A concentração de águas pluviais, especialmente durante chuvas torrenciais que superam a capacidade dos sistemas de drenagem, pode causar inundações e alterar drasticamente o comportamento dos cursos de água (Siniza, 2024). Essa mudança no fluxo pode levar a consequências sérias, incluindo a interrupção de habitats aquáticos e a alteração do ecossistema natural que depende do padrão original de fluxo da água.

Além da alteração do fluxo, os sistemas de transporte rodoviário também têm um impacto direto na qualidade da água e nos ecossistemas locais (Almeida, 2020). A manipulação dos rios e das redes de drenagem pode ocorrer por meio da poluição e da degradação, resultando no assoreamento do fundo dos cursos de água (Degradação, 2024). Os sistemas de transporte, se mal projetados ou mal planejados, podem facilitar o transporte de poluentes para os cursos d'água, reduzindo a qualidade da água e prejudicando a fauna e a flora aquáticas (Bandeira e Floriano, 2024). A contaminação da água pode afetar não apenas os organismos aquáticos, mas também as comunidades humanas que dependem desses recursos hídricos para abastecimento e biodiversidade.

O aumento da erosão e da sedimentação nos cursos de água é outro efeito negativo dos sistemas de transporte rodoviário. A construção de estradas muitas vezes resulta em áreas de solo expostas e em mudanças na cobertura do solo, o que pode aumentar a vulnerabilidade à erosão. Quando a água flui rapidamente devido a sistemas de drenagem inadequados, ela pode corroer margens de rios e córregos, aumentando a sedimentação em áreas a jusante (Siniza, 2024). Essa sedimentação não afeta apenas a qualidade da água, mas também a saúde do ecossistema aquático, resultando em uma diminuição da biodiversidade e em alterações nas comunidades biológicas que habitam esses ambientes (Bandeira e Floriano, 2024).

Os impactos causados por obras de pavimentação asfáltica ocorrem em todas as fases, passando por Projeto, Implantação e Operação. Em todas essas fases, um gerenciamento irregular, origina entraves ambientais. Nesse contexto compatibilizar o processo de pavimentação asfáltica com a conservação ambiental, minimiza a

degradação ambiental. Estes fatos justificam esta pesquisa, que tem como objetivo a identificação dos impactos ambientais em obras de pavimentação asfáltica.

REFERENCIAL TEÓRICO

A necessidade de pavimentar vias urbanas tem se intensificado com o passar dos anos no Brasil, devido ao modal rodoviário ser o principal meio de transporte de pessoas e bens (CNT, 2023), assim, a pavimentação asfáltica é um importante processo atrelado ao setor de infraestrutura de transportes, que impacta diretamente o desenvolvimento de uma região.

A atividade de pavimentação é uma etapa que requer grande custo e depende de materiais específicos para sua realização, para que o processo de pavimentação asfáltica ocorra de maneira eficaz, com utilização dos materiais adequados, com menor tempo de execução e redução no custo da obra, é necessário que ocorra a identificação, ensaios de laboratório e estudo das jazidas locais, visando a utilização de recursos disponíveis na área de execução da interferência (Barea, 2013).

A implantação de uma pavimentação, consiste em um processo formado por camadas dimensionadas em função de dados fornecidos pelo estudo de tráfego, estudo geológico-geotécnico e caracterização dos materiais (Solanki e Zaman, 2017).

As técnicas de pavimentação foram evoluindo com o tempo, na atualidade, admite-se que o pavimento seja formado por cinco camadas básicas que é o revestimento, base, sub-base, reforço do subleito e regularização do subleito (Faleiros, 2005). A camada superficial do pavimento, muitas vezes referida como camada de desgaste, desempenha um papel crucial no fornecimento de uma superfície lisa e durável para veículos e pedestres (Mendes, 2024). Essa camada é normalmente composta de asfalto ou concreto, projetada para suportar cargas de tráfego e ao mesmo tempo oferecer características como resistência à derrapagem e flexibilidade (Pavimentação, 2024). A camada superficial não apenas protege as camadas subjacentes de elementos ambientais como água e luz solar, mas também dissipa as tensões geradas pelo tráfego, garantindo uma vida útil mais longa para a estrutura do pavimento (PA, 2024). Os principais componentes da camada superficial incluem:

- Materiais agregados para resistência e durabilidade;
- Ligante asfáltico para coesão e flexibilidade;
- Aditivos para melhorar as características de desempenho.

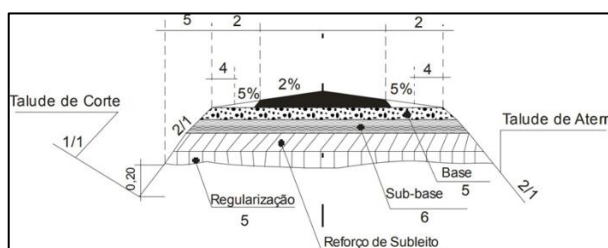
Esses componentes trabalham juntos para criar uma superfície de pavimento que atenda aos requisitos operacionais e de segurança.

Abaixo da camada superficial encontra-se a camada de base, que é essencial para manter a integridade estrutural do pavimento (Brasil, 2005). Esta camada serve de base, proporcionando suporte adicional e capacidade de carga ao sistema de pavimento (Betume, 2024). A camada de base é normalmente composta por materiais granulares, como brita ou cascalho, que são compactados para criar uma base forte e estável (Brasil, 2006). A sua importância não pode ser exagerada, pois ajuda a distribuir uniformemente as cargas do tráfego pela estrutura do pavimento, evitando deformações e falhas estruturais. Além disso, a camada base contribui para a durabilidade global do pavimento, garantindo a sua longevidade face ao desgaste constante do tráfego de veículos.

A camada de sub-base desempenha um papel crítico tanto na drenagem quanto na estabilidade da estrutura do pavimento (Brasil, 2006). Posicionada abaixo da camada de base, a sub-base é normalmente feita de materiais mais grossos que facilitam a drenagem adequada da água, evitando assim o acúmulo de umidade que pode levar à erosão e ao enfraquecimento do pavimento (QING, 2024). Além disso, a camada de sub-base reforça a estabilidade global do pavimento, atuando como um amortecedor entre a camada de base e o subleito, que consiste no solo nativo (Adminbrita, 2024). A drenagem eficaz é vital, pois minimiza o risco de danos relacionados com a água, como fissuras e empenamentos, ao mesmo tempo que garante que o pavimento mantém a sua integridade estrutural ao longo do tempo. As principais funções da camada sub-base incluem:

- Promover a drenagem para proteger contra o acúmulo de água;
- Fornece distribuição de carga adicional para evitar deformação;
- Melhorar a estabilidade geral da estrutura do pavimento.

Figura 02 – Seção Tipo Transversal de Pavimentação Asfáltica



Fonte: Manual de Pavimentação DNIT (2006).

Segundo o manual de pavimentação do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) – Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR) 719 (2006), os pavimentos são classificados em flexíveis, semi-rígidos e rígidos. O pavimento flexível consiste como sendo aquele em que todas as camadas recebem ações do tráfego, sendo distribuídas em parcelas equivalentes. O pavimento semi-rígido consiste como uma base cimentada, revestida por uma camada asfáltica. O pavimento rígido consiste como sendo aquele em que o revestimento possui uma elevada rigidez, absorvendo praticamente todas as tensões impostas pelo tráfego.

METODOLOGIA

Os métodos utilizados são observacionais, sistemáticos e indiretos, com levantamento de dados documentais de três obras de pavimentação asfáltica na zona urbana de Teresina-PI. Revisões sistemáticas são usadas para responder perguntas específicas e usar métodos para identificar, selecionar e avaliar criticamente as características e sequência da literatura selecionada, identificando e analisando os dados apresentados nesse estudo (Souza; Silva; Carvalho, 2010). A base desse estudo é a implantação de projetos de pavimentação asfáltica na zona urbana de Teresina-PI e seus impactos no meio ambiente.

O objeto desse artigo é identificar os impactos ambientais em obras de pavimentação asfáltica, para isso, delimitou-se as Obras de Pavimentação Asfáltica na zona urbana de Teresina-PI, a escolha baseia-se em selecionar obras dentro do perímetro urbano, que obtenham o maior número de impactos ambientais, e sejam obras de grande importância para o desenvolvimento da cidade. Neste contexto foi delimitado para esse estudo, o Prolongamento da Avenida Cajuína, Implantação da Avenida Marginal Poti Sul e Duplicação do trecho urbano da BR-343.

A escolha dessas obras, se concretiza também por estarem em diferentes fases, Planejamento, Executado e Em Execução, o que é crucial para entender os impactos ambientais por várias razões:

- Avaliação de Riscos: No planejamento, é possível prever e mitigar os riscos ambientais antes que a obra comece. Isso ajuda a evitar danos irreparáveis.
- Monitoramento Contínuo: Durante a execução, é fundamental monitorar os impactos em tempo real. Isso permite ajustes imediatos nas práticas de construção para minimizar os efeitos negativos.

- Responsabilidade e Compliance: Obras executadas devem seguir normas ambientais. Identificar cada fase ajuda a garantir que as obrigações legais e regulamentares sejam cumpridas.
- Feedback e Aprendizado: Analisar projetos já executados oferece insights sobre o que funcionou ou não, informando futuras iniciativas e promovendo práticas mais sustentáveis.
- Engajamento da Comunidade: O envolvimento da comunidade é mais eficaz quando se compreende o ciclo completo do projeto, permitindo que preocupações sejam abordadas desde o início.

Essas etapas ajudam a garantir que o desenvolvimento seja sustentável e respeite o meio ambiente.

Nas figuras a seguir, o trecho marcado de verde corresponde ao executado, o trecho marcado de azul corresponde em planejamento e o trecho marcado de amarelo corresponde em execução.

Figura 03 – Obra 01: Prolongamento da Avenida Cajuína



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 04 – Obra 02: Implantação da Avenida Marginal Poti Sul



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 05 – Obra 03: Duplicação do trecho urbano da BR-343



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nessa etapa, através da delimitação da área das obras em estudo por imagens de satélite, foram realizadas visitas “in loco”, na qual foram mapeadas as áreas

degradadas e áreas de proteção ambiental, e por fim, identificação dos impactos ambientais gerados pela pavimentação asfáltica.

A pesquisa documental concentrou-se no levantamento dos estudos de EIA/RIMA, do projeto executivo das obras selecionadas, e da legislação ambiental, tendo em consideração a Lei Federal nº 6.938/1981 que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente e cria o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), na qual orienta sobre a avaliação de impactos ambientais. A outra foi a Resolução CONAMA nº 001/1986 que define critérios para a apresentação de Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), que são essenciais para obras que possam causar significativos impactos. Leva-se também, a Lei Estadual nº 6.580/2014 que regulamenta a política ambiental no estado do Piauí, estabelecendo diretrizes para o licenciamento ambiental, o Código de Obras e Edificações do Município de Teresina que contém as disposições específicas sobre a execução de obras e suas implicações ambientais e por fim o Licenciamento Ambiental fornecido pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMAM) que é a responsável pelo licenciamento ambiental em Teresina, onde os projetos devem ser submetidos para análise, tendo como objetivo avaliar se os mesmos obedecem a legislação ambiental..

A pesquisa de campo consiste como sendo a identificação das áreas degradadas pela implantação/melhoria de vias urbanas, realizando uma comparação entre a teoria e prática, no que rege a educação ambiental na engenharia, identificando os impactos ambientais gerados pela execução de pavimentação asfáltica.

Dentro da etapa de pesquisa de campo, foi realizado visita técnica em cada uma das obras selecionadas para esse estudo, durante a visita, foi feita uma identificação e classificação dos impactos ambientais ocasionados pela execução das obras de pavimentação asfáltica, a identificação foi feita através de observações in loco, e a classificação feita através da análise da legislação ambiental relacionada anteriormente.

A análise de dados foi realizado de duas formas distintas:

- Primeira Análise: Inferência Estatística, classificação dos impactos ambientais levantados de acordo com a legislação ambiental;
- Segunda Análise: Análise de Conteúdo, proposta por Bardin (2009), em seguida uma explicação da origem do impacto gerado, através da percepção ambiental dos engenheiros executores de pavimentação asfáltica.

RESULTADOS E DISCUÇÕES

No processo de identificação dos impactos ambientais ocasionados por Obras de Pavimentação Asfáltica, foram realizadas visitas in loco nas obras do Prolongamento da Avenida Cajuína, Implantação da Avenida Marginal Poti Sul e Duplicação do trecho urbano da BR-343, vale destacar que as três obras possuem trechos executados, trechos em obras e trechos em planejamento de execução.

Caracterização das Obras

Obra 01: Prolongamento da Avenida Cajuína

Localização: Teresina-PI

Objetivo: Nova rota de acesso para a zona sudeste da cidade.

Trecho: Início na Avenida dos Ipês / Final na Avenida São Francisco.

Extensão: 4,00 km

Pavimento: Concreto Betuminoso Usinado a Quente – Pavimento Asfáltico.

Obra 02: Implantação da Avenida Marginal Poti Sul

Localização: Teresina-PI

Objetivo: Nova rota de acesso para a zona sul da cidade.

Trecho: Início na Avenida Marechal Castelo Branco / Final no Polo Empresarial Sul.

Extensão: 21,70 km

Pavimento: Concreto Betuminoso Usinado a Quente – Pavimento Asfáltico.

Obra 03: Duplicação do trecho urbano da BR-343

Localização: Teresina-PI

Objetivo: Adequação, Duplicação, Melhoramento e Restauração do Contorno Rodoviário de Teresina na Rodovia BR-343/PI

Trecho: Início na Avenida João XXIII / Final na Ponte sobre o Rio Poti.

Extensão: 7,20 km

Pavimento: Concreto Betuminoso Usinado a Quente – Pavimento Asfáltico.

As três obras possuem impactos ambientais e características executivas semelhantes, portanto os impactos foram classificados em três fases:

- Fase 0: Preliminar (Planejamento/Projeto);
- Fase 1: Implantação;

- Fase 2: Operação da Via Asfáltica.

Legislação Incidente para Identificação dos Impactos Ambientais

Para identificação e classificação dos impactos ambientais é de fundamental importância verificar a legislação federal, estadual e municipal, por diversas razões, entre elas por conta da abrangência Legal, pois cada nível de legislação pode abordar diferentes aspectos e abrangências dos impactos ambientais. A legislação federal pode estabelecer normas gerais, enquanto as estaduais e municipais podem trazer especificidades locais. Outro ponto é a conformidade, dessa forma garantir que um projeto esteja em conformidade com todas as leis aplicáveis, considerando as exigências de todos os níveis. Isso evita problemas legais futuros e possíveis sanções.

Deve também levar em conta, as diretrizes Específicas, fornecidas pelas leis estaduais e municipais que podem incluir a realidade local, considerando características ambientais, sociais e econômicas da região que podem não ser abordadas em legislações mais amplas. O licenciamento ambiental, que muitas vezes envolve requisitos que variam conforme a esfera de governo. Conhecer todas as legislações é essencial para um licenciamento adequado.

Destaca-se que a Participação da Comunidade, embasada pela: legislação local frequentemente envolve mecanismos de participação pública, permitindo que a comunidade se envolva na discussão sobre os impactos ambientais. Por fim, a integração das Políticas, onde a análise das três esferas ajuda a garantir que as políticas ambientais sejam integradas e coerentes, promovendo uma abordagem mais eficaz na gestão ambiental.

A seguir apresenta-se a legislação utilizada para identificação dos impactos ambientais.

Legislação Federal

- Resolução CONAMA nº 001, de 16 de março de 1988, regulamenta o cadastro técnico Federal de atividades e instrumento de defesa ambiental;
- Resolução CONAMA nº 010, de 14 de setembro de 1989, estabelece mecanismos de controle de emissão de gases de escapamentos por veículos equipados com motor do ciclo diesel;
- Resolução CONAMA nº 002, de 08 de março de 1990, institui o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora;

- Resolução CONAMA nº008, de 06 de dezembro de 1990, estabelece os limites máximos de poluentes no ar, previstos no PRONAR.
- Resolução CONAMA 005, de 15 de junho de 1989, que institui o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar.
- Lei Complementar nº 140 de 08 de dezembro de 2011 -Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981.
- Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997, dispõe sobre a definição de licenciamento ambiental e revoga os dispositivos da Resolução CONAMA nº 001 de 23 de janeiro de 1986;
- Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.
- Resolução nº 303/2002 – Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites da Área de Preservação Permanente.
- Resolução CONAMA nº 369/2006, Art. 1º. que define os casos excepcionais em que o órgão ambiental competente pode autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente para a implantação de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social, ou para a realização de ações considera das eventuais e de baixo impacto ambiental.
- Resolução do CONAMA nº 371/06 que estabelece diretrizes aos órgãos ambientais para o cálculo, cobrança, aplicação, aprovação e controle de gastos de recursos advindos de compensação ambiental.
- Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC e dá outras providências.

- Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamento o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei 7.990, de 28 de dezembro de 1989;
- Lei nº 9.984, de 17 de junho de 2000, dispõe sobre a criação da Agência Nacional das Águas – ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
- Lei nº 9.605, de 13 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente;
- Decreto nº 6.514 de 22 de julho de 2008 - Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências.

Legislação Estadual

- Lei nº 4.060, de 09 de dezembro de 1986 - criação da Curadoria Especial do Meio Ambiente, no âmbito da Procuradoria Geral da Justiça.
- Lei nº 4.797, de 24 de outubro de 1995 - criação da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos com a finalidade de desenvolver a política ambiental estadual.
- Lei nº 4.854, em 10 de julho de 1996 - que dispõe sobre a política de meio ambiente, no Estado do Piauí, além de dar outras providências.
- Lei nº 5.165 de 17 de agosto de 2000 - que dispõe sobre a política estadual de recursos hídricos, institui o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências.
- Decreto nº 8.925, de 04 de junho de 1993 – regulamentando o Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Piauí – CERH/PI, no uso das competências que lhe são conferidas pela Lei nº. 5.165, de 17 de agosto de 2000, especialmente no seu art. 40; pelo Decreto nº. 10.880, de 24 de setembro de 2002, especialmente no seu art. 2º; pelo Decreto nº. 11.341, de 22 de março de 2004, especialmente no § 1º do art. 9º e no § 1º do art. 10.
- Por sua vez, a Constituição do Estado do Piauí, no seu Capítulo VII – Do Meio Ambiente, destaca;

Artigo 237 – Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial a sadia qualidade de vida impondo-se ao Poder Público e à Coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo e harmonizá-lo, racionalmente, com as necessidades do desenvolvimento socioeconômico para as presentes e futuras gerações.

Parágrafo 1º - Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

IV – Exigir na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de Impacto Ambiental, a que se dará publicidade.

Parágrafo 7º - São áreas de preservação permanente:

V - Os carnaubais, babaçuais, pequizais e buritizais;

Parágrafo 8º - As aroeiras, faveiras, paus d'arco e cedros terão proteção especial do Poder Público.

Legislação Municipal

- Lei Complementar nº 1.940, de 16.08.88, que “Institui o Código Municipal de Posturas e dá outras providências”. (CÓDIGO DE POSTURAS).
- Lei Nº 1942 de 16.08.88, que dispõe sobre o tombamento e preservação do patrimônio cultural, histórico, artístico e paisagístico, localizado no território do município de Teresina.
- Lei Nº 2.475 de 04.07.96, que “Dispõe sobre a política de proteção, conservação, recuperação e desenvolvimento do meio ambiente, e dá outras providências”. (POLÍTICA DE MEIO AMBIENTE).
- Decreto Municipal nº 2.195 de 08/01/93, que cria o Parque Municipal da Floresta Fóssil do Rio Poti.
- Decreto Municipal nº 2.704 de 17/08/94, que delimita a área do Parque Municipal da Floresta Fóssil do Rio Poti.
- Decreto nº 7.444, de 31 de outubro de 2007, que dá nova redação ao art. 1º do Decreto nº 2.195/93 delimitando nova área do parque.
- Lei Municipal nº 1.937 de 16/08/88, que dispõe sobre o uso do solo urbano.
- Lei Municipal nº 1.939 de 16/08/99, que dispõe sobre a criação da zona de proteção ambiental.

- Lei Municipal nº 4.515 de 09/11/92, que dispõe sobre a proteção do patrimônio Cultural do Piauí.

Identificação dos Impactos Ambientais por Fase

Na Fase 0 Preliminar (Planejamento/Projeto) da Obra de Pavimentação Asfáltica, tem-se os seguintes impactos Ambientais:

- Geração de dados sobre a natureza da mobilidade do trânsito da área de influência de cada via asfáltica.

Geração de dados sobre a natureza da mobilidade do trânsito da área de influência de cada via asfáltica, consiste como sendo a construção de dados sobre a mobilidade urbana de cada região, principalmente no que se trata sobre a mobilidade do trânsito, tanto na área de influência como nos acessos. A fim de prever a massa de veículos que possam vir a transitar por cada via asfáltica.

Na Fase 1 de implantação e Fase 2 Operação da Obra de Pavimentação Asfáltica, tem-se os seguintes impactos Ambientais:

- Geração de emprego e renda através da criação de postos de trabalho;
- Alteração da estrutura do solo;
- Geração de ruídos e vibrações;
- Alteração da qualidade do ar;
- Degradação das áreas exploradas;
- Alteração topográfica e mudança na paisagem;
- Instabilização de terrenos e taludes;
- Geração de sedimentos e assoreamento;
- Alteração da rede de drenagem;
- Geração e/ou aceleração de processos erosivos;
- Contaminação do solo e água por substâncias poluentes orgânicas e inorgânicas transportadas;
- Poluição da água por disposição inadequada de resíduos sólidos;
- Alteração no desenvolvimento das atividades minerárias;
- Risco de alteração no patrimônio arqueológico, cultural e ambiental;
- Alteração nos habitats e hábitos da fauna;

- Supressão da vegetação nativa;
- Alteração no cotidiano da população da área de influência;
- Acidentes com trabalhadores da obra;
- Acidentes decorrentes da operação do empreendimento;
- Incremento da arrecadação tributária da cidade;
- Geração de expectativas.

Geração de emprego e renda através da criação de postos de trabalho, por intermédio da implantação de cada via asfáltica serão criados empregos diretos e indiretos, de mão-de-obra especializada, semiespecializada e não especializada. Os empregos se farão necessários durante toda a fase de construção da nova via e de seus acessos.

Alteração da estrutura do solo, na Fase 1 de implantação das obras asfálticas, ocorre a movimentação de veículos pesados e demais equipamentos, que procederão a remoção da cobertura vegetal com a limpeza do terreno, a escavações e cortes de grandes espessuras, movimentos de terra, pavimentações, etc. Durante o período de obras, os locais de acampamentos e de estacionamentos de máquinas, constituem-se em áreas onde haverá a degradação do terreno. Estes locais deverão receber proteção adequada e atividades de recuperação após o término dos serviços, Fase 2 de operação.

Geração de ruídos e vibrações, na Fase 1 de implantação de cada obra asfáltica implica na utilização de máquinas e equipamentos geradores de ruídos, particularmente na movimentação de terra (escavadeiras, pá carregadeiras, motoniveladoras, caminhões e outros), fundações, obras civis (betoneiras, vibradores). A geração de ruídos por parte de tais equipamentos é variável de acordo com a fase evolutiva de cada obra, apresentando nesta fase caráter temporário. Já na Fase 2 de operação das vias asfálticas e de seus acessos concluídos, haverá uma alteração significativa nos níveis normais da área. Nesta fase o aumento do fluxo de veículos, com a liberação do tráfego, será responsável pelo aumento da emissão de ruídos, cujo impacto será sentido principalmente pelas populações que habitam em zonas mais próximas, apresentando característica de temporalidade permanente.

Alteração da qualidade do ar, na Fase 1 de implantação, ocorre o aumento dos níveis de poeira em suspensão, resultante do processo de movimentação de terra

devido aos serviços de terraplanagem. Também deve ser considerado o lançamento de material particulado e gases resultante do funcionamento de motores a óleo diesel das máquinas e caminhões utilizados na ampliação dos trechos e construção da avenida e de seus acessos.

O transporte de material para terraplanagem constitui um impacto de natureza adversa, pois poderá causar transtornos para a população que reside nas adjacências e até mesmo poluir as águas e os solos da região. Tendo forte probabilidade de ocorrência, considerando-se o grande volume de material a ser transportado, afetando as áreas de influência direta e indireta, especialmente porque muitos locais de empréstimo situam-se longe do trecho de obras. Este impacto surgirá imediatamente após o início das obras e ocorrerá somente durante o período de implantação do empreendimento, com possibilidades de reversão de seus efeitos.

Na Fase 2 de operação da via asfáltica, permanece alterado devido o nível da qualidade do ar, visto a emissão de particulados no ar pela queima de combustíveis fósseis oriundos dos motores dos veículos que circularão pelas novas vias. Destaca-se que poderão ocorrer mínimas alterações térmicas, pelo aumento de superfícies impermeabilizadas pelo pavimento asfáltico, contudo, tais alterações poderão não ser sentidas, tendo em vista que o empreendimento será implantado em locais já bastante modificados, sobretudo, do uso solo, e ainda por conta do clima da região que já apresenta características de altas temperaturas durante o ano todo.

Degradação das áreas exploradas, na Fase 1 de implantação dessas vias asfálticas será necessária a aquisição e utilização de materiais para a construção das obras de infraestrutura viária. Tais materiais, como os agregados podem ser encontrados e explorados em área de empréstimos que se não recuperadas causam danos ao meio ambiente, principalmente sobre o meio físico.

A exploração de materiais de construção tem causado perdas ambientais consideráveis, tanto por sua condição predatória, como pelo desperdício e, ainda, pela falta permanente de recuperação das áreas das escavações. Estas atividades costumam exigir o desmatamento e a remoção do solo orgânico de extensas áreas, tornando-as inaptas a qualquer uso quando não se tomam medidas visando sua recuperação. As cavas resultantes tornam-se lagos que, se não drenados, tem as mesmas consequências daqueles criados pelas caixas de empréstimos.

Alteração topográfica e mudança na paisagem, nas comunidades locais, a alteração da paisagem decorrente da implantação das vias asfálticas e de seus novos

acessos pode ser considerada positiva, se for vista como evidência do desenvolvimento para a cidade de Teresina-PI. Para avaliação ambiental, a descaracterização de paisagens naturais é considerada de natureza negativa. As atividades que poderão afetar de modo significativo a geomorfologia na área são a remoção da cobertura vegetal, remoção e armazenamento do solo.

Outra significativa mudança de paisagem sem dúvida é a própria via, gerando um impacto positivo do ponto de vista estético. A mudança na paisagem apresenta efeitos que podem ser sentidos tanto na Fase 1 de implantação, quanto na Fase 2 de operação do empreendimento. A alteração topográfica, resultará das cavidades realizadas para a aquisição de materiais de empréstimo, necessários para a substituição de solos moles e construção de aterros. Por sua vez, as escavações necessárias para a substituição de material do subleito, irão gerar sedimentos a serem dispostos em áreas de bota-fora.

A alteração topográfica é um impacto adverso, pois resultará em passivos, ambientais, como cavidades e áreas de disposição de entulhos, contudo, correrá apenas na Fase 1 de implantação. Mediante projeto específico, esses locais deverão ser objeto de recuperação, sendo de responsabilidade da empresa responsável pelas obras. O impacto de modificações no relevo é de ocorrência certa, a ser deflagrado na área de influência direta de cada empreendimento. Esse impacto será permanente e de caráter irreversível. Entretanto, as áreas de obtenção de material de empréstimo e de bota fora, bem como as utilizadas para canteiros de obras, constituem locais onde há possibilidade de retorno das condições originais, pois são passíveis de reafeiçoamento do terreno e de revegetação.

Instabilização de terrenos e taludes, os adensamentos e recalques podem ocorrer nos segmentos onde foram identificadas grandes espessuras de camada de solo orgânico. Estes impactos podem surgir após a implantação das obras, quando se intensificará a movimentação de veículos, especialmente os de carga pesada. As áreas de taludes próximas as vias asfálticas, quando sujeitas a percolação de água superficial, podem instabilizar-se, o que resultaria em erosões e escorregamentos. Este impacto adverso pode ocorrer tanto no período de Fase 1 de implantação das obras quanto na Fase 2 de operação dos trechos das vias ampliadas. Estes impactos serão restritos à área de implantação do empreendimento e com certeza de ocorrência, caso não sejam tomadas medidas de controle.

Geração de sedimentos e assoreamento, a geração de sedimentos e o assoreamento de corpos hídricos são processos sempre presentes em empreendimentos que envolvam serviços de movimentação de terra, desde que não sejam adotadas medidas destinadas à sua contenção. Estes processos são resultantes da ação erosiva da água da chuva sobre o solo nu ou desagregado.

As principais consequências destes processos correspondem à geração e carreamento de sedimentos ao interior dos corpos d'água transpostos pelo empreendimento, bem como dos dispositivos e obras de arte destinadas à drenagem do corpo estradal. A intensidade deste impacto é condicionada pelo regime de chuvas no local da obra, pela quantidade do material mobilizado, e pelo tipo de solo e declividade natural do terreno, além, conforme já exposto, da efetividade das medidas preventivas adotadas.

O incremento na carga sedimentar provoca o aumento da turbidez e a concentração de sólidos suspensos e sedimentáveis, além de reduzir os níveis de transparência das águas. Com isso, ficam prejudicadas as comunidades aquáticas. Sobre os dispositivos de drenagem dos trechos, o acúmulo de sedimentos acarreta o seu precoce desgaste, ocasionando o rompimento de tubulações, bueiros, aterros, etc. Apesar de adverso, este impacto provavelmente terá fraca magnitude, em função do relevo predominante no local das obras, com baixas declividades, que não favorece o surgimento de fluxos hídricos concentrados e de alta energia. Podem ser contornados mediante a adoção de procedimentos de proteção do solo e drenagem das áreas submetidas à escavação. A abrangência está restrita ao local das obras, bem como às áreas de empréstimos e jazidas, ocorrendo de maneira mais intensa durante a Fase 1 de implantação do empreendimento.

Alteração da rede de drenagem, na Fase 1 de implantação pode ser necessária a drenagem da água do rio para a execução de aterros e/ou obras de artes ou ainda para a construção das estruturas de fundação. Esta variação pode ocasionar influência na fauna aquática e na vegetação do entorno do curso d'água. Ainda pode ser ocasionado o carreamento de solo e o assoreamento de pontos devido à abertura dos drenos e canais de desvio. A geração de taludes de cortes e aterros provocará alterações no escoamento superficial das águas, tanto na velocidade como na concentração de fluxos de escoamento das águas superficiais. Essas alterações poderão ocorrer nas áreas onde esses taludes de cortes e aterros serão mais extensos, devido à interceptação de maior número de micro talvegues e respectivos

direcionamentos a sistemas de drenagem superficial. Pode-se destacar ainda que na Fase 2 de operação de cada via asfáltica, os sistemas de drenagem deficientes tem sido sempre os maiores causadores de problemas para a conservação de rodovias sejam elas de pequeno ou grande porte, afetando as propriedades lindeiras e gerando problemas para a população. O controle dos impactos negativos derivados dependerá da elaboração e fiscalização da execução do projeto e o atendimento as recomendações dos Programas Ambientais.

Geração e/ou aceleração de processos erosivos, quando da Fase 1 de implantação do empreendimento, o desmatamento, por menor que seja, e a terraplanagem, onde for necessária, poderá dar início ou acelerar processos erosivos em curso, seja do tipo laminar, moderado ou forte, seja em sulcos, que poderão evoluir para ravinamentos de escoamento superficial concentrado, alterando a estabilidade de possíveis encostas existentes, caso não sejam adotadas medidas preventivas e corretivas durante a fase de implantação do empreendimento. Esse impacto poderá contribuir para o assoreamento do rio Poti, visto que as Obras do Prolongamento da Avenida Cajuína e a Implantação da Avenida Marginal Poti Sul, margeiam o Rio Poti.

Contaminação do solo e água por substâncias poluentes orgânicas e inorgânicas transportadas, a geração de sedimentos e o assoreamento de corpos hídricos são processos sempre presentes em empreendimentos que envolvam serviços de movimentação de terras, desde que não sejam adotadas medidas destinadas à sua contenção. Estes processos são resultantes da ação erosiva da água da chuva sobre o solo nu ou desagregado. As principais consequências destes processos correspondem à geração e carreamento de sedimentos ao interior dos corpos d'água existentes nas proximidades do empreendimento, bem como dos dispositivos e obras de arte destinadas à drenagem do corpo estradal.

Na Fase 2 de operação pode haver interferências na qualidade da água superficial, em caso acidentes com transporte de produtos perigosos, que podem atingir o corpo d'água, no caso o Rio Poti, se não adotadas as medidas de contenção do produto necessárias. Alterações nas águas subterrâneas poderiam ocorrer em caso de contaminação do solo por produtos químicos, como óleos lubrificantes, graxas e derramamento de combustível durante a operação de maquinários e equipamentos, isso durante a construção da via. Na operação da via as águas subterrâneas podem ser afetadas em decorrência de acidentes com produtos químicos perigosos transportadas pela via, sobretudo, em decorrência das características do solo da área.

Poluição da água por disposição inadequada de Resíduos Sólidos, durante a Fase 1 de implantação, a concentração de pessoal junto ao canteiro de obras é geradora de resíduos sólidos. Os rejeitos da construção civil também são considerados como resíduos sólidos e, caso não sejam dispostos em local adequado, são potencialmente poluidores dos recursos hídricos.

Na Fase 1 de implantação os resíduos sólidos serão constituídos principalmente por sobras de materiais de construção (areia, brita, cimento), entulhos dos diversos tipos de serviços, concretos, madeiras, embalagens de produtos, além de resíduos provenientes das demolições das estruturas existentes nos locais onde haverá terraplenagem e construções. Os aspectos referentes ao lixo gerado pelo pessoal da obra serão equacionados através da implantação de coleta seletiva no canteiro, para posterior reciclagem e/ou encaminhamento ao serviço de limpeza urbana. Esses resíduos serão recolhidos em caçambas apropriadas. Cabe ressaltar que os trabalhos de coleta seletiva para reciclagem ocorrerão no início das obras.

Alteração no desenvolvimento das atividades minerárias, na Fase 1 de implantação do empreendimento será necessária a aquisição e utilização de materiais para a construção das obras de infraestrutura viária. Tais materiais, como os agregados podem ser encontrados e explorados em área de empréstimos que se não recuperadas causam danos ao meio ambiente, principalmente sobre o meio físico. Estas atividades costumam exigir o desmatamento e a remoção do solo orgânico de extensas áreas, tornando-as inaptas a qualquer uso quando não se tomam medidas visando sua recuperação.

Risco de alteração no patrimônio arqueológico, cultural e ambiental, Com a implantação da avenida marginal poti sul, deverá haver intervenções na área de influência do Parque Municipal Floresta Fóssil, uma unidade de conservação municipal criada pelo Decreto N° 2.195/93, com delimitação definida pelo Decreto N° 7.444/07. De acordo com esse Decreto, a área do Parque compreende cerca de 71.406,93 m² e perímetro de 1.777, 53 metros, tendo como limites ao norte: Rio Poti; ao sul: a avenida Higino Cunha; ao leste o Rio Poti e ao oeste: a Av. Barão de Castelo Branco. A área foi tombada pelo Instituto do Patrimônio Artístico e Nacional – IPHAN, através da Portaria nº 109 de 2010. O empreendimento também atingirá parte das formações das matas ciliares do Rio Poti, que apesar de já se encontrarem bastante alteradas, ainda mantêm uma boa diversidade da flora componente dessa vegetação.

A Legislação aplicável em relação à supressão de vegetação necessária a implantação de vias nas margens do Rio Poti é a Resolução CONAMA nº 369/2006, Art. 1º. que define os casos excepcionais em que o órgão ambiental competente pode autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente para a implantação de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social, ou para a realização de ações considera das eventuais e de baixo impacto ambiental. Dessa forma o desenvolvimento das obras ao provocar alterações no terreno poderá resultar em interferência em ambientes de sítios arqueológicos ali presentes. A alteração e/ou destruição do patrimônio arqueológico presente na área do empreendimento provocará a perda de informações importantes para o conhecimento da Memória Nacional.

Alteração nos habitats e hábitos da fauna, quanto à fauna, o local de implantação das obras já faz parte de uma área totalmente antropizada, localizada em bairros de grande contingente populacional da cidade e com fluxo ativo de veículos e pessoas, fato que sugere que parte da fauna local já busca abrigo em locais mais resguardados na região. Conforme informado no diagnóstico ambiental elaborado para as vias asfálticas em estudo, a fauna terrestre local é composta de pequenos animais do grupo dos reptéis, aves e mamíferos. As espécies animais que costumam habitar estas áreas, geralmente apresentam maior potencial biótico, ou seja, são capazes de exercer nichos mais diversificados, sendo também comuns em áreas alteradas.

Supressão da vegetação nativa, conforme o diagnóstico ambiental feito para o fator vegetação das vias asfálticas em estudo, o trecho a ser implantada a nova via se dará em área já antropizada e constituída de vegetação forte presença de indivíduos de médio porte e de alguns de grande porte, bem como de vegetação rasteira. A remoção de biomassa vegetal, que inclui o corte de algumas árvores de várias espécies, é um impacto que provocará alterações locais na composição, estrutura e dinâmica da comunidade e caracteriza-se como um impacto permanente, incidente na ADA. Considerando o trecho a ser implantada a vias que margeiam o Rio Poti, deverão ser suprimidos aproximadamente 6,2 hectares de vegetação as quais deverão apresentar diâmetro menor ou igual a 15 cm. Contudo, deverão ser preservadas a faixa de vegetação da APP considerada para o Rio Poti, que é de 100 metros.

Alteração no cotidiano da população da área de influência, este impacto está relacionado a situações provocadas tanto pelo processo construtivo, quanto na fase

de operação do empreendimento. Na Fase 1 de implantação da via e dos seus acessos ocorrerão atividades que podem causar desconforto para os moradores nas áreas marginais. A geração de ruídos e poeira nas proximidades de áreas habitadas ou de trabalho, a presença de trabalhadores, a intensificação do trânsito, a presença de equipamentos pesados, descartes e deposição de materiais, são algumas das situações que afetam diretamente o cotidiano da população. Na Fase 2 de operação as alterações serão em sua maioria de caráter positivo, visto que a nova via se traduz em mais uma alternativa viária para a população da cidade. Porém, ainda que insignificante, apresenta o aumento do risco de acidentes como ponto negativo, durante a operação da nova via.

Acidentes com trabalhadores da obra, durante toda a Fase 1 de implantação do empreendimento, a dinâmica dos trabalhos de preparação do terreno (escavações e terraplenagem) e as obras propriamente ditas (operação de equipamentos, pavimentação, obras de arte e serviços gerais determinarão o aumento da possibilidade de ocorrência de acidentes de trabalho com pessoas (operários), veículos e máquinas. Nessa fase (construção/implantação) ocorrerá uma mobilização e deslocamento de máquinas e veículos, os trabalhadores terão contato direto com materiais que, se não manuseados corretamente, poderão causar acidentes e até a morte, bem como problemas de saúde, como problemas respiratórios devido a emissão de poeiras e fuligem. A possibilidade de ocorrência de acidentes trabalho pode ainda ser favorecida por turnos mais longos de atividade, como também na execução de serviços de alto risco. Porém, com o final das obras o nível de acidentes tenderá a decrescer.

Acidentes decorrentes da operação do empreendimento, de outra forma, na Fase 2 de operação de cada via e de seus acessos tenderá a acarretar uma intensificação no tráfego, podendo ocasionar problemas como o aumento de acidentes com pedestres e com veículos. Na operação, os riscos maiores são as travessias de populações lindeiras e os possíveis acidentes envolvendo cargas perigosas.

Incremento da arrecadação tributária da cidade, a contratação de mão-de-obra, serviços, aquisição de materiais e equipamentos relacionados direta ou indiretamente ao empreendimento, trará significativo incremento ao processo de arrecadação de tributos na região dos bairros beneficiados durante as fases de construção e de operação do empreendimento. No que se refere à operação da nova via e de seus

acessos, pode-se mencionar o efeito multiplicador das receitas advindas de tributos relativos à possibilidade de atração de novas atividades, tendo em vista que haverá considerável melhoria de tráfego, beneficiando, principalmente, as regiões sul, leste e sudeste de Teresina.

Geração de expectativas, é comum que a construção de empreendimentos como esse atraia a atenção das populações afetadas, criando um clima de inquietação e ansiedade nas comunidades locais. Geralmente são dúvidas sobre os impactos que o empreendimento acarretará a região, quais implicações trarão para a vida dos habitantes, e quais os benefícios da sua utilização.

Caracterização dos Impactos Ambientais

Os impactos ambientais identificados serão caracterizados levando em consideração os seguintes conceitos e parâmetros:

- **Caráter:** Classificação em Benéfico ou Adverso para a sociedade, observando os impactos positivos são aqueles em que trazem benefícios ambientais a área de influência e os negativos como sendo aqueles que depreciam a qualidade ambiental da área em análise;
- **Probabilidade:** Classificação em Muito Provável, Provável, Pouco Provável ou Não Provável, observando a frequência da ocorrência em obras de pavimentação asfáltica em geral, para sua definição utilizou-se da experiência da equipe técnica em obras de pavimentação asfáltica.
- **Reversibilidade:** Classificação em Reversível ou Irreversível, os efeitos gerados pelo impacto, sabendo-se que o Reversível é aquele impacto permanente ou temporário, negativo ou positivo, que pode ser revertido durante a operação do empreendimento ou após a sua desmobilização, e o Irreversível é aquele que, depois de cessado o empreendimento, os seus efeitos diretos ou indiretos continuam. Também é atribuído àquele impacto que, embora haja condições técnicas para sua reversibilidade, na prática é pouco provável que ela venha a acontecer.
- **Duração:** Classificação do impacto ambiental em questão de temporário ou permanente. O Impacto temporário: quando o efeito (impacto ambiental) tem duração determinada; e o Impacto permanente: quando, uma vez executada a atividade transformadora, o efeito não cessa de se manifestar num horizonte temporal conhecido.
- **Magnitude:** Classificação em Alta, Média ou Baixa, os efeitos gerados pelo impacto.

No Quadro 01 são apresentados a caracterização dos impactos ambientais identificados nas obras de pavimentação asfáltica.

Quadro 01 – Caracterização dos Impactos Ambientais

CARACTERIZAÇÃO DOS IMPACTO AMBIENTAIS					
IDENTIFICAÇÃO	ATRIBUTOS	DETALHAMENTO	FASE		
			0	1	2
Geração de dados sobre a natureza da mobilidade do trânsito da área de influência do empreendimento	Caráter	Benéfico	X		
	Probabilidade	Muito Provável			
	Reversibilidade	Não Reversível			
	Duração	Permanente			
	Magnitude	Baixa			
Geração de emprego e renda através da criação de postos de trabalho	Caráter	Benéfico	X	X	
	Probabilidade	Muito Provável			
	Reversibilidade	Reversível			
	Duração	Temporário			
	Magnitude	Baixa			
Alteração da estrutura do solo	Caráter	Adverso		X	X
	Probabilidade	Muito Provável			
	Reversibilidade	Não Reversível			
	Duração	Permanente			
	Magnitude	Alta			
Geração de ruídos e vibrações	Caráter	Adverso		X	X
	Probabilidade	Muito Provável			
	Reversibilidade	Reversível			
	Duração	Permanente			
	Magnitude	Alta			

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 01 – Caracterização dos Impactos Ambientais

CARACTERIZAÇÃO DOS IMPACTO AMBIENTAIS					
IDENTIFICAÇÃO	ATRIBUTOS	DETALHAMENTO	FASE		
			0	1	2
Alteração da qualidade do ar	Caráter	Adverso			
	Probabilidade	Muito Provável			
	Reversibilidade	Reversível		X	X
	Duração	Permanente			
	Magnitude	Alta			
Degradação das áreas exploradas	Caráter	Adverso			
	Probabilidade	Muito Provável			
	Reversibilidade	Irreversível		X	X
	Duração	Permanente			
	Magnitude	Alta			
Alteração topográfica e mudança na paisagem	Caráter	Adverso			
	Probabilidade	Muito Provável			
	Reversibilidade	Irreversível		X	
	Duração	Permanente			
	Magnitude	Alta			
Instabilização de terrenos e taludes	Caráter	Adverso			
	Probabilidade	Muito Provável			
	Reversibilidade	Irreversível		X	
	Duração	Temporário			
	Magnitude	Alta			
Geração de sedimentos e assoreamento	Caráter	Adverso			
	Probabilidade	Muito Provável			
	Reversibilidade	Reversível		X	
	Duração	Temporário			
	Magnitude	Média			
Alteração da rede de drenagem	Caráter	Benéfico			
	Probabilidade	Muito Provável			
	Reversibilidade	Irreversível		X	
	Duração	Permanente			
	Magnitude	Alta			

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 01 – Caracterização dos Impactos Ambientais

CARACTERIZAÇÃO DOS IMPACTO AMBIENTAIS					
IDENTIFICAÇÃO	ATRIBUTOS	DETALHAMENTO	FASE		
			0	1	2
Geração e/ou aceleração de processos erosivos	Caráter	Adverso			
	Probabilidade	Muito Provável			
	Reversibilidade	Irreversível		X	X
	Duração	Temporário			
	Magnitude	Média			
Contaminação do solo e água por substâncias poluentes orgânicas e inorgânicas transportadas	Caráter	Adverso			
	Probabilidade	Muito Provável			
	Reversibilidade	Reversível		X	X
	Duração	Temporário			
	Magnitude	Média			
Poluição da água por disposição inadequada de Resíduos Sólidos	Caráter	Adverso			
	Probabilidade	Muito Provável			
	Reversibilidade	Irreversível		X	X
	Duração	Temporário			
	Magnitude	Média			
Alteração no desenvolvimento das atividades minerárias	Caráter	Adverso			
	Probabilidade	Muito Provável			
	Reversibilidade	Irreversível		X	
	Duração	Permanente			
	Magnitude	Alta			
Risco de alteração no patrimônio arqueológico, cultural e ambiental	Caráter	Adverso			
	Probabilidade	Muito Provável			
	Reversibilidade	Reversível		X	X
	Duração	Temporário			
	Magnitude	Média			
Alteração nos habitats e hábitos da fauna	Caráter	Adverso			
	Probabilidade	Muito Provável			
	Reversibilidade	Reversível		X	
	Duração	Permanente			
	Magnitude	Alta			

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 01 – Caracterização dos Impactos Ambientais

CARACTERIZAÇÃO DOS IMPACTO AMBIENTAIS					
IDENTIFICAÇÃO	ATRIBUTOS	DETALHAMENTO	FASE		
			0	1	2
Supressão da vegetação nativa	Caráter	Adverso			
	Probabilidade	Provável			
	Reversibilidade	Irreversível		X	
	Duração	Permanente			
	Magnitude	Alta			
Alteração no cotidiano da população da área de influência	Caráter	Adverso			
	Probabilidade	Provável			
	Reversibilidade	Irreversível		X	
	Duração	Permanente			
	Magnitude	Alta			
Acidentes com trabalhadores da obra	Caráter	Adverso			
	Probabilidade	Muito Provável			
	Reversibilidade	Reversível		X	
	Duração	Temporário			
	Magnitude	Alta			
Acidentes decorrentes da operação do empreendimento	Caráter	Adverso			
	Probabilidade	Muito Provável			
	Reversibilidade	Reversível			X
	Duração	Temporário			
	Magnitude	Alta			
Incremento da arrecadação tributária da cidade	Caráter	Benéfico			
	Probabilidade	Muito Provável			
	Reversibilidade	Reversível			X
	Duração	Permanente			
	Magnitude	Baixa			
Geração de expectativas	Caráter	Benéfico			
	Probabilidade	Muito Provável			
	Reversibilidade	Reversível	X	X	
	Duração	Permanente			
	Magnitude	Baixa			

Fonte: Elaborado pelo autor.

CONCLUSÃO

A execução de qualquer obra afetará o meio ambiente. No caso da implantação de vias asfálticas, os danos ambientais são inevitáveis devido à grande área de interferência ocupada pela execução de obras de infraestrutura viária. No caso dos solos, a supressão da vegetação, a compactação, a erosão, o deslizamento e a contaminação são os impactos de maior destaque entre os autores que discutem o tema. É claro que, dos impactos mencionadas, algumas ocorrem com mais frequência do que outros.

Nesse sentido, os impactos relacionados com a erosão e supressão vegetal, são os maiores, devido a frequência em que ocorrem, sendo assim identificado como um grande impacto ambiental negativo, decorrentes da implantação de vias asfálticas que torna os ecossistemas vulneráveis, por exemplo, exposição das características do solo expostas, tipos de solo, precipitação e vento. Vale ressaltar que a supressão vegetal é o principal fator na ocorrência de diversos impactos ambientais, pois nenhum projeto viário, de qualquer tipo, será construído sem a remoção da cobertura vegetal.

Outro impacto relevante, é a contaminação do solo, que em geral é levado em consideração apenas quando afeta os corpos hídricos, mas vale ressaltar que tal impacto provoca uma alteração significativa na área de interferência, visto que na grande maioria das obras viárias, o solo deve ser substituído por um solo que atenda as características determinadas através de normas técnicas para cada uma das camadas do pavimento asfáltico.

Portanto, é necessário resolver todas as questões ambientais de forma conjunta e justa. Os impactos ambientais causados pela implantação ou recomposição de vias asfálticas devem ter um foco maior em pesquisas, devido a grandiosidade que envolve as obras rodoviárias e os mais variados tipos de impactos, assim tem-se elementos viáveis para a criação de planos de ações para reduzir ou minimizar a exposição da população e/ou área de interferência das obras de pavimentação asfáltica.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Isis De Castro. **Sistemas Sustentáveis de Drenagem Urbana: Uma Proposta para a Bacia Hidrográfica do Córrego São Pedro**. Juiz De Fora–MG. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental)-Universidade Federal de Juiz de Fora, JUIZ DE FORA–MG, 2020.

ARAÚJO, A. F. et al. **Principais Considerações Sobre o Estudo de Impacto Ambiental**. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 7, n. 12, p.1-18, maio 2011.

ADMINBRITA_MIL. Pavimentação asfáltica: as camadas e etapas de construção de uma via. Disponível em: <<https://www.britamil.com.br/pavimentacao-asfaltica-as-camadas-e-etapas-de-construcao-de-uma-via/>>. Acesso em 17 de Jul. de 2024.

BAREA, Marco Antônio Schmidt. **Análise da viabilidade técnica e econômica da utilização do agregado miúdo de britagem de rocha basáltica em argamassa de revestimento**. 2013. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013. <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/863>. Acessado em 04/12/2023.

Bandeira, C. Floriano, E. P. **Avaliação de impacto ambiental de rodovias**, Caderno Didático nº 8, 1ª ed. Santa Rosa, 2004.

BETUME, V. Pavimentação asfáltica | Saiba quantas camadas são necessárias. Disponível em: <<https://vilabetume.com.br/pavimentacao-asfaltica-saiba-quantas-camadas-sao-necessarias/>>. Acesso em 17 de Jul. de 2024.

Brasil. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de Restauração de pavimentos asfálticos - 2. ed. - Rio de Janeiro, 2005.

Brasil. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de pavimentação. 3.ed. – Rio de Janeiro, 2006.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT. **Pesquisa CNT de rodovias 2023**: relatório gerencial. Brasília: CNT, 2023. Disponível em: <<http://cms.pesquisarodovias.cnt.org.br//Relatorio%20Geral/Pesquisa%20CNT%20de%20Rodovias%202018%20-%20web%20-%20alta.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2023.

DA CONCEIÇÃO, Mário Marcos Moreira et al. **Análise cienciométrica de impactos ambientais no processo de abertura e duplicação de rodovias**. Brazilian Journal of Development, v. 10, n. 1, p. 484-496, 2024.

DE AZEVEDO ROCHA, E. G. **Conceitos Básicos de Hidrologia e Drenagem para Projetos Rodoviários**. Brasília, 2022.

DEGRADAÇÃO, Degradação dos cursos d'água. Disponível em:

<<https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/degradacao-dos-cursos-dagua.htm>>. Acessado em 04/07/2024.

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de pavimentação**. 3ª ed. Rio de Janeiro. 2006. 278p.

FALEIROS, L. M. **Estradas: pavimento**. Franca/SP, USP – Curso de Engenharia Civil, Notas de aula, 2005, 39p.

MENDES, M. **Pavimentação: Quais as etapas para estradas duradouras e resistentes?** - Comunidade Ecolink [ARTIGOS AUTORAIS]. Disponível em: <<https://ecolinksolutions.com.br/blog/artigos-autorais/pavimentacao-quais-as-etapas-para-estradas-duradouras-e-resistentes>>. Acesso em 17 de Jul. de 2024.

OMENA, M. L. R. A.; SANTOS, E. B. **Análise da efetividade da Avaliação de Impactos Ambientais – AIA – da Rodovia SE 100/Sul-Sergipe**. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, Taubaté, v. 4, n. 1, p.221-237, jan. 2008.

PAVIMENTAÇÃO, A. Disponível em: <<https://www.multiconstrutora.com.br/servicos/pavimentaca-asfaltica.html>>. Acesso em 17 de Jul. de 2024.

PA. Pavimento asfáltico: O que é e qual a função? - Etesco Construções. Disponível em: <<https://etesco.com.br/pavimento-asfaltico-o-que-e-e-qual-a-funcao/>>. Acesso em 17 de Jul. de 2024.

QING. Conheça as etapas do processo de pavimentação asfáltica | Britagem Vogelsanger. Disponível em: <<https://britagemvogelsanger.com.br/asfalto/conheca-as-etapas-do-processo-de-pavimentacao-asfaltica/>>. Acesso em 17 de Jul. de 2024.

RODRIGUES, F. S.; LISTO, F. L. R. **Mapeamento de áreas de risco a escorregamentos e inundações em áreas marginais a rodovias na Região Metropolitana de São Paulo**. Eng Sanit Ambient, São Paulo, v. 21, n. 4, p.765-775, out. 2016.

SANTOS, A. R. SANTOS, H de A. **Bueiros de Drenagem: Análise da Viabilidade de Passagem de Peixes**. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Bento Gonçalves, 2013

SINIZA. **Glossário de Termos Técnico: Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas**. Brasília, 2024.

SOLANKI, P; ZAMAN, M. **Design of semi-rigid type of flexible pavements**. *International Journal of Pavement Research and Technology*, v. 10, n. 2, p. 99-111, 2017.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. **Revisão integrativa: o que é e como fazer**. Einstein, São Paulo, v. 8, n.1, p.102-106, jan. 2010.

7.2 ARTIGO 2: PERCEPÇÃO DE ENGENHEIROS AGRIMENSORES E CIVIS SOBRE A APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ENGENHARIA, NA CIDADE DE TERESINA-PI

RESUMO

Este artigo aborda a importância da Educação Ambiental na conscientização e preservação do meio ambiente, especialmente no contexto da atuação de engenheiros agrimensores e civis. A pesquisa realizada envolveu a aplicação de questionários para avaliar o conhecimento e experiência dos profissionais com a Educação Ambiental. Os resultados indicaram que a relação entre o conhecimento sobre Educação Ambiental e a importância de Conhecer a Legislação Ambiental, é curiosa, visto que os engenheiros que estão cientes das questões ambientais também reconhecem a importância de conhecer e seguir as leis ambientais para garantir práticas sustentáveis e conformidade legal, só que a falta de conhecimento sobre educação ambiental pode levar a uma subvalorização da importância das normas ambientais. Sugere-se que seja reformulado as regulamentações, de forma que fiscalizem as empresas e profissionais na aplicação de práticas sustentáveis. Conclui-se que a Educação Ambiental é fundamental para formar profissionais conscientes de sua responsabilidade na proteção do meio ambiente, alinhados com a Política Nacional do Meio Ambiente.

Palavra: Chave: Percepção Ambiental. Educação Ambiental. Engenheiros.

ABSTRACT

This article addresses the importance of Environmental Education in raising awareness and preserving the environment, especially in the context of the work of surveying and civil engineers. The research carried out involved the application of questionnaires to assess professionals' knowledge and experience with Environmental Education. The results indicated that the relationship between knowledge about Environmental Education and the importance of Knowing Environmental Legislation is curious, since engineers who are aware of environmental issues also recognize the importance of knowing and following environmental laws to ensure sustainable practices and legal compliance, but a lack of knowledge about environmental education can lead to an undervaluation of the importance of environmental standards. It is suggested that regulations be reformulated, so that they supervise companies and professionals in the application of sustainable practices. It is concluded that Environmental Education is essential to train professionals aware of their responsibility in protecting the environment, in line with the National Environmental Policy.

Keywords: Environmental Perception. Environmental Education. Engineers.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a humanidade tem passado por grandes transformações, especialmente após o advento do processo industrial, que desencadeou um intenso movimento de migração da população do campo para as cidades. O avanço científico, tecnológico e as inovações, aliados ao crescimento populacional, contribuíram significativamente para a formação de uma sociedade consumista (Santos; Silva, 2017).

Essas mudanças resultaram em impactos negativos em escala global, uma vez que o meio ambiente natural passou a ser constantemente afetado pela intervenção humana. Os efeitos dessas intervenções têm levado ao esgotamento acelerado dos recursos naturais, o que demanda a implementação de políticas públicas voltadas para a preservação ambiental, baseadas nos princípios da sustentabilidade ambiental.

A Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente Humano (CNUMAH), também conhecida como Conferência de Estocolmo, ocorreu em 1972 e resultou na "Declaração sobre o Ambiente Humano". Este documento contém 26 princípios destinados à preservação e melhoria do meio ambiente humano, com destaque para o princípio 19, sendo que o princípio 19 ressalta a necessidade de um esforço global para o desenvolvimento da educação em questões ambientais, com foco na educação de jovens e adultos e na atenção especial ao setor menos privilegiado da população (CNUMAH, 1972).

Devido aos seus objetivos e resultados, a Conferência de Estocolmo passou a ser considerada um marco inicial para a Educação Ambiental em escala internacional. Segundo Pelicioni (2005, p. 587), durante esta Conferência "tornou-se evidente a necessidade da educação da população, considerada fundamental para ampliar as bases de uma opinião esclarecida e promover uma conduta responsável por parte de indivíduos, empresas e comunidades [...]" em prol da proteção e melhoria do meio ambiente. Foi a partir da Conferência de Estocolmo que o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) foi criado, passando a promover, em conjunto com a Unesco, discussões sobre questões relacionadas à Educação Ambiental no âmbito das Nações Unidas (Barbieri e Silva, 2011).

Dessa forma, entende-se que, além da cooperação das Nações Unidas o destinatário da Educação Ambiental também seria o público em geral, abrangendo, em um contexto global das práticas ambientais e de sustentabilidade, todos os participantes da educação formal (desde a pré-escola até o ensino superior, bem

como professores e profissionais durante sua formação e atualização) e não formal (jovens e adultos, tanto individualmente como coletivamente, de todos os segmentos da população, incluindo famílias, trabalhadores, gestores e todos aqueles que possuem influência nas áreas ambientais ou não).

As práticas de sustentabilidade podem estar presentes nas ações cotidianas mais simples, assim como em iniciativas mais complexas que demandam a participação de grandes empresas e de ações governamentais. Nessa perspectiva, a Educação Ambiental (EA) pode e deve ser um instrumento fundamental para envolver diversas comunidades acadêmicas no processo de reflexão, conscientização e engajamento na identificação de problemas ambientais e na formulação de estratégias para reduzir seus impactos (Santos; Silva, 2017).

A EA tem como marco a "Conferência Intergovernamental de Tbilisi" (CIT, 1977), que centralizou a discussão das questões ambientais no contexto educativo e interdisciplinar, como uma ferramenta para a conscientização. Para efetivar os dispositivos estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81), o governo brasileiro instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999), tendo a EA como uma das principais ferramentas para a gestão ambiental do Brasil.

De acordo com a Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999, a Educação Ambiental é um processo educativo que visa sensibilizar tanto o indivíduo quanto a coletividade para desenvolver valores sociais, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação e preservação do meio ambiente, em busca do equilíbrio socioambiental (Brasil, 1999).

Outro ponto de virada importante na história da Educação Ambiental e das grandes conferências internacionais foi a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano, a Rio 92, também conhecida como Cúpula da Terra e Eco 92. Durante a Rio 92, foi assinado o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global - um documento que estabeleceu o referencial da Educação Ambiental e ressaltou a importância de envolver as instituições de ensino superior em atividades relacionadas à Educação Ambiental (TRATADO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA SOCIEDADES SUSTENTÁVEIS E RESPONSABILIDADE GLOBAL, 1992).

Desde então, várias universidades ao redor do mundo têm trabalhado para desenvolver suas políticas ambientais, incluindo a criação de órgãos institucionais

para a gestão ambiental. Essas políticas têm como objetivo principal normalizar questões ambientais para promover a sustentabilidade ambiental dentro de suas instalações, incentivar o uso racional de recursos, criar ambientes saudáveis e construir, de forma participativa, um modelo de sustentabilidade para a sociedade. Portanto, a Educação Ambiental é um instrumento eficaz para sensibilizar e educar a sociedade sobre questões ambientais, independentemente do nível de escolaridade ou da idade do indivíduo.

Dessa forma, com uma educação ambiental (EA) permanente e efetiva dentro da comunidade acadêmica, a relação entre o ser humano e a natureza pode começar a ser transformada, para uma mudança de comportamento relativa ao meio ambiente, a percepção ambiental se apresenta como uma ferramenta de análise utilizada para conhecer a forma de pensar e observar das pessoas e assim propor mudanças que possam sensibilizar para uma mudança de atitude. A sensibilização aliada à Educação Ambiental é indispensável para fundamentar os conceitos relativos ao meio ambiente.

Modificações comportamentais relacionadas ao meio ambiente, a própria consciência ambiental é uma ferramenta analítica utilizada para entender como as pessoas pensam e veem, dessa forma tendo embasamento para fazer recomendações que provoque uma sensibilização para mudança de atitudes. A conscientização aliada à educação ambiental é fundamental para apoiar conceitos relacionados ao meio ambiente. Conforme citado em Baker (2005) Percepção é um processo de superação de estímulos, facilitando o início do reconhecimento de informações de orientação que servem para explicar as atitudes através da experiência.

Globalmente, a educação ambiental (EA) está a ganhar cada vez mais relevância à medida que as sociedades enfrentam uma miríade de desafios ambientais, como as alterações climáticas, a poluição e a perda de biodiversidade (Nações Unidas Brasil, 2024). A importância da EA é sublinhada por diversas reuniões e discussões internacionais destinadas a definir os seus objetivos, características e estratégias (Pereira, 2023). Estas tendências globais enfatizam uma abordagem holística para educar os indivíduos sobre o seu impacto ambiental e capacitá-los para agir. Por exemplo, muitos países integraram a EA nos seus currículos educativos, promovendo a sensibilização desde tenra idade. As principais características das iniciativas de EA bem-sucedidas em todo o mundo incluem (Nações Unidas Brasil, 2024):

- Abordagens interdisciplinares que conectam questões ambientais com contextos sociais, econômicos e políticos;
- Experiências de aprendizagem práticas que incentivam a participação ativa;
- Envolvimento da comunidade para promover um senso de administração.

Esta abordagem abrangente ajuda a construir uma base para práticas sustentáveis e para a tomada de decisões informadas, tanto a nível local como global.

No Brasil, desafios ambientais únicos exigem abordagens personalizadas para a educação ambiental (Promutucasite, 2024). O desmatamento na floresta amazônica, a poluição urbana e a escassez de água estão entre as questões prementes que ameaçam a biodiversidade e os meios de subsistência humanos. Estes desafios realçam a necessidade de estratégias educativas eficazes que possam dotar os cidadãos dos conhecimentos e competências necessários para responder a estas preocupações. Por exemplo, o sistema educacional brasileiro reconheceu a importância de incorporar questões ambientais em suas políticas, com o objetivo de criar uma população mais informada que possa se envolver com esses desafios urgentes (Ferreira, 2021). No entanto, a persistência de uma visão única e homogênea da educação ecológica como meramente uma ciência ecológica limita o impacto potencial destes esforços educativos, uma vez que não consegue abranger os complexos fatores socioeconômicos em jogo.

Para enfrentar eficazmente os desafios ambientais no Brasil, estratégias inovadoras de educação ambiental são essenciais (Paz, 2024). Projetos colaborativos que envolvem escolas, comunidades locais e organizações ambientais podem criar experiências de aprendizagem impactantes que repercutam tanto nos alunos como nos membros da comunidade. Por exemplo, atividades práticas, como projetos de reflorestação ou campanhas de limpeza locais, podem promover um sentido de responsabilidade e ligação ao ambiente. Além disso, a utilização de tecnologia e plataformas digitais pode aumentar o envolvimento e a acessibilidade, permitindo uma participação mais ampla em iniciativas de educação ambiental. Ao adotar uma abordagem multifacetada que inclui:

- Aprendizagem baseada na comunidade;
- Integração de tecnologia;
- Ênfase nos contextos socioeconômicos.

O Brasil pode cultivar uma geração que não apenas entende a importância da gestão ambiental, mas também está motivada a implementar práticas sustentáveis em sua vida diária.

A educação ambiental no ensino das engenharias é crucial para formar profissionais conscientes dos impactos ambientais de suas atividades e capacitados para mitigar esses efeitos. Integrar a educação ambiental nos currículos de engenharia promove práticas sustentáveis e a adoção de tecnologias que minimizem os danos ao meio ambiente.

IMPACTOS AMBIENTAIS DAS OBRAS DE ENGENHARIA

As obras de engenharia, especialmente na construção civil, são responsáveis por diversos impactos ambientais significativos. Entre os principais estão:

- **Geração de Resíduos:** A construção civil é uma das maiores geradoras de resíduos sólidos, que podem contaminar o solo e os recursos hídricos se não forem geridos adequadamente (Xavier e Silva, 2021).
- **Consumo de Recursos Naturais:** A extração de matérias-primas, como areia, pedra e água, para a construção de infraestruturas pode levar ao esgotamento desses recursos e à degradação ambiental (Silva, 2020).
- **Emissões de Gases de Efeito Estufa:** A produção de materiais de construção, como cimento e aço, e o uso de máquinas pesadas em canteiros de obras contribuem significativamente para as emissões de CO₂ (De Oliveira Ataídes, Da Silva e Da Rosa, 2020).
- **Destruição de Habitats Naturais:** A expansão urbana e a construção de grandes infraestruturas podem levar à destruição de habitats naturais, afetando a biodiversidade local (Fernandes et al, 2024).

EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO DE ENGENHARIA

A inclusão da educação ambiental nos cursos de engenharia visa preparar os futuros engenheiros para enfrentar esses desafios. Algumas abordagens incluem:

- **Currículos Interdisciplinares:** Integrar disciplinas de ciências ambientais, sustentabilidade e gestão de resíduos nos cursos de engenharia para fornecer uma base sólida sobre os impactos ambientais e as práticas sustentáveis (Silva e Santos, 2019).

- **Projetos Práticos:** Envolver os alunos em projetos práticos que abordem problemas ambientais reais, como a construção de edifícios sustentáveis ou a implementação de sistemas de gestão de resíduos em canteiros de obras.
- **Sensibilização e Capacitação:** Promover workshops, seminários e cursos de extensão que sensibilizem os estudantes sobre a importância da sustentabilidade e os capacitem para adotar práticas ambientalmente responsáveis.

Um exemplo de implementação bem-sucedida é o Plano de Educação Ambiental (PEA) em canteiros de obras, que estabelece diretrizes para a gestão ambiental, incluindo a segregação e descarte adequado de resíduos, a proteção de recursos hídricos e a minimização de impactos na fauna e flora locais (Xavier e Silva, 2021). Além disso, a educação ambiental crítica, que incentiva a reflexão sobre os modelos de desenvolvimento e consumo, é essencial para formar engenheiros capazes de propor soluções inovadoras e sustentáveis (Silva e Santos, 2019).

A educação ambiental no ensino das engenharias é crucial para mitigar os impactos ambientais das obras e promover um desenvolvimento sustentável. A formação de engenheiros conscientes e capacitados para enfrentar os desafios ambientais é um passo fundamental para a construção de um futuro mais sustentável.

Considerando o exposto, o objetivo deste artigo é levantar a percepção ambiental de engenheiros agrimensores e civis sobre a aplicação dos conceitos da educação ambiental na engenharia, na cidade Teresina-PI, visando contribuir para o desenvolvimento de ações e práticas sustentáveis dentro das diversas obras desenvolvidas na cidade de Teresina-PI.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada para desenvolver o trabalho aqui apresentado pode ser resumida em três fases principais: pesquisa bibliográfica; aplicação de questionários, coleta de dados e análises qualitativas e quantitativas.

A pesquisa bibliográfica teve caráter exploratório que permite definir o ponto de vista científico, as limitações que a pesquisa exigiu, identificação da familiarização com os temas e questões necessárias a pesquisa (Dane, 1990; Gil, 2007). Portanto, este estudo de literatura foi conduzido com base em pesquisa bibliográfica em livros, artigos e teses disponíveis em plataformas digitais destinadas a consolidar quadros

teóricos e conceituais relacionados com a educação ambiental e a avaliação de seu conhecimento, de forma a servir de embasamento para a elaboração do questionário. Todos os utilizados para fazer essa pesquisa estão apresentados nas referências.

Para coletar dados sobre as percepções de engenheiros agrimensores e civis sobre o conhecimento da educação ambiental na engenharia, utilizou-se como instrumento um questionário estruturado composto por questões de múltipla escolha e quiz. A pesquisa é restrita a engenheiros agrimensores e civis da cidade de Teresina-PI, tendo como critério de exclusão engenheiros não atuantes dentro do município, portanto foi feito um levantamento junto ao Conselho Regional de Engenharia do Piauí – CREAPI acerca da quantidade de profissionais existentes nesta cidade e foi divulgada por meio de aplicativos de mensagem. O questionário foi entregue em formato online, por meio de plataforma digital gratuita, a todos os profissionais. O questionário era composto por 10 questões divididas em quatro áreas principais: identidade do respondente, experiência, formação e conhecimento de educação ambiental. O questionário foi aplicado entre os meses de fevereiro e abril de 2024, com a participação de 46 Engenheiros Agrimensores e 56 Engenheiros Civis.

Buscando a confiabilidade das características do universo em estudo, foi considerado o tamanho da população alvo, confiança, erro máximo permitido e percentual de verificação do fenômeno. O tamanho da amostra da amostra é calculado da seguinte forma:

$$n = \frac{o^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2(N - 1) + o^2 \cdot p \cdot q}$$

Onde:

n= Tamanho da amostra

o²= nível de confiança estabelecido

p= porcentagem com a qual o fenômeno se verifica

q= porcentagem complementar (100-p)

e= erro máximo permitido

N=tamanho da população.

Considerando a população alvo, com erro de 5%, nível de confiança de 95% e o fenômeno se verifica em 80%, o número mínimo representativo para a amostra seria de 46 Engenheiros Agrimensores e 56 Engenheiros Civis.

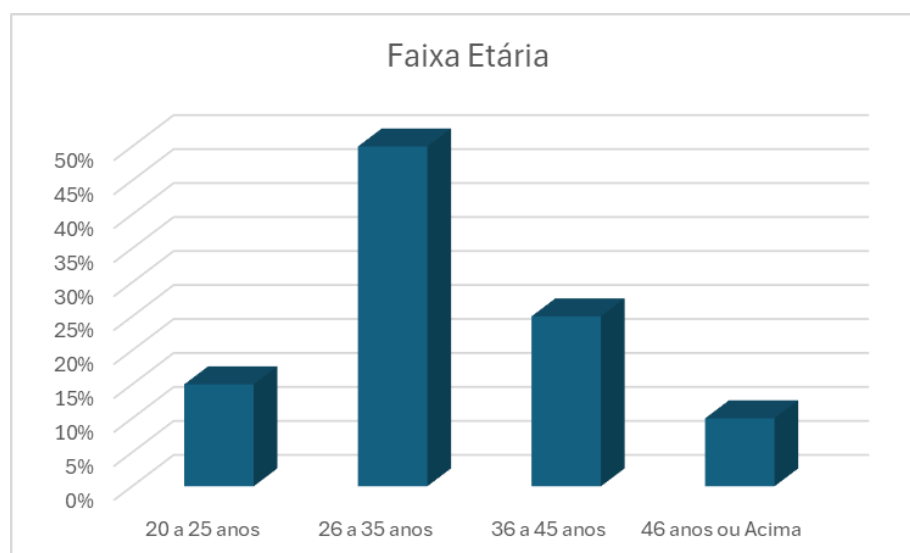
Para este trabalho foram aplicados 120 questionários, porém optou-se por utilizar o mínimo aceitável, devido a exclusão de questionários incompletos.

RESULTADO E DISCUSSÕES

Perfil do Respondente

Os respondentes são Engenheiros Agrimensores e Civis atuantes e registrados na cidade de Teresina-PI, distribuídos em 15% na faixa etária de 20 a 25 anos, 50% entre 26 a 35 anos, 25% entre 36 a 45 anos e 10% acima de 46 anos.

Gráfico 01 – Faixa etária dos respondentes

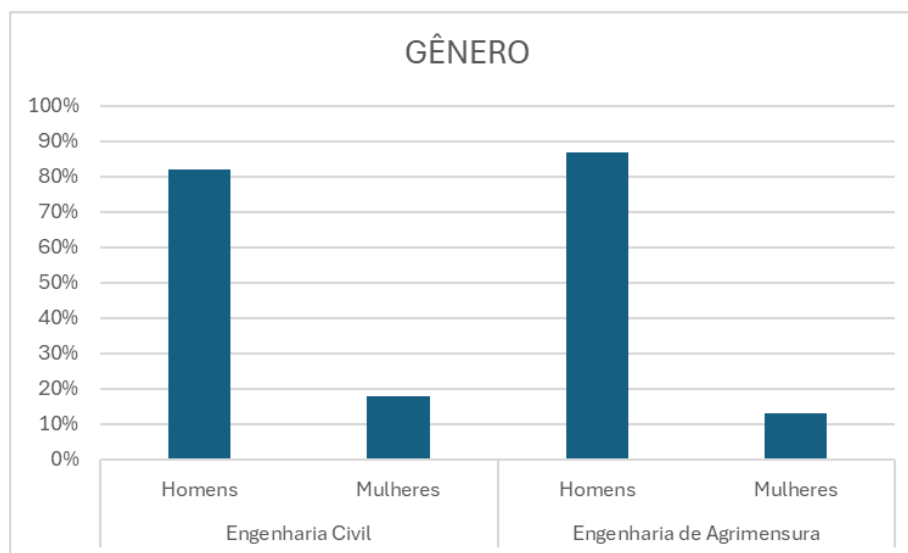


Fonte: Elaborado pelo autor.

Este cenário demonstra uma força de trabalho relativamente jovem e dinâmica, com uma boa mistura de novos talentos e profissionais experientes. A predominância de jovens adultos pode ser vantajosa para a inovação e a adaptação a novas tecnologias e métodos de trabalho. No entanto, a menor proporção de profissionais mais velhos pode indicar a necessidade de estratégias para reter conhecimento e experiência na área.

Com relação ao sexo, os entrevistados estão distribuídos na engenharia civil, 82% são homens e 18% são mulheres, na engenharia de agrimensura, 87% são homens e 13% são mulheres.

Gráfico 02 – Gênero dos respondentes



Fonte: Elaborado pelo autor.

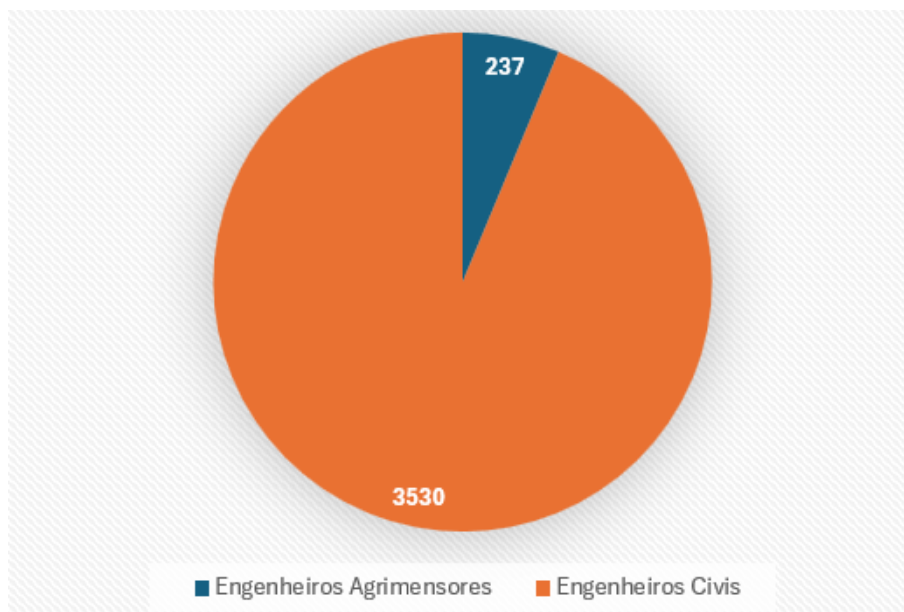
Este contexto destaca a importância de continuar promovendo a igualdade de gênero nas engenharias, criando um ambiente mais inclusivo e acolhedor para todos os profissionais.

Formação

De acordo com o levantamento realizado junto ao Conselho Regional de Engenharia do Piauí – CREAPI, existe na cidade de Teresina-PI 237 engenheiros agrimensores e 3.530 engenheiros civis. Observa-se que o número de profissionais da engenharia civil atuantes no mercado de trabalho desta cidade é superior aos profissionais da engenharia de agrimensura, o que demonstra um interesse maior no curso de bacharelado em engenharia civil, que pode ser atribuído à alta demanda por projetos de infraestrutura, construção civil e urbanização da cidade. No entanto, os agrimensores, profissão menos representada, desempenham um papel crucial em projetos de mapeamento, topografia e planejamento territorial, que são essenciais para o desenvolvimento urbano e rural. A diferença significativa no número de profissionais entre as duas áreas pode indicar uma necessidade de diversificação e

incentivo para a formação de mais engenheiros agrimensores, especialmente considerando a importância do planejamento territorial sustentável.

Gráfico 03 – Profissionais Atuantes em Teresina-PI

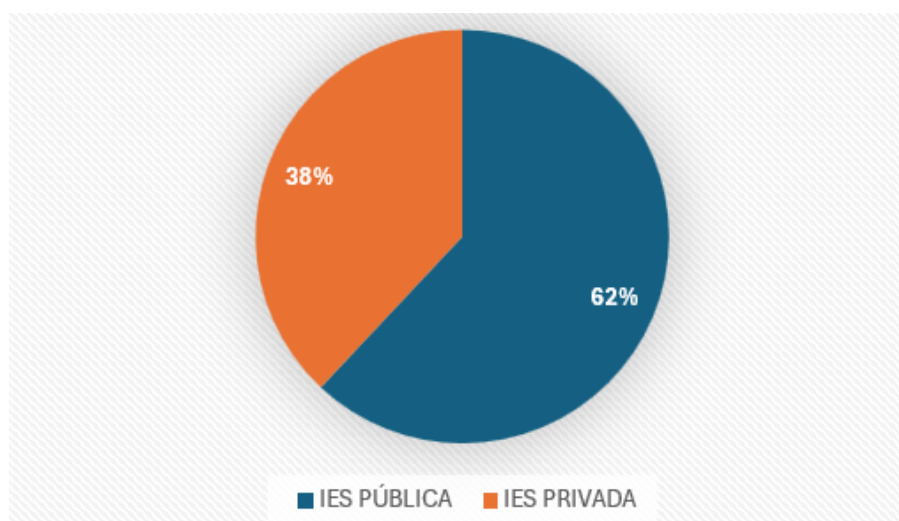


Fonte: Elaborado pelo autor.

Dentro do perfil dos entrevistados, 62% são profissionais oriundos de instituição de ensino pública e 38% são profissionais vindos de instituição privada. Com 62% dos profissionais oriundos de instituições de ensino público, é evidente que essas instituições desempenham um papel crucial na formação de engenheiros na região. Isso pode ser atribuído à qualidade e ao reconhecimento das universidades públicas, além do acesso mais amplo proporcionado por políticas de inclusão e cotas. Os 38% de profissionais vindos de instituições privadas indicam que essas instituições também têm uma presença significativa no mercado de trabalho. As universidades privadas podem oferecer currículos diferenciados, infraestrutura moderna e parcerias com o setor privado, o que atrai muitos estudantes.

A combinação de profissionais formados em instituições públicas e privadas pode trazer uma diversidade de perspectivas e abordagens para o campo da engenharia. Essa diversidade é benéfica para a inovação e a resolução de problemas complexos, pois diferentes formações podem complementar-se mutuamente.

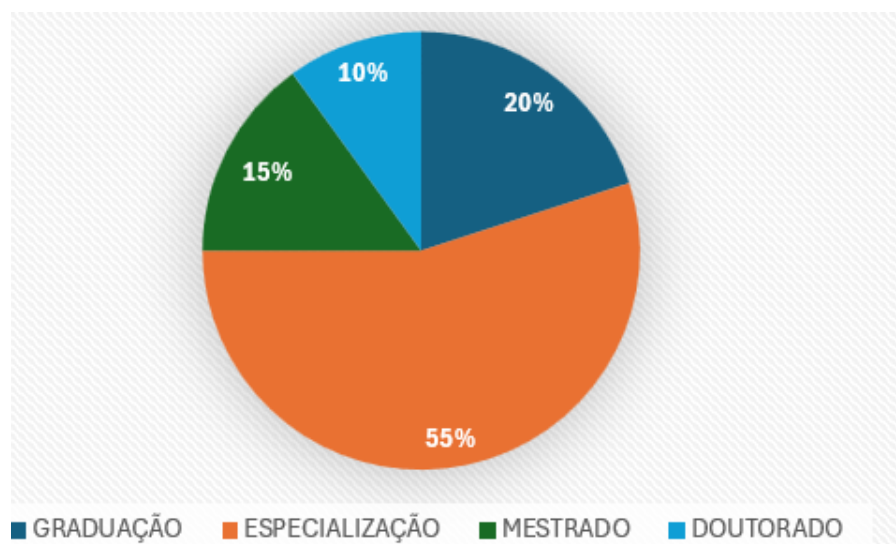
Gráfico 04 – Instituição de Ensino



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com relação a formação continuada, os entrevistados informaram que 20% possui somente curso a nível de graduação, 55% a nível de especialização, 15% a nível de mestrado e 10% a nível de doutorado.

Gráfico 05 – Formação Continuada



Fonte: Elaborado pelo autor.

A diferença em relação ao nível de escolaridade pode ser explicada por diversos fatores, dentre os quais tem-se a acessibilidade da Educação, o acesso à educação superior (graduação) é mais comum e, portanto, a maior porcentagem de

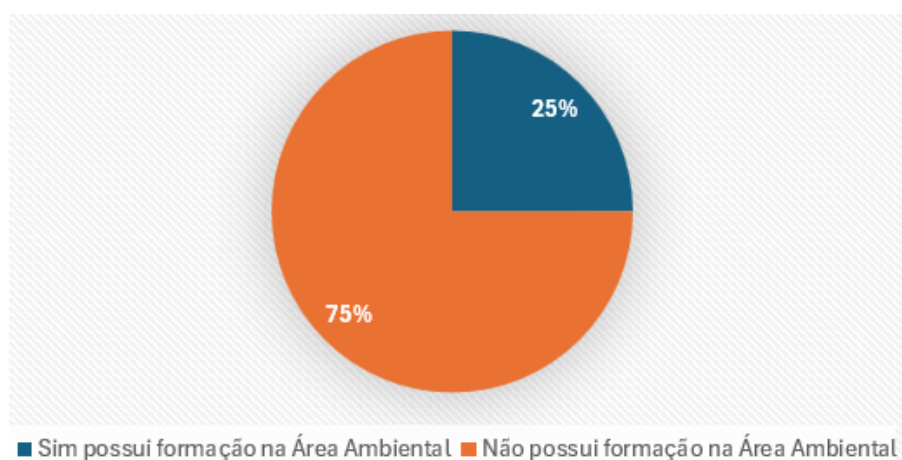
indivíduos com apenas graduação. Muitas pessoas iniciam sua formação acadêmica, mas nem todos prosseguem para níveis mais altos. Outra questão é o interesse e Motivação, a busca por especialização, mestrado e doutorado é muitas vezes impulsionada por interesses profissionais ou acadêmicos específicos. Apenas uma fração dos graduados se sente motivada a continuar seus estudos.

Destaca-se ainda que a demanda do Mercado de Trabalho, impulsiona a necessidade de qualificações mais altas, que pode variar conforme o setor de trabalho. Em algumas áreas, uma graduação é suficiente para a maioria das posições, enquanto outras podem exigir especializações ou pós-graduações. Tem-se também a questão do tempo e recursos, cursar uma especialização, mestrado ou doutorado exige um investimento significativo de tempo e recursos financeiros. Muitas pessoas podem não ter condições ou disposição para se comprometer com esses programas.

Por fim, esse percentual também pode ser justificado pelos estágios da Vida, a fase da vida em que os indivíduos estão também pode afetar suas escolhas educacionais.

Ainda dentro deste contexto, a pesquisa revela que a maioria dos engenheiros agrimensores e civis em Teresina-PI não possui formação específica na área ambiental, com 75% dos entrevistados indicando que não cursaram disciplinas ou cursos voltados para a temática ambiental. Apenas 25% dos profissionais afirmaram ter realizado cursos relacionados ao meio ambiente.

Gráfico 06 – Formação na Área Ambiental



Fonte: Elaborado pelo autor.

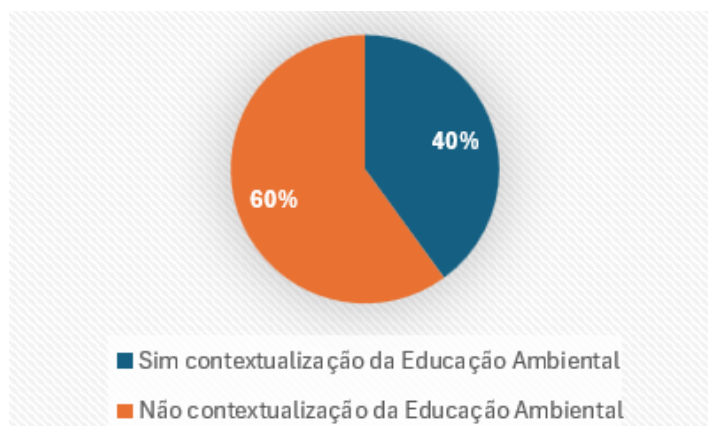
A baixa porcentagem de profissionais com formação ambiental destaca a necessidade de intensificar a integração de mais conteúdos relacionados ao meio ambiente nos currículos de engenharia. Isso é crucial para preparar os engenheiros para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos e promover práticas sustentáveis. A falta de formação ambiental pode limitar a capacidade dos engenheiros de implementar soluções sustentáveis em seus projetos. Profissionais com conhecimento em gestão ambiental, por exemplo, estão mais aptos a planejar e executar medidas mitigadoras e de recuperação de áreas degradadas.

Promover programas de educação continuada focados em sustentabilidade e meio ambiente pode ajudar a preencher essa lacuna. Workshops, seminários e cursos de extensão são formas eficazes de atualizar os profissionais sobre as melhores práticas ambientais.

Experiência

Buscando conhecer a percepção dos entrevistados com a educação ambiental, através do questionamento “Em que momentos da sua formação em engenharia, você percebeu a contextualização da Educação Ambiental, nas disciplinas específicas”, 40% responderam que sim, já tiveram experiências em suas atividades profissionais, e 60% responderam que não. Entre os que relataram contato, informaram que o contato foi através de documentos que tiveram de ser entregues aos órgãos ambientais e adequações nas práticas de obras, trabalhando com questões relacionadas a resíduos, contaminação de água e solo, desmatamento e afugentamento de animais.

Gráfico 07 – Conhecimento e Experiência com a Educação Ambiental

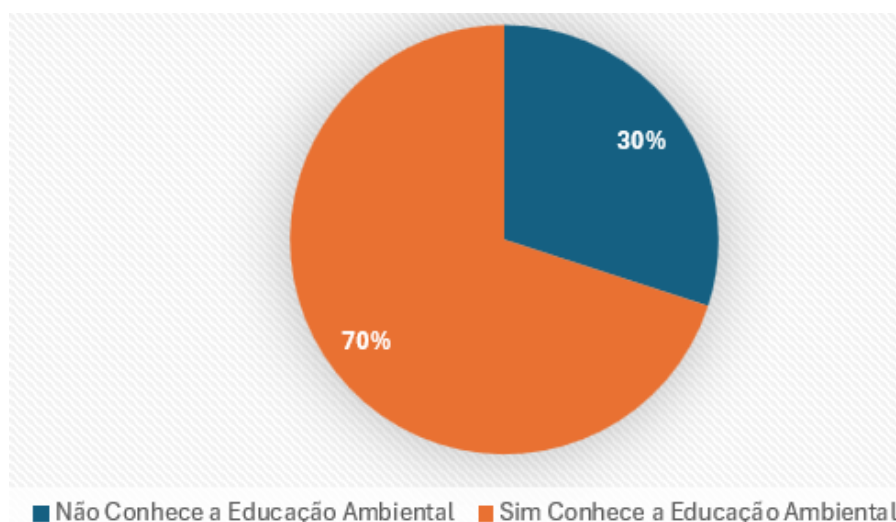


Fonte: Elaborado pelo autor.

Conhecimento Sobre Educação Ambiental

Quando questionados sobre o conhecimento do tema educação ambiental, no âmbito de suas atividades profissionais, 70% revelaram possuir conhecimento e 30% nenhum conhecimento. Nessa perspectiva, Jacobi (2003) recomenda que as atividades de educação ambiental apresentem visão holística que conecte o homem, a natureza e o mundo, tendo como foco a proteção ambiental, proporcionando ao indivíduo perceber que está incluído em sua comunidade e que é suas ações interferem e modificam a sociedade. Portanto, é importante demonstrar que a educação ambiental visa conscientizar sobre a relação entre o ser humano e o meio ambiente.

Gráfico 08 – Conhecimento das Temáticas da Educação Ambiental



Fonte: Elaborado pelo autor.

A maioria dos profissionais (70%) demonstra estar ciente da importância da educação ambiental em suas práticas. Isso é positivo, pois indica que muitos engenheiros estão preparados para considerar os impactos ambientais em seus projetos e buscar soluções sustentáveis. A porcentagem significativa (30%) de profissionais sem conhecimento sobre educação ambiental aponta para uma lacuna que precisa ser preenchida. Isso pode ser abordado através de programas de capacitação e cursos de atualização que enfoquem a sustentabilidade e a gestão ambiental.

A integração de conteúdos de educação ambiental em programas de formação continuada pode ajudar a aumentar a conscientização e a competência dos profissionais. Workshops, seminários e cursos de extensão são ferramentas eficazes para promover essa educação. Profissionais com conhecimento em educação ambiental estão mais aptos a implementar práticas sustentáveis, como a gestão adequada de resíduos, a utilização de materiais ecoeficientes e a adoção de tecnologias que minimizem os impactos ambientais⁴.

Buscando reflexões dos participantes desta pesquisa, solicitou-se aos entrevistados que fornecessem sugestões de outros temas que possam estar incluídos nas práticas educativas ambientais, a grande maioria relatou a necessidade de adequar os currículos dos cursos de engenharia, incluindo nos ementários das disciplinas a contextualização da educação ambiental, integrando a teoria com a prática.

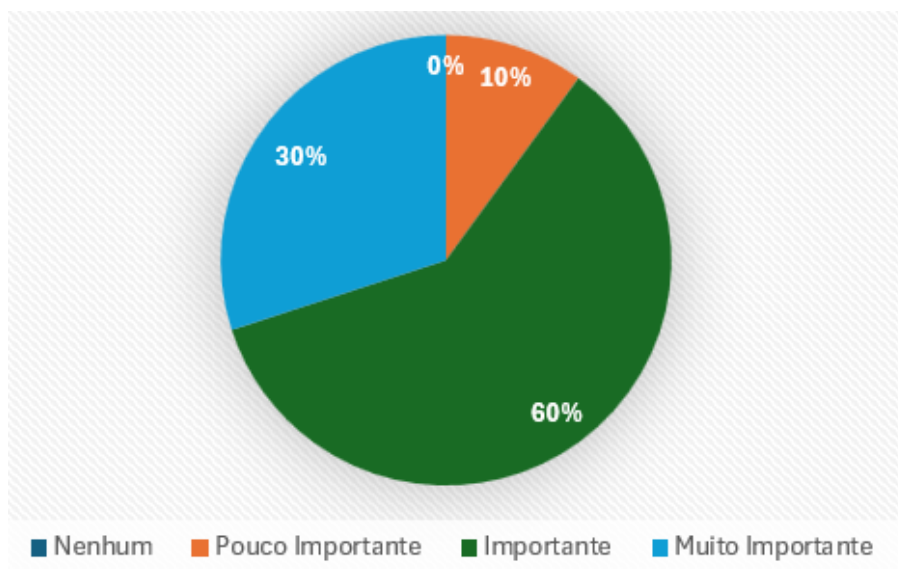
Outra pergunta apresentada aos participantes foi “Qual o grau de importância para um Engenheiro conhecer a Legislação Ambiental?”, 0% consideraram nenhuma importância, 10% pouco importante, 60% importante e 30% muito importante.

A maioria dos profissionais (60%) considera o conhecimento da legislação ambiental importante, e 30% o consideram muito importante. Isso indica uma forte conscientização sobre a relevância das normas ambientais para a prática profissional.

Nenhum dos entrevistados considerou o conhecimento da legislação ambiental como sem importância, o que é um sinal positivo de que todos reconhecem, em algum grau, a necessidade de estar informado sobre as leis que regulam suas atividades. Embora 10% dos profissionais tenham considerado o conhecimento da legislação ambiental como pouco importante, isso sugere que ainda há espaço para aumentar a conscientização sobre a importância crítica dessas leis para a sustentabilidade e a conformidade legal.

Conhecer a legislação ambiental é essencial para garantir que os projetos de engenharia estejam em conformidade com as normas ambientais, evitando multas, sanções e danos ao meio ambiente. Profissionais bem-informados podem planejar e executar projetos de maneira mais sustentável e responsável.

Gráfico 09 – Importância de Conhecer a Legislação Ambiental



Fonte: Elaborado pelo autor.

Relacionando o conhecimento sobre Educação Ambiental e a importância de Conhecer a Legislação Ambiental, a análise dos dados da pesquisa revela uma relação interessante.

A maioria dos profissionais (70%) possui conhecimento sobre educação ambiental, o que se reflete na alta valorização da legislação ambiental, com 60% considerando-a importante e 30% muito importante. Isso sugere que os engenheiros que estão cientes das questões ambientais também reconhecem a importância de conhecer e seguir as leis ambientais para garantir práticas sustentáveis e conformidade legal.

Os 30% que não possuem conhecimento sobre educação ambiental podem estar entre os 10% que consideram a legislação ambiental pouco importante. Essa correlação indica que a falta de conhecimento sobre educação ambiental pode levar a uma subvalorização da importância das normas ambientais.

A discrepância entre o conhecimento sobre educação ambiental e a percepção da importância da legislação ambiental destaca a necessidade de programas de educação continuada. Cursos e workshops focados em legislação ambiental podem ajudar a preencher essa lacuna, aumentando a conscientização e a competência dos profissionais. Profissionais que entendem a importância da legislação ambiental estão mais preparados para implementar práticas que minimizem os impactos ambientais

de suas atividades. Isso é crucial para a sustentabilidade e para evitar problemas legais e regulatórios.

CONCLUSÃO

A educação ambiental é considerada uma importante ferramenta para conscientizar a sociedade para a importância da preservação e conservação do meio ambiente, desenvolvendo ações e práticas destinadas a estimular novos hábitos e entender como as pessoas se relacionam com a natureza. Como promotoras da formação profissional, as universidades devem buscar meios para formar profissionais cada vez mais responsáveis e conscientes de sua função na proteção do meio ambiente, buscando soluções para problemas ambientais.

Os resultados desta pesquisa apresentam o perfil e o nível de consciência de engenheiros agrimensores e civis sobre o conhecimento da educação ambiental. Também permitiu ver que esses profissionais reconhecem a importância da educação ambiental como uma formação essencial para a rotina profissional, assim como um dever humano de proteger o meio ambiente.

No geral, as opiniões e percepções dos entrevistados são consideradas informações importantes para orientar a ação e a prática no desenvolvimento de atividades sustentáveis, medidas que podem ser incorporadas na rotina das obras, estimulando engenheiros a respeitar os valores ambientais e sociais, seguindo a Política Nacional do Meio Ambiente - Lei 6.938/81, que recomenda: A educação ambiental deve ser incluída em “todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente”.

REFERÊNCIAS

BARBIERI, J.C.; SILVA, D. **Desenvolvimento sustentável e Educação Ambiental: uma trajetória comum com muitos desafios**. Revista de Administração Mackenzie (Online), v.12, n°3, Jun. 2011.

BRASIL. Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a **Educação Ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental**. Brasília, DF: Presidência da República/Casa Civil, 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm>. Acesso em: 20 de março de 2024.

BAKER, M. J. **Administração de marketing**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005..

CNUMAH. **Declaração de Estocolmo sobre o ambiente humano**. Estocolmo, 1972. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2013/12/estocolmo_mma.pdf>. Acesso em: 20 de março de 2024.

CONFERÊNCIA INTERGOVERNAMENTAL DE TBILISI (CIT). **Declaração da Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental**. Geórgia, União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), 14-26 out. 1977.

DANE, F. **Research methods**. Brooks/Cole Publishing Company: California, 1990.

DE OLIVEIRA ATAÍDES, Flávia; DA SILVA, Luiz Filipe Rocha; DA ROSA, Bárbara Braga Barbosa. **A importância da Gestão Ambiental para a engenharia civil**. Educação Ambiental (Brasil), v. 1, n. 3, 2020.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **#EducaçãoAmbiental**. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/258453-educa%C3%A7%C3%A3oambiental>>. Acesso em 17 de Jul. de 2024.

FERNANDES, Glória et al. **A educação ambiental no ensino e na prática escolar: uma revisão abrangente**. Revista Sociedade Científica, v. 7, n. 1, p. 2141-2157, 2024.

FERREIRA, M. de A. **TENDÊNCIAS PREDOMINANTES DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL ESCOLAR: IDENTIFICAÇÃO COM PROBLEMÁTICAS AMBIENTAIS LOCAIS E FORMAÇÃO DE ATITUDE ECOLÓGICA**. In: XXIII ENGEMA. São Paulo, 2021.

GIL, A. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Atlas: São Paulo, 2007

JACOBI, P. **Educação Ambiental, cidadania e sustentabilidade**. Cadernos de pesquisa, nº 118, São Paulo, p. 189-205, Mar. 2003.

PAZ, L. H. da S. **EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS: INVESTIGAR ESTRATÉGIAS EFICAZES PARA INCORPORAR A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO CURRÍCULO ESCOLAR**. In: RevistaFT. V28. Ed. 134. 2024

PELICIONI, M.C.F. **Educação Ambiental: Evolução e Conceitos**. In: PHILIPPI JR (Org.). Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento Sustentável. Barueri, Editora Manole, 2005.

PEREIRA, U. P. R. **Educação Ambiental e seus desafios no Brasil e no Mundo**. In: Educação: práticas sociais e processos educativos / Organizadora Gabriela Cristina Borborema Bozzo. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.

PROMUTUCASITE. **Conservação Ambiental no Brasil: Desafios e Soluções** Acessíveis. Disponível em: <<https://www.promutuca.org.br/post/conserva%C3%A7%C3%A3o-ambiental-no-brasil>>. Acesso em 17 de Jul. de 2024.

SANTOS, F.R.; SILVA, A.M. **A importância da Educação Ambiental para graduandos da Universidade Estadual de Goiás: Campus Morrinhos**. Interações (Campo Grande), v. 18, n. 2, p. 71-86, 2017.

SILVA, Antonia Clara Galvão Da et al.. **Importância da educação ambiental no contexto escolar: uma revisão integrativa da literatura**. Anais VII CONEDU - Edição Online... Campina Grande: Realize Editora, 2020.

SILVA, Ana Paula; SANTOS, Reginaldo Pereira dos. **Educação ambiental e sustentabilidade: é possível uma integração interdisciplinar entre o ensino básico e as universidades?**. Ciência & Educação (Bauru), v. 25, n. 3, p. 803-814, 2019.

XAVIER, M.B; NAATY, L; SILVA, D.L.M. da. **Relevância da Educação Ambiental no canteiro de obras: um estudo de caso em Russas-CE**. In: Anais do IV Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade. Gramado, RS. 19 a 21 de mai. 2021.

7.3 ARTIGO 3: MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

RESUMO

O desenvolvimento económico de um país é provocado pelo planeamento e implementação de sistemas de transporte. A construção de vias asfálticas é muito importante para qualquer nação, visto que criam novas perspectivas em termos de serviços e empregos, novos edifícios residenciais e industriais, resultando no afluxo de população para locais que estavam anteriormente desabitados. Diante do exposto, o objetivo desse trabalho é propor medidas mitigadoras para os impactos ambientais levantados em obras de pavimentação asfáltica na cidade de Teresina-PI, dessa forma analisando os efeitos que alteram a paisagem e a vida local da área de influência dessas obras. Os métodos utilizados são observacionais, sistemáticos e indiretos, com levantamento de dados documentais de três obras de pavimentação asfáltica na zona urbana de Teresina-PI. Os impactos ambientais identificados foram divididos em três fases: Fase 0: Preliminar (Planejamento/Projeto); Fase 1: Implantação e Fase 2: Operação da Via Asfáltica. Em seguida com base na legislação ambiental, foram propostas medidas mitigadoras. Conclusão que os impactos aqui apresentados, ocorrem em praticamente todas as obras de pavimentação asfáltica, o que indica a necessidade de conhecer a área de influência da interferência viária, a legislação ambiental e as boas práticas construtivas, reduzindo assim os impactos ambientais das obras viárias. Outro ponto que fica evidente neste artigo, é que a aplicação dessas medidas mitigadoras, necessita de uma atuação forte da Gestão Ambiental, sendo necessária em todas as fases da obra.

Palavra: Chave: Impactos Ambientais. Obras. Pavimentação. Medidas Mitigadoras.

ABSTRACT

The economic development of a country is driven by the planning and implementation of transportation systems. The construction of asphalt roads is very important for any nation, since it creates new prospects in terms of services and jobs, new residential and industrial buildings, resulting in the influx of population to places that were previously uninhabited. Given the above, the objective of this work is to propose mitigating measures for the environmental impacts raised by asphalt paving works in the city of Teresina-PI, thus analyzing the effects that alter the landscape and local life in the area of influence of these works. The methods used are observational, systematic and indirect, with a survey of documentary data from three asphalt paving works in the urban area of Teresina-PI. The environmental impacts identified were divided into three phases: Phase 0: Preliminary (Planning/Design); Phase 1: Implementation and Phase 2: Operation of the Asphalt Road. Then, based on environmental legislation, mitigating measures were proposed. Conclusion: The impacts presented here occur in practically all asphalt paving works, which indicates the need to know the area of influence of road interference, environmental legislation and good construction practices, thus reducing the environmental impacts of road works. Another point that becomes clear in this article is that the application of these mitigating measures requires strong action by Environmental Management, which is necessary in all phases of the work.

Keywords: Environmental Impacts. Works. Paving. Mitigating Measures.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento económico de um país é provocado pelo planeamento e implementação de sistemas de transporte, visto que a facilidade de mobilidade e o acesso a qualquer local é considerado como uma “chave” para o desenvolvimento económico. Por outro lado, este sistema de transportes juntamente com a atividade industrial, causa uma degradação ambiental acelerada, favorecendo para o grande número de impactos negativos. Por outro lado, deveriam ser planeados em conjunto, de forma a equilibrar as perdas com os benefícios delas decorrentes (Silva, 2017).

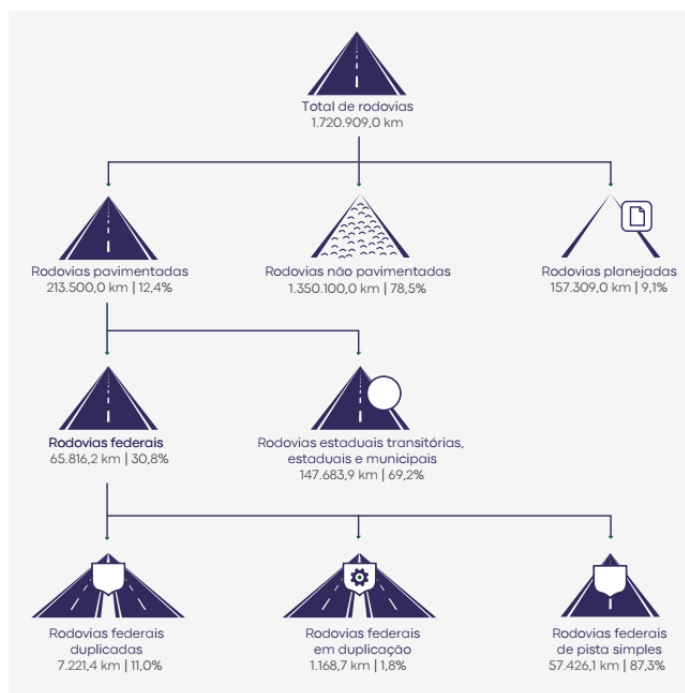
De acordo com a resolução do CONAMA nº 001, os impactos ambientais são modificações no meio ambiente feitas pelo homem. Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem: (I) a saúde, a segurança e o bem-estar da população;(II) as atividades sociais e económicas; (III) a biota; (IV) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; (V) a qualidade dos recursos ambientais (Resolução do CONAMA n.º 001 de 23/01/86).

A construção de vias asfálticas é muito importante para qualquer nação, visto que criam novas perspectivas em termos de serviços e empregos, novos edifícios residenciais e industriais, resultando no afluxo de população para locais que estavam anteriormente desabitados (Fearnside, 2002). Muitas das novas áreas ocupadas por vias, posteriormente são urbanizadas, elas são ecologicamente sensíveis ou apresentam alto risco de perda da integridade biótica das comunidades que constituem a paisagem (Karr, 1993).

Vale lembrar que toda área que recebe estradas está associada à ocorrência de impactos negativos sobre a integridade biótica, tanto de ecossistemas terrestres como aquáticos (Trombulak & Frissel, 2000).

Os dados da Confederação Nacional do Transporte (CNT) de 2023 revelam um cenário desafiador para a infraestrutura rodoviária no Brasil. Com um total de 1.720.909 km de vias, apenas 12,4% estão pavimentadas, enquanto 78,5% não são pavimentadas e 9,1% estão em planeamento, conforme apresentado na figura a seguir:

Figura 06 – Malha Rodoviária Brasileira



Fonte: Pesquisa CNT 2023

A baixa porcentagem de vias pavimentadas (12,4%) indica que a maioria das estradas no Brasil ainda são de terra ou cascalho. Isso pode afetar negativamente a qualidade do transporte, aumentando o tempo de viagem, os custos operacionais e o desgaste dos veículos (Pesquisa CNT, 2023).

Estradas não pavimentadas são mais suscetíveis a problemas de manutenção, como erosão e formação de buracos, especialmente durante a estação chuvosa. Isso pode levar a condições de tráfego perigosas e aumentar os custos de manutenção a longo prazo (Coleta De Dados CNT, 2023).

A falta de pavimentação adequada pode resultar em maiores impactos ambientais, como erosão do solo, sedimentação de corpos d'água e emissão de poeira. Esses problemas podem afetar a qualidade do ar e da água, além de prejudicar a biodiversidade local (Pesquisa CNT, 2023).

O fato de 9,1% das vias estarem em planejamento sugere que há esforços em andamento para melhorar a infraestrutura rodoviária. No entanto, a grande extensão de vias não pavimentadas destaca a necessidade urgente de investimentos significativos em pavimentação e manutenção para melhorar a qualidade e a segurança das estradas (CNT, 2023).

A distribuição desigual da pavimentação pode refletir disparidades regionais no desenvolvimento econômico e na alocação de recursos. Regiões mais desenvolvidas tendem a ter uma maior proporção de estradas pavimentadas, enquanto áreas rurais e menos desenvolvidas enfrentam maiores desafios de infraestrutura (PESQUISA CNT, 2023).

Em resumo, o cenário atual da infraestrutura rodoviária no Brasil, conforme os dados da CNT 2023, destaca a necessidade de investimentos contínuos e estratégicos para melhorar a pavimentação e a manutenção das estradas, visando reduzir os impactos ambientais e promover um transporte mais eficiente e seguro.

As obras de pavimentação asfáltica, embora essenciais para o desenvolvimento da infraestrutura, podem causar diversos impactos ambientais adversos. A pavimentação asfáltica contribui significativamente para a emissão de poluentes atmosféricos. Durante o processo de produção e aplicação do asfalto, são liberados compostos orgânicos voláteis (COVs), material particulado (MP), e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), que podem afetar a qualidade do ar e a saúde humana (COSTA et al, 2022). Estudos mostram que cerca de 95% das estradas pavimentadas no Brasil utilizam revestimento asfáltico, o que agrava a situação devido à grande extensão dessas vias (Acacio, Pacheco e Pinheiro, 2023).

A construção de estradas pavimentadas pode levar à erosão do solo, especialmente em áreas com declives acentuados. A falta de medidas adequadas de controle de erosão pode resultar no transporte de sedimentos para corpos d'água próximos, causando assoreamento e degradação da qualidade da água (Acacio, Pacheco e Pinheiro, 2023). Esse processo pode afetar negativamente os ecossistemas aquáticos e reduzir a capacidade de armazenamento de reservatórios.

A pavimentação de estradas pode causar a fragmentação de habitats naturais, dificultando o movimento de espécies e reduzindo a conectividade entre áreas de vida selvagem. Isso pode levar à diminuição da biodiversidade e aumentar a vulnerabilidade das espécies a predadores e outras ameaças (Saviotto, 2017). A fragmentação de habitats é um dos principais fatores que contribuem para a perda de biodiversidade em áreas urbanizadas e rurais.

As obras de pavimentação asfáltica também geram poluição sonora, tanto durante a construção quanto após a conclusão, devido ao aumento do tráfego de veículos. A poluição sonora pode afetar a fauna local, alterando comportamentos e padrões de comunicação de várias espécies (Piracelli et al, 2020). Além disso, o ruído

excessivo pode impactar negativamente a qualidade de vida das comunidades humanas próximas às estradas.

Para mitigar os impactos ambientais das obras de pavimentação asfáltica, é essencial adotar práticas de construção sustentáveis, como o uso de materiais menos poluentes, a implementação de medidas de controle de erosão e sedimentação, e a criação de corredores ecológicos para manter a conectividade dos habitats. A conscientização sobre esses impactos e a adoção de medidas preventivas são fundamentais para promover um desenvolvimento mais sustentável e equilibrado.

A Avaliação de Impacto Ambiental (EIA) poderia ser descrita como uma série de etapas viáveis garantir, desde o início de um projeto, a condução de um processo de análise e que, através disso, seja feito um exame sistemático de visões alternativas sobre os produtos, resultados, bem como os impactos ambientais considerados para qualquer projeto, programa, plano ou política e: exame sistemático das consequências ambientais ou políticas de um projeto, planejamento do programa Identificação de alternativas e seus resultados apresentados de forma ordenada às autoridades públicas e sociedade (Cunha, 2009).

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho é propor medidas mitigadoras para os impactos ambientais levantados em obras de pavimentação asfáltica na cidade de Teresina-PI, dessa forma analisando os efeitos que alteram a paisagem e a vida local da área de influência dessas obras.

MATERIAS E MÉTODOS

Os métodos utilizados são observacionais, sistemáticos e indiretos, com levantamento de dados documentais de três obras de pavimentação asfáltica na zona urbana de Teresina-PI. Revisões sistemáticas são usadas para responder perguntas específicas e usar métodos para identificar, selecionar e avaliar criticamente as características e sequência da literatura selecionada, identificando e analisando os dados apresentados nesse estudo (Souza, Silva, Carvalho, 2010).

Primeiro delimitou-se as Obras de Pavimentação Asfáltica na zona urbana de Teresina-PI, a escolha baseia-se em selecionar obras dentro do perímetro urbano, que obtenham o maior número de impactos ambientais, e sejam obras de grande importância para o desenvolvimento da cidade. Neste contexto foi delimitado para esse estudo, o Prolongamento da Avenida Cajuína, Implantação da Avenida Marginal Poti Sul e Duplicação do trecho urbano da BR-343.

A escolha dessas obras, se concretiza também por estarem em diferentes fases, Planejamento, Executado e Em Execução, o que é crucial para entender os impactos ambientais por várias razões:

- Avaliação de Riscos: No planejamento, é possível prever e mitigar os riscos ambientais antes que a obra comece. Isso ajuda a evitar danos irreparáveis.
- Monitoramento Contínuo: Durante a execução, é fundamental monitorar os impactos em tempo real. Isso permite ajustes imediatos nas práticas de construção para minimizar os efeitos negativos.
- Responsabilidade e Compliance: Obras executadas devem seguir normas ambientais. Identificar cada fase ajuda a garantir que as obrigações legais e regulamentares sejam cumpridas.
- Feedback e Aprendizado: Analisar projetos já executados oferece insights sobre o que funcionou ou não, informando futuras iniciativas e promovendo práticas mais sustentáveis.
- Engajamento da Comunidade: O envolvimento da comunidade é mais eficaz quando se compreende o ciclo completo do projeto, permitindo que preocupações sejam abordadas desde o início.

Essas etapas ajudam a garantir que o desenvolvimento seja sustentável e respeite o meio ambiente.

Após a etapa da delimitação da área das obras em estudo por imagens de satélite, foram realizadas visitas “in loco”, na qual foram mapeadas as áreas degradadas e áreas de proteção ambiental, e por fim, identificação dos impactos ambientais gerados pela pavimentação asfáltica.

Para mapear áreas degradadas por pavimentação asfáltica na área urbana de Teresina-PI, utilizou-se dos seguintes critérios:

- Qualidade do Solo: Verificação compactação e erosão do solo.
- Qualidade da Água: Monitoração de poluentes em corpos d’água próximos.
- Cobertura Vegetal: Análise da perda de vegetação.
- Temperatura: Medição das temperaturas do solo e do ar.
- Emissões de Poluentes: Avaliação de material particulado e compostos orgânicos voláteis.
- Ruído: Monitoramento níveis de poluição sonora.

- Drenagem e Infiltração: Verificação da eficiência dos sistemas de drenagem.
- Fragmentação de Habitats: Identificação da fragmentação de áreas naturais.
- Uso do Solo: Análise das mudanças no uso do solo antes e depois da pavimentação.

A pesquisa documental concentrou-se no levantamento dos estudos de EIA/RIMA, do projeto executivo das obras selecionadas, e da legislação ambiental, tendo em consideração a Lei Federal nº 6.938/1981 que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente e cria o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), na qual orienta sobre a avaliação de impactos ambientais. A outra foi a Resolução CONAMA nº 001/1986 que define critérios para a apresentação de Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), que são essenciais para obras que possam causar significativos impactos. Leva-se também, a Lei Estadual nº 6.580/2014 que regulamenta a política ambiental no estado do Piauí, estabelecendo diretrizes para o licenciamento ambiental, o Código de Obras e Edificações do Município de Teresina que contém as disposições específicas sobre a execução de obras e suas implicações ambientais e por fim o Licenciamento Ambiental fornecido pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMAM) que é a responsável pelo licenciamento ambiental em Teresina, onde os projetos devem ser submetidos para análise, tendo como objetivo avaliar se os mesmos obedecem a legislação ambiental.

A pesquisa de campo consiste como sendo a identificação das áreas degradadas pela implantação/melhoria de vias urbanas, realizando uma comparação entre a teoria e prática, no que rege a educação ambiental na engenharia, identificando os impactos ambientais gerados pela execução de pavimentação asfáltica.

Dentro da etapa de pesquisa de campo, foi realizado visita técnica em cada uma das obras selecionadas para esse estudo, a primeira visita foi realizada em setembro de 2023, a segunda em dezembro de 2023 e a terceira em março de 2024, durante a visita, foi feita uma identificação e classificação dos impactos ambientais ocasionados pela execução das obras de pavimentação asfáltica, a identificação foi feita através de observações in loco, e a classificação feita através da análise da legislação relacionada anteriormente.

A análise de dados foi realizado de duas formas distintas:

- Primeira Análise: Inferência Estatística, classificação dos impactos ambientais levantados de acordo com a legislação ambiental;

- Segunda Análise: Análise de Conteúdo, proposta por Bardin (2009), em seguida uma explicação da origem do impacto gerado, através da percepção ambiental dos engenheiros executores de pavimentação asfáltica.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Caracterização das Obras

Obra 01: Prolongamento da Avenida Cajuína

Localização: Teresina-PI / Objetivo: Nova rota de acesso para a zona sudeste da cidade.

Trecho: Início na Avenida dos Ipês / Final na Avenida São Francisco.

Extensão: 4,00 km / Pavimento: Concreto Betuminoso Usinado a Quente – Pavimento Asfáltico.

Figura 03 – Obra 01: Prolongamento da Avenida Cajuína



Fonte: Elaborado pelo autor.

Obra 02: Implantação da Avenida Marginal Poti Sul

Localização: Teresina-PI / Objetivo: Nova rota de acesso para a zona sul da cidade.

Trecho: Início na Avenida Marechal Castelo Branco / Final no Polo Empresarial Sul.

Extensão: 21,70 km / Pavimento: Concreto Betuminoso Usinado a Quente – Pavimento Asfáltico.

Figura 04 – Obra 02: Implantação da Avenida Marginal Poti Sul



Fonte: Elaborado pelo autor.

Obra 03: Duplicação do trecho urbano da BR-343

Localização: Teresina-PI / Objetivo: Adequação, Duplicação, Melhoramento e Restauração do Contorno Rodoviário de Teresina na Rodovia BR-343/PI

Trecho: Início na Avenida João XXIII / Final na Ponte sobre o Rio Poti.

Extensão: 7,20 km / Pavimento: Concreto Betuminoso Usinado a Quente – Pavimento Asfáltico.

Figura 05 – Obra 03: Duplicação do trecho urbano da BR-343



Fonte: Elaborado pelo autor.

As três obras possuem impactos ambientais e características executivas semelhantes, portanto os impactos identificados foram divididos em três fases, visto que são comuns as três obras:

- Fase 0: Preliminar (Planejamento/Projeto);
- Fase 1: Implantação;
- Fase 2: Operação da Via Asfáltica.

Nas Figuras 03, 04 e 05, o trecho marcado de verde corresponde ao executado, o trecho marcado de azul corresponde em planejamento e o trecho marcado de amarelo corresponde em execução.

Legislação Incidente para Mitigação dos Impactos Ambientais

Para reduzir os impactos ambientais, é muito importante verificar as leis federais, estaduais e locais por vários motivos, incluindo a cobertura ambiental, uma vez que cada esfera da legislação pode abordar diferentes aspectos e variantes de impactos ambientais. O nível federal pode estabelecer disposições gerais, enquanto os regulamentos regionais e municipais detalharão as exigências do território. Outro ponto é a observância, ou seja, garantir que o projeto atenda a todas as legislações que lhe são aplicáveis, levando em consideração as especificidades de cada nível. Isto pouparia futuros problemas jurídicos e sanções.

Deve também levar em consideração diretrizes específicas previstas em legislações estaduais e municipais que podem contemplar a realidade local. Considerando as características ambientais, sociais e económicas da região, que podem não ser abordadas numa legislação mais ampla. O licenciamento ambiental muitas vezes envolve requisitos que variam dependendo do nível de governo. Conhecer toda a legislação é essencial para um licenciamento adequado.

Deve-se notar que a Participação Comunitária se baseia em: o envolvimento da legislação local muitas vezes inclui mecanismos de participação pública, que permitem à comunidade entrar no debate sobre os impactos ambientais. Última integração de Políticas, onde a análise de três esferas ajuda a garantir que as políticas ambientais sejam integradas e coerentes levando a um maior nível de eficácia nas abordagens à gestão ambiental.

Identificação dos Impactos Ambientais por Fase

Na Fase 0 Preliminar (Planejamento/Projeto) da Obra de Pavimentação Asfáltica, tem-se os seguintes impactos Ambientais:

- Geração de dados sobre a natureza da mobilidade do trânsito da área de influência de cada via asfáltica.

Geração de dados sobre a natureza da mobilidade do trânsito da área de influência de cada via asfáltica, consiste como sendo a construção de dados sobre a mobilidade urbana de cada região, principalmente no que se trata sobre a mobilidade do trânsito, tanto na área de influência como nos acessos. A fim de prever a massa de veículos que possam vir a transitar por cada via asfáltica.

Na Fase 1 de implantação e Fase 2 Operação da Obra de Pavimentação Asfáltica, tem-se os seguintes impactos Ambientais:

- Geração de emprego e renda através da criação de postos de trabalho;
- Alteração da estrutura do solo;
- Geração de ruídos e vibrações;
- Alteração da qualidade do ar;
- Degradação das áreas exploradas;
- Alteração topográfica e mudança na paisagem;
- Instabilização de terrenos e taludes;
- Geração de sedimentos e assoreamento;
- Alteração da rede de drenagem;
- Geração e/ou aceleração de processos erosivos;
- Contaminação do solo e água por substâncias poluentes orgânicas e inorgânicas transportadas;
- Poluição da água por disposição inadequada de resíduos sólidos;
- Alteração no desenvolvimento das atividades minerárias;
- Risco de alteração no patrimônio arqueológico, cultural e ambiental;
- Alteração nos habitats e hábitos da fauna;
- Supressão da vegetação nativa;
- Alteração no cotidiano da população da área de influência;

- Acidentes com trabalhadores da obra;
- Acidentes decorrentes da operação do empreendimento;
- Incremento da arrecadação tributária da cidade;
- Geração de expectativas.

Geração de emprego e renda através da criação de postos de trabalho, por intermédio da implantação de cada via asfáltica serão criados empregos diretos e indiretos, de mão-de-obra especializada, semiespecializada e não especializada. Os empregos se farão necessários durante toda a fase de construção da nova via e de seus acessos.

Alteração da estrutura do solo, na Fase 1 de implantação das obras asfálticas, ocorre a movimentação de veículos pesados e demais equipamentos, que procederão a remoção da cobertura vegetal com a limpeza do terreno, a escavações e cortes de grandes espessuras, movimentos de terra, pavimentações, etc. Durante o período de obras, os locais de acampamentos e de estacionamentos de máquinas, constituem-se em áreas onde haverá a degradação do terreno. Estes locais deverão receber proteção adequada e atividades de recuperação após o término dos serviços, Fase 2 de operação.

Geração de ruídos e vibrações, na Fase 1 de implantação de cada obra asfáltica implica na utilização de máquinas e equipamentos geradores de ruídos, particularmente na movimentação de terra (escavadeiras, pá carregadeiras, motoniveladoras, caminhões e outros), fundações, obras civis (betoneiras, vibradores). A geração de ruídos por parte de tais equipamentos é variável de acordo com a fase evolutiva de cada obra, apresentando nesta fase caráter temporário. Já na Fase 2 de operação das vias asfálticas e de seus acessos concluídos, haverá uma alteração significativa nos níveis normais da área. Nesta fase o aumento do fluxo de veículos, com a liberação do tráfego, será responsável pelo aumento da emissão de ruídos, cujo impacto será sentido principalmente pelas populações que habitam em zonas mais próximas, apresentando característica de temporalidade permanente.

Alteração da qualidade do ar, na Fase 1 de implantação, ocorre o aumento dos níveis de poeira em suspensão, resultante do processo de movimentação de terra devido aos serviços de terraplanagem. Também deve ser considerado o lançamento de material particulado e gases resultante do funcionamento de motores a óleo diesel

das máquinas e caminhões utilizados na ampliação dos trechos e construção da avenida e de seus acessos.

O transporte de material para terraplenagem constitui um impacto de natureza adversa, pois poderá causar transtornos para a população que reside nas adjacências e até mesmo poluir as águas e os solos da região. Tendo forte probabilidade de ocorrência, considerando-se o grande volume de material a ser transportado, afetando as áreas de influência direta e indireta, especialmente porque muitos locais de empréstimo situam-se longe do trecho de obras. Este impacto surgirá imediatamente após o início das obras e ocorrerá somente durante o período de implantação do empreendimento, com possibilidades de reversão de seus efeitos.

Na Fase 2 de operação da via asfáltica, permanece alterado devido o nível da qualidade do ar, visto a emissão de particulados no ar pela queima de combustíveis fósseis oriundos dos motores dos veículos que circularão pelas novas vias. Destaca-se que poderão ocorrer mínimas alterações térmicas, pelo aumento de superfícies impermeabilizadas pelo pavimento asfáltico, contudo, tais alterações poderão não ser sentidas, tendo em vista que o empreendimento será implantado em locais já bastante modificados, sobretudo, do uso solo, e ainda por conta do clima da região que já apresenta características de altas temperaturas durante o ano todo.

Degradação das áreas exploradas, na Fase 1 de implantação dessas vias asfálticas será necessária a aquisição e utilização de materiais para a construção das obras de infraestrutura viária. Tais materiais, como os agregados podem ser encontrados e explorados em área de empréstimos que se não recuperadas causam danos ao meio ambiente, principalmente sobre o meio físico.

A exploração de materiais de construção tem causado perdas ambientais consideráveis, tanto por sua condição predatória, como pelo desperdício e, ainda, pela falta permanente de recuperação das áreas das escavações. Estas atividades costumam exigir o desmatamento e a remoção do solo orgânico de extensas áreas, tornando-as inaptas a qualquer uso quando não se tomam medidas visando sua recuperação. As cavas resultantes tornam-se lagos que, se não drenados, tem as mesmas consequências daqueles criados pelas caixas de empréstimos.

Alteração topográfica e mudança na paisagem, nas comunidades locais, a alteração da paisagem decorrente da implantação das vias asfálticas e de seus novos acessos pode ser considerada positiva, se for vista como evidência do desenvolvimento para a cidade de Teresina-PI. Para avaliação ambiental, a

descaracterização de paisagens naturais é considerada de natureza negativa. As atividades que poderão afetar de modo significativo a geomorfologia na área são a remoção da cobertura vegetal, remoção e armazenamento do solo.

Outra significativa mudança de paisagem sem dúvida é a própria via, gerando um impacto positivo do ponto de vista estético. A mudança na paisagem apresenta efeitos que podem ser sentidos tanto na Fase 1 de implantação, quanto na Fase 2 de operação do empreendimento. A alteração topográfica, resultará das cavidades realizadas para a aquisição de materiais de empréstimo, necessários para a substituição de solos moles e construção de aterros. Por sua vez, as escavações necessárias para a substituição de material do subleito, irão gerar sedimentos a serem dispostos em áreas de bota-fora.

A alteração topográfica é um impacto adverso, pois resultará em passivos, ambientais, como cavidades e áreas de disposição de entulhos, contudo, correrá apenas na Fase 1 de implantação. Mediante projeto específico, esses locais deverão ser objeto de recuperação, sendo de responsabilidade da empresa responsável pelas obras. O impacto de modificações no relevo é de ocorrência certa, a ser deflagrado na área de influência direta de cada empreendimento. Esse impacto será permanente e de caráter irreversível. Entretanto, as áreas de obtenção de material de empréstimo e de bota fora, bem como as utilizadas para canteiros de obras, constituem locais onde há possibilidade de retorno das condições originais, pois são passíveis de reafeiçoamento do terreno e de revegetação.

Instabilização de terrenos e taludes, os adensamentos e recalques podem ocorrer nos segmentos onde foram identificadas grandes espessuras de camada de solo orgânico. Estes impactos podem surgir após a implantação das obras, quando se intensificará a movimentação de veículos, especialmente os de carga pesada. As áreas de taludes próximas as vias asfálticas, quando sujeitas a percolação de água superficial, podem instabilizar-se, o que resultaria em erosões e escorregamentos. Este impacto adverso pode ocorrer tanto no período de Fase 1 de implantação das obras quanto na Fase 2 de operação dos trechos das vias ampliadas. Estes impactos serão restritos à área de implantação do empreendimento e com certeza de ocorrência, caso não sejam tomadas medidas de controle.

Geração de sedimentos e assoreamento, a geração de sedimentos e o assoreamento de corpos hídricos são processos sempre presentes em empreendimentos que envolvam serviços de movimentação de terra, desde que não

sejam adotadas medidas destinadas à sua contenção. Estes processos são resultantes da ação erosiva da água da chuva sobre o solo nu ou desagregado.

As principais consequências destes processos correspondem à geração e carreamento de sedimentos ao interior dos corpos d'água transpostos pelo empreendimento, bem como dos dispositivos e obras de arte destinadas à drenagem do corpo estradal. A intensidade deste impacto é condicionada pelo regime de chuvas no local da obra, pela quantidade do material mobilizado, e pelo tipo de solo e declividade natural do terreno, além, conforme já exposto, da efetividade das medidas preventivas adotadas.

O incremento na carga sedimentar provoca o aumento da turbidez e a concentração de sólidos suspensos e sedimentáveis, além de reduzir os níveis de transparência das águas. Com isso, ficam prejudicadas as comunidades aquáticas. Sobre os dispositivos de drenagem dos trechos, o acúmulo de sedimentos acarreta o seu precoce desgaste, ocasionando o rompimento de tubulações, bueiros, aterros, etc. Apesar de adverso, este impacto provavelmente terá fraca magnitude, em função do relevo predominante no local das obras, com baixas declividades, que não favorece o surgimento de fluxos hídricos concentrados e de alta energia. Podem ser contornados mediante a adoção de procedimentos de proteção do solo e drenagem das áreas submetidas à escavação. A abrangência está restrita ao local das obras, bem como às áreas de empréstimos e jazidas, ocorrendo de maneira mais intensa durante a Fase 1 de implantação do empreendimento.

Alteração da rede de drenagem, na Fase 1 de implantação pode ser necessária a drenagem da água do rio para a execução de aterros e/ou obras de artes ou ainda para a construção das estruturas de fundação. Esta variação pode ocasionar influência na fauna aquática e na vegetação do entorno do curso d'água. Ainda pode ser ocasionado o carreamento de solo e o assoreamento de pontos devido à abertura dos drenos e canais de desvio. A geração de taludes de cortes e aterros provocará alterações no escoamento superficial das águas, tanto na velocidade como na concentração de fluxos de escoamento das águas superficiais. Essas alterações poderão ocorrer nas áreas onde esses taludes de cortes e aterros serão mais extensos, devido à interceptação de maior número de micro talvegues e respectivos direcionamentos a sistemas de drenagem superficial. Pode-se destacar ainda que na Fase 2 de operação de cada via asfáltica, os sistemas de drenagem deficientes tem sido sempre os maiores causadores de problemas para a conservação de rodovias

sejam elas de pequeno ou grande porte, afetando as propriedades lindeiras e gerando problemas para a população. O controle dos impactos negativos derivados dependerá da elaboração e fiscalização da execução do projeto e o atendimento as recomendações dos Programas Ambientais.

Geração e/ou aceleração de processos erosivos, quando da Fase 1 de implantação do empreendimento, o desmatamento, por menor que seja, e a terraplanagem, onde for necessária, poderá dar início ou acelerar processos erosivos em curso, seja do tipo laminar, moderado ou forte, seja em sulcos, que poderão evoluir para ravinamentos de escoamento superficial concentrado, alterando a estabilidade de possíveis encostas existentes, caso não sejam adotadas medidas preventivas e corretivas durante a fase de implantação do empreendimento. Esse impacto poderá contribuir para o assoreamento do rio Poti, visto que as Obras do Prolongamento da Avenida Cajuína e a Implantação da Avenida Marginal Poti Sul, margeiam o Rio Poti.

Contaminação do solo e água por substâncias poluentes orgânicas e inorgânicas transportadas, a geração de sedimentos e o assoreamento de corpos hídricos são processos sempre presentes em empreendimentos que envolvam serviços de movimentação de terras, desde que não sejam adotadas medidas destinadas à sua contenção. Estes processos são resultantes da ação erosiva da água da chuva sobre o solo nu ou desagregado. As principais consequências destes processos correspondem à geração e carreamento de sedimentos ao interior dos corpos d'água existentes nas proximidades do empreendimento, bem como dos dispositivos e obras de arte destinadas à drenagem do corpo estradal.

Na Fase 2 de operação pode haver interferências na qualidade da água superficial, em caso acidentes com transporte de produtos perigosos, que podem atingir o corpo d'água, no caso o Rio Poti, se não adotadas as medidas de contenção do produto necessárias. Alterações nas águas subterrâneas poderiam ocorrer em caso de contaminação do solo por produtos químicos, como óleos lubrificantes, graxas e derramamento de combustível durante a operação de maquinários e equipamentos, isso durante a construção da via. Na operação da via as águas subterrâneas podem ser afetadas em decorrência de acidentes com produtos químicos perigosos transportadas pela via, sobretudo, em decorrência das características do solo da área.

Poluição da água por disposição inadequada de Resíduos Sólidos, durante a Fase 1 de implantação, a concentração de pessoal junto ao canteiro de obras é geradora de resíduos sólidos. Os rejeitos da construção civil também são

considerados como resíduos sólidos e, caso não sejam dispostos em local adequado, são potencialmente poluidores dos recursos hídricos.

Na Fase 1 de implantação os resíduos sólidos serão constituídos principalmente por sobras de materiais de construção (areia, brita, cimento), entulhos dos diversos tipos de serviços, concretos, madeiras, embalagens de produtos, além de resíduos provenientes das demolições das estruturas existentes nos locais onde haverá terraplenagem e construções. Os aspectos referentes ao lixo gerado pelo pessoal da obra serão equacionados através da implantação de coleta seletiva no canteiro, para posterior reciclagem e/ou encaminhamento ao serviço de limpeza urbana. Esses resíduos serão recolhidos em caçambas apropriadas. Cabe ressaltar que os trabalhos de coleta seletiva para reciclagem ocorrerão no início das obras.

Alteração no desenvolvimento das atividades minerárias, na Fase 1 de implantação do empreendimento será necessária a aquisição e utilização de materiais para a construção das obras de infraestrutura viária. Tais materiais, como os agregados podem ser encontrados e explorados em área de empréstimos que se não recuperadas causam danos ao meio ambiente, principalmente sobre o meio físico. Estas atividades costumam exigir o desmatamento e a remoção do solo orgânico de extensas áreas, tornando-as inaptas a qualquer uso quando não se tomam medidas visando sua recuperação.

Risco de alteração no patrimônio arqueológico, cultural e ambiental, Com a implantação da avenida marginal poti sul, deverá haver intervenções na área de influência do Parque Municipal Floresta Fóssil, uma unidade de conservação municipal criada pelo Decreto N° 2.195/93, com delimitação definida pelo Decreto N° 7.444/07. De acordo com esse Decreto, a área do Parque compreende cerca de 71.406,93 m² e perímetro de 1.777, 53 metros, tendo como limites ao norte: Rio Poti; ao sul: a avenida Higino Cunha; ao leste o Rio Poti e ao oeste: a Av. Barão de Castelo Branco. A área foi tombada pelo Instituto do Patrimônio Artístico e Nacional – IPHAN, através da Portaria nº 109 de 2010. O empreendimento também atingirá parte das formações das matas ciliares do Rio Poti, que apesar de já se encontrarem bastante alteradas, ainda mantêm uma boa diversidade da flora componente dessa vegetação.

A Legislação aplicável em relação à supressão de vegetação necessária a implantação de vias nas margens do Rio Poti é a Resolução CONAMA nº 369/2006, Art. 1º. que define os casos excepcionais em que o órgão ambiental competente pode autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação

Permanente para a implantação de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social, ou para a realização de ações considera das eventuais e de baixo impacto ambiental. Dessa forma o desenvolvimento das obras ao provocar alterações no terreno poderá resultar em interferência em ambientes de sítios arqueológicos ali presentes. A alteração e/ou destruição do patrimônio arqueológico presente na área do empreendimento provocará a perda de informações importantes para o conhecimento da Memória Nacional.

Alteração nos habitats e hábitos da fauna, quanto à fauna, o local de implantação das obras já faz parte de uma área totalmente antropizada, localizada em bairros de grande contingente populacional da cidade e com fluxo ativo de veículos e pessoas, fato que sugere que parte da fauna local já busca abrigo em locais mais resguardados na região. Conforme informado no diagnóstico ambiental elaborado para as vias asfálticas em estudo, a fauna terrestre local é composta de pequenos animais do grupo dos reptéis, aves e mamíferos. As espécies animais que costumam habitar estas áreas, geralmente apresentam maior potencial biótico, ou seja, são capazes de exercer nichos mais diversificados, sendo também comuns em áreas alteradas.

Supressão da vegetação nativa, conforme o diagnóstico ambiental feito para o fator vegetação das vias asfálticas em estudo, o trecho a ser implantada a nova via se dará em área já antropizada e constituída de vegetação forte presença de indivíduos de médio porte e de alguns de grande porte, bem como de vegetação rasteira. A remoção de biomassa vegetal, que inclui o corte de algumas árvores de várias espécies, é um impacto que provocará alterações locais na composição, estrutura e dinâmica da comunidade e caracteriza-se como um impacto permanente, incidente na ADA. Considerando o trecho a ser implantada a vias que margeiam o Rio Poti, deverão ser suprimidos aproximadamente 6,2 hectares de vegetação as quais deverão apresentar diâmetro menor ou igual a 15 cm. Contudo, deverão ser preservadas a faixa de vegetação da APP considerada para o Rio Poti, que é de 100 metros.

Alteração no cotidiano da população da área de influência, este impacto está relacionado a situações provocadas tanto pelo processo construtivo, quanto na fase de operação do empreendimento. Na Fase 1 de implantação da via e dos seus acessos ocorrerão atividades que podem causar desconforto para os moradores nas áreas marginais. A geração de ruídos e poeira nas proximidades de áreas habitadas ou de trabalho, a presença de trabalhadores, a intensificação do trânsito, a presença

de equipamentos pesados, descartes e deposição de materiais, são algumas das situações que afetam diretamente o cotidiano da população. Na Fase 2 de operação as alterações serão em sua maioria de caráter positivo, visto que a nova via se traduz em mais uma alternativa viária para a população da cidade. Porém, ainda que insignificante, apresenta o aumento do risco de acidentes como ponto negativo, durante a operação da nova via.

Acidentes com trabalhadores da obra, durante toda a Fase 1 de implantação do empreendimento, a dinâmica dos trabalhos de preparação do terreno (escavações e terraplenagem) e as obras propriamente ditas (operação de equipamentos, pavimentação, obras de arte e serviços gerais determinarão o aumento da possibilidade de ocorrência de acidentes de trabalho com pessoas (operários), veículos e máquinas. Nessa fase (construção/implantação) ocorrerá uma mobilização e deslocamento de máquinas e veículos, os trabalhadores terão contato direto com materiais que, se não manuseados corretamente, poderão causar acidentes e até a morte, bem como problemas de saúde, como problemas respiratórios devido a emissão de poeiras e fuligem. A possibilidade de ocorrência de acidentes trabalho pode ainda ser favorecida por turnos mais longos de atividade, como também na execução de serviços de alto risco. Porém, com o final das obras o nível de acidentes tenderá a decrescer.

Acidentes decorrentes da operação do empreendimento, de outra forma, na Fase 2 de operação de cada via e de seus acessos tenderá a acarretar uma intensificação no tráfego, podendo ocasionar problemas como o aumento de acidentes com pedestres e com veículos. Na operação, os riscos maiores são as travessias de populações lindeiras e os possíveis acidentes envolvendo cargas perigosas.

Incremento da arrecadação tributária da cidade, a contratação de mão-de-obra, serviços, aquisição de materiais e equipamentos relacionados direta ou indiretamente ao empreendimento, trará significativo incremento ao processo de arrecadação de tributos na região dos bairros beneficiados durante as fases de construção e de operação do empreendimento. No que se refere à operação da nova via e de seus acessos, pode-se mencionar o efeito multiplicador das receitas advindas de tributos relativos à possibilidade de atração de novas atividades, tendo em vista que haverá considerável melhoria de tráfego, beneficiando, principalmente, as regiões sul, leste e sudeste de Teresina.

Geração de expectativas, é comum que a construção de empreendimentos como esse atraia a atenção das populações afetadas, criando um clima de inquietação e ansiedade nas comunidades locais. Geralmente são dúvidas sobre os impactos que o empreendimento acarretará a região, quais implicações trarão para a vida dos habitantes, e quais os benefícios da sua utilização.

Mitigação dos Impactos Ambientais por Fase

Para a proposição de medidas mitigadoras, além da legislação, também se embasou na experiência da equipe técnica atuante com obras de pavimentação asfáltica.

Na Fase 0 Preliminar (Planejamento/Projeto) da Obra de Pavimentação Asfáltica, tem-se os seguintes impactos Ambientais:

- Geração de dados sobre a natureza da mobilidade do trânsito da área de influência de cada via asfáltica.

Medida Potencializadora: Garantir o levantamento de dados sobre as condições do trânsito na região, com o intuito de compor dados sólidos para a estruturação da avenida, para proporcionar ganhos a mobilidade urbana da cidade de Teresina.

Na Fase 1 de implantação e Fase 2 Operação da Obra de Pavimentação Asfáltica, tem-se os seguintes impactos Ambientais:

- Geração de emprego e renda através da criação de postos de trabalho;

Medida Potencializadora: Priorizar a contratação de mão-de-obra local.

- Alteração da estrutura do solo;

Medidas Mitigadoras: Remover o solo estritamente necessário; limitar a remoção do horizonte orgânico; acumular e estocar o horizonte orgânico para posterior reaproveitamento na recuperação de áreas degradadas; evitar o acúmulo de água em caixas de empréstimo; Utilizar material de classificação inferior como dissipadores de energia de água na saída de bueiros para evitar erosão e assoreamento; executar perfeito acabamento de taludes para manutenção de estabilidade e evitar a erosão.

- Geração de ruídos e vibrações;

Medidas Mitigadoras: Manutenção preventiva e corretiva periódica dos maquinários, equipamentos e veículos; Exigência de utilização de EPI's por parte de todos os funcionários da obra; Execução do Programa de Gestão Ambiental; Controle do horário de trabalho, com especial atenção as atividades localizadas nas proximidades de áreas habitadas. Solicitar das empresas que utilizem equipamentos que atendam as normas de segurança do trabalho, referente a ruído e vibrações.

- Alteração da qualidade do ar;

Medida Mitigadora: Manutenção preventiva e corretiva periódica dos maquinários, equipamentos e veículos; Planejamento das operações de transporte de materiais e equipamentos, com a adoção de cuidados especiais em áreas próximas a zonas habitadas; Proteção de cobertura (lonas) no transporte de materiais emissores de poeiras; Utilização de carros-pipa para o umedecimento do solo de acordo com a necessidade em operações que emitam quantidade excessiva de poeira; Incremento da fiscalização quanto à regulação adequada dos motores e controle de velocidade. Exigência de utilização de EPI's por parte de todos os funcionários da obra; Execução do Programa de Gestão Ambiental.

- Degradação das áreas exploradas;

Medidas Mitigadoras: Recomposição e suavização da topografia da área; remoção e armazenamento, de forma adequada, do material vegetal e das camadas superficiais do solo, para futuro aproveitamento na recomposição do terreno; e replantio da vegetação original com espécies nativas, devem ser incentivadas. Acumular e estocar o horizonte orgânico para posterior reaproveitamento na recuperação de áreas degradadas; Implantação do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

- Alteração topográfica e mudança na paisagem;

Medida Mitigadora: Remover o solo estritamente necessário; deverão ser utilizadas jazidas já licenciadas ou em fase de regularização nos órgãos competentes; O material identificado como bota-fora (solo mole removido) será utilizado para a reconstituição do perfil topográfico das áreas de empréstimo e para o retaludamento e reafeiçoamento das faixas de domínio dos trechos prolongados; Proteger as áreas de solos expostos com materiais naturais ou artificiais, evitando propagação de

processos erosivos, deslizamentos e assoreamentos; Evitar efetuar obras em remanescentes florestais e locais de valor paisagístico; Realizar a recomposição da vegetação ciliar; Adotar procedimentos que minimizem o impacto visual em locais onde não for possível evitar a intervenção em áreas mais frágeis; Recompôr as formas originais de relevo nas áreas que serão modificadas, tentando reintegrar à área à paisagem do entorno. Implantação do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

- Instabilização de terrenos e taludes;

Medida Mitigadora: Proteger as áreas de solos expostos com materiais naturais ou artificiais, evitando propagação de processos erosivos, deslizamentos e assoreamentos; executar limpeza permanente de talvegues; projetar descarga das obras em terrenos estáveis; Evitar a formação de poços e piscinas na construção de bueiros. Serviços de terraplenagem nas áreas de apoio deverão ser efetuados de forma a evitar a propagação de processos erosivos; resguardar os taludes de cortes e/ou aterros, sempre que possível, em tempo hábil, a fim de também proteger as instalações e preservar o terreno contra a erosão, com o plantio de espécies herbáceas (revegetação) e alocação de dispositivos de drenagem e contenção.

- Geração de sedimentos e assoreamento;

Medida Mitigadora: Serviços de terraplenagem nas áreas de apoio deverão ser efetuados de forma a evitar a propagação de processos erosivos; Planejar os serviços de terraplenagem necessários nas áreas de bota-fora e de empréstimos com o objetivo de evitar processos erosivos e consequente risco de carreamento de sólidos para o leitos do rio; Implantação do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD); Execução cuidadosa dos serviços de concretagem na construção de obras de arte, para que os resíduos sólidos e líquidos não alcancem a calha do rio.

- Alteração da rede de drenagem;

Medida Mitigadora: Remover o solo estritamente necessário; Os dispositivos de drenagem e de controle da erosão devem ser corretamente dimensionados e estrategicamente instalados nas proximidades das áreas de intervenção; Efetuar permanente sistema de monitoramento e conservação das estruturas de drenagem;

Selecionar os locais mais adequados para o material de descarte e áreas de empréstimos.

- Geração e/ou aceleração de processos erosivos;

Medida Mitigadora: Acumular e estocar o horizonte orgânico para posterior reaproveitamento na recuperação de áreas degradadas; Serviços de terraplenagem nas áreas de apoio deverão ser efetuados de forma a evitar a propagação de processos erosivos; As áreas de bota-fora deverão ter proteção lateral para evitar o carreamento de materiais para as águas em decorrência de chuvas. Manter ao longo da fase de operação da rodovia um permanente sistema de monitoramento e conservação de todas as estruturas de drenagem e proteção vegetal ao longo da via, com visitas periódicas de inspeção e determinação de ações corretivas a serem executadas; Programar os serviços de terraplenagem levando em consideração os elementos climáticos, de modo que sejam evitados trabalhos nos meses mais chuvosos; Implantar o programa de Prevenção e Controle dos Processos Erosivos.

- Contaminação do solo e água por substâncias poluentes orgânicas e inorgânicas transportadas;

Medida Mitigadora: Na fase de implantação as oficinas e depósitos de combustíveis devem possuir coletores de resíduos e caixas separadoras de água/óleo. As trocas de óleo de máquinas e veículos deverão ser realizadas com o devido cuidado, colocando-se o óleo queimado em vasilhames, para serem recolhidos e destinados ao reaproveitamento, proibindo-se o lançamento em cursos d'água ou no solo; nunca realizar a lavagens de máquinas e equipamentos nas drenagens da região; evitar a manutenção de veículo ao longo da estrada, em especial nas imediações das drenagens; treinamento e orientação aos operários da obra, especialmente os que manejam as máquinas pesadas, visando transmitir-lhes conceitos sobre a importância de se preservar o ambiente natural. Operação: Previsão das cargas perigosas que venham a ser transportadas na rodovia tais como: combustíveis, lubrificantes, agrotóxicos, fertilizantes e substâncias químicas em geral; treinamento dos motoristas – funcionários das obras (durante a construção) e usuários (durante a operação) – e sinalização dos trechos críticos, para intervir em caso de derramamento de cargas tóxicas e/ou perigosas.

- Poluição da água por disposição inadequada de resíduos sólidos;

Medida Mitigadora: Estabelecer normas e especificações a serem acatadas pelas empreiteiras no manuseio e estocagem de produtos capazes de provocar a contaminação dos solos; execução do Plano de Educação Ambiental aos operários da obra; instalação/ampliação dos sistemas de coleta de lixo; correta manipulação do resíduo sólido, incluindo as etapas de acondicionamento, coleta, transporte e tratamento e/ou disposição final; uso de recipientes apropriados para o acondicionamento, atendendo as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT); instalação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

- Alteração no desenvolvimento das atividades minerárias;

Medidas Mitigadoras: Elaboração de planos de exploração racional de jazidas; monitoramento, controle e adequação desses planos ao longo da exploração; desenvolvimento de Plano de Recuperação de Área Degradada, para a fase de pós-exploração; e exigência dos respectivos Licenciamentos Ambientais aos fornecedores de material de construção.

- Risco de alteração no patrimônio arqueológico, cultural e ambiental;

Medidas Mitigadoras: Fase de implantação: Elaboração de projeto para o IPHAN, visando obtenção de permissão de pesquisa; elaboração de estudos para identificação de sítios arqueológicos na área de implantação da via; Se identificados sítios arqueológicos: realizar a delimitação e isolamento dos mesmos; evitar o desmatamento em áreas com sítios arqueológicos; realizar acompanhamento arqueológico quando dos serviços de terraplanagem; Registrar os sítios encontrados junto ao IPHAN. Nesta área ficam proibidos terminantemente: acampamentos, instalações de apoio, refeitórios e, especialmente, o uso de fogo (mesmo no caso de se destinar ao aquecimento de alimentos ou bebidas) e a retirada de árvores e madeira para escoramentos e outras atividades que possam reduzir a faixa de preservação permanente; os trabalhadores fumantes deverão ser instruídos para que tenham cuidado com fósforos, isqueiros e tocos de cigarros, em virtude dos riscos de incêndio; instalação de placas educativas ao longo do trecho que compõe as faixas de APP e UC; implantação de medidas de compensação ambiental conforme reza a resolução CONAMA nº 371/06 que estabelece diretrizes aos órgãos ambientais para o cálculo, cobrança, aplicação, aprovação e controle de gastos de recursos advindos

de compensação ambiental, conforme a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC e dá outras providências.

- Alteração nos habitats e hábitos da fauna;

Medida Mitigadora: Evitar a implantação de canteiros de obras próximos a ambientes florestados e desmatamentos desnecessários; controlar a entrada de pessoal da obra nas áreas de mata próximas ao empreendimento; adotar Módulos Específicos de Educação Ambiental, dedicados ao esclarecimento dos operários das obras e da população circunvizinha; implantar sinalização indicadora das APPs; e fiscalização e repressão de não conformidades.

- Supressão da vegetação nativa;

Medida Mitigadora: Evitar desmatamentos desnecessários em áreas externas à faixa de domínio definida para a via; determinar o destino final do material retirado buscando reaproveitá-lo nas áreas alvo de recuperação e revegetação; supressão lenta e gradual da vegetação, de forma a favorecer a fuga de determinados animais; adotar a recuperação da cobertura ciliar como compensação ambiental; determinar, junto aos órgãos competentes, locais apropriados para a aplicação de medidas de compensação.

- Alteração no cotidiano da população da área de influência;

Medida Mitigadora: Adotar a transparência e a comunicação constante do empreendedor com a população local; planejar a mobilização de mão-de-obra, máquinas, materiais e equipamentos, de forma a minimizar as perturbações na vida da população residente; manter contato constante com as Prefeituras, Sociedade Civil Organizada e demais representações das comunidades; ações de recuperação de passagens que minimizem os impactos de interrupção dos acessos; planejar ações para preservar e/ou compensar a supressão das áreas de recreação; sinalização adequada e informações à comunidade sobre as alterações nas condições de tráfego nos acessos e, principalmente, noções educativas sobre o fluxo de pedestres nos locais onde ele for mais intenso.

- Acidentes com trabalhadores da obra;

Medida Mitigadora: Priorizar a contratação de mão-de-obra local; realizar exames médicos admissionais, bem como periódicos, durante o tempo de duração das obras; tratar adequadamente a água de abastecimento dos canteiros, bem como todos os efluentes oriundos dos mesmos; evitar a formação de ambientes propícios à proliferação de vetores – lixo, águas empoçadas e outros; desenvolver atividades de educação em saúde, que deverão abranger toda a mão-de-obra contratada; fiscalizar continuamente as condições sanitárias dos canteiros de obras; implementação do Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT).

- Acidentes decorrentes da operação do empreendimento;

Medida Mitigadora: Providenciar redutores de velocidades e sinalização adequada para o trecho; planejar o transporte dos materiais de construção, bem como dos equipamentos, com o uso de veículos pesados; prestar informações às comunidades a serem afetadas pelo tráfego de veículos proveniente das obras e, quando necessário, contatos com as prefeituras para as modificações necessárias nos fluxos das vias, de modo a aumentar a segurança dos usuários. Monitoramento da fauna, com um plano de regaste dos animais, evitando mortes por causa de atropelamento e outros.

- Incremento da arrecadação tributária da cidade;

Medida Mitigadora: Priorizar a contratação de mão-de-obra local e a aquisição de bens e serviços de fornecedores locais; criar cursos de capacitação e treinamento para absorção da mão-de-obra local na operação do empreendimento.

- Geração de expectativas.

Medida Mitigadora: Promover informação adequada das mudanças que ocorrerão; Programa de interação com a comunidade, esclarecimentos e acompanhamentos dos diversos grupos envolvidos com a obra.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstraram que é possível executar obras de pavimentação, reduzindo os efeitos ao meio, visto que conhecendo a situação

ambiental do empreendimento, é possível adotar técnicas construtivas que diminua os impactos ao meio ambiente.

Conhecer a área de influência da interferência viária, a legislação ambiental e as boas práticas construtivas, fornece subsídios para a tomada de decisão visando a redução dos impactos ambientais das obras viárias.

Outro ponto que fica evidente neste artigo, é que a aplicação dessas medidas mitigadoras, necessita de uma atuação forte da Gestão Ambiental, sendo necessária em todas as fases da obra.

Os impactos aqui apresentados, ocorrem em praticamente todas as obras de pavimentação asfáltica, o que indica a necessidade de um controle ambiental, visando a manutenção da qualidade ambiental durante o período de implantação do empreendimento rodoviário.

REFERÊNCIAS

ACACIO, Arnaldo Souza; PACHECO, Maria dos Anjos Fernandes; PINHEIRO, Érica Cristina Nogueira Marques. **Análise de possíveis impactos ambientais resultantes de obras de pavimentação – Estudo de caso: um ramal de acesso no município de Iranduba**. Revista FT, Edição 122, maio de 2023.

COLETA DE DADOS CNT. **CNT inicia a coleta de dados da Pesquisa de Rodovias 2023**. Disponível em: <<https://cnt.org.br/agencia-cnt/cnt-inicia-a-coleta-de-dados-da-pesquisa-de-rodovias-2023>>. Acesso em: 2 set. 2024.

CNT. **Pesquisa CNT de rodovias 2023**. – Brasília : CNT : SEST SENAT : ITL, 2023.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução do CONAMA n 001** de 23 de janeiro de 1986. Brasília, 1992.

COSTA, Ana Beatriz De Sousa et al. **CHECK LIST” DOS IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA EM UMA IMPORTANTE AVENIDA NO ESTADO DO PIAUI**. In: A CONSTRUÇÃO CIVIL: EM UMA PERSPECTIVA ECONÔMICA, AMBIENTAL E SOCIAL-VOLUME 2. Editora Científica Digital, 2022. p. 89-102.

CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. **Avaliação e Perícia Ambiental**. – 9ª Ed. – Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2009.

Fearnside, P. M; & Laurance, W. F. **O futuro da Amazônia: os impactos do Programa Avanço Brasil**. Ciência Hoje, n.182, v.31, p.61-65. 2002.

Karr, J. R. Measuring biological integrity: lessons from streams. In: Woodley, S.; Kay, J. & Francis, G. (Eds.). **Ecological integrity and the management of ecosystems**. USA: St. Lucie Press, p. 83-104. 1993.

MAGALHÃES, Ivo Augusto Lopes; MARTINS, Renata Farah; DOS SANTOS, Alexandre Rosa. **Identificação dos impactos ambientais relacionados à pavimentação da Rodovia MG 307 no município de Grão Mogol, MG**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 6, n. 5, p. 40, 2011.

PESQUISA CNT. AGÊNCIA DE NOTÍCIAS. **Pesquisa CNT de Rodovias 2023 reforça a importância de maior investimento na malha rodoviária**. Disponível em: <<https://www.portaldotransito.com.br/noticias/mobilidade-e-tecnologia/transporte-de-carga/pesquisa-cnt-de-rodovias-2023-reforca-a-importancia-de-maior-investimento-na-malha-rodoviaria/>>. Acesso em: 2 set. 2024.

PESQUISA CNT. **CNT - Pesquisa de Rodovias**. Disponível em: <<https://pesquisarodovias.cnt.org.br/>>. Acesso em: 2 set. 2024.

PIRACELLI, Victor P. et al. **Emissões de poluentes atmosféricos em condições reais de pavimentação asfáltica: material particulado, black carbon e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos**. Química Nova, v. 43, p. 404-412, 2020.

SAVIETTO, Júlia Panzarin. **Análise de impactos ambientais da restauração de um pavimento asfáltico pela Avaliação do Ciclo de Vida**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Carlos-SP, 2017.

SILVA, Laura Cristina Paes De Barros. **A geração de impacto ambiental das obras de engenharia**. Biodiversidade, v. 16, n. 1, 2017.

Trombulak, C. S. & Frissel, A. C. **Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities**. Conserv. Biol., V.14. n.1. p. 18-30. 2000.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos na análise realizada, considera-se que este estudo atendeu satisfatoriamente aos objetivos declarados, identificando os potenciais impactos de vias asfálticas. A pesquisa descobriu que é claro que o uso pavimentação asfáltica em vias, por si só uma tecnologia que não traz somente benefícios, visto que a mesma gera inúmeros impactos ambientais na área de interferência.

A execução de qualquer obra impactará o meio ambiente. Quando se trata de implantação de vias asfaltadas, os danos ambientais são certos, devido ao vasto espaço de interferência que é ocupado pela execução de obras de infraestrutura viária. No caso dos solos, segundo muitos autores, a supressão da vegetação, a compactação, a erosão, os deslizamentos e a contaminação são os efeitos mais eloquentes.

Os impactos relacionados à erosão e supressão vegetal ocorrem com maior frequência e são, nesse sentido, mais relacionados que os demais; portanto, são apontados como os impactos ambientais negativos mais significativos decorrentes da implantação de vias com pavimentação asfáltica. Exemplos de ecossistemas vulneráveis expuseram características do solo, tipos de solo, precipitação e vento. Ressalta-se que a supressão da vegetação é o que mais desencadeia os demais impactos ambientais negativos, pois não há como construir qualquer tipo de projeto rodoviário sem primeiro retirar a cobertura vegetal natural.

Outro impacto relevante é a contaminação do solo. Geralmente, só é levado em consideração quando afeta corpos hídricos. Mas vale ressaltar que tal impacto provoca uma alteração significativa na área de interferência, uma vez que, na grande maioria das obras de pavimentação asfáltica, o solo deve ser substituído por um solo que atenda às características determinadas, pelas normas técnicas para cada uma das camadas do pavimento.

Portanto, todos os problemas ambientais devem ser resolvidos de forma conjunta e justa. Os impactos ambientais resultantes da implementação ou reabilitação de estradas asfaltadas devem constituir um grande alerta na investigação devido à enorme dimensão que caracteriza as obras rodoviárias e às mais diversas tipologias de impactos, existindo como tal componentes viáveis para a elaboração de planos de ação, visando reduzir ou minimizar as condições de exposição da população e/ou área as interferências de obras de pavimentação asfáltica.

A educação ambiental é vista como uma ferramenta essencial para aumentar a percepção da importância da preservação e conservação do meio ambiente dentro de uma sociedade e desenvolver ações e práticas que visem fomentar novos hábitos e compreender como as pessoas se relacionam com a natureza. Como partes interessadas na formação profissional, as universidades são instadas a encontrar formas de formar profissionais que sejam mais responsáveis e conscientes do seu papel na proteção do ambiente, procurando estratégias de resolução de problemas ambientais.

Os resultados da pesquisa apresentam o perfil e o nível de conhecimento de agrimensores e engenheiros civis sobre a visão sobre o conhecimento sobre educação ambiental. Viu-se também que os profissionais valorizam a educação ambiental como uma importante formação profissional que constitui uma rotina no âmbito do trabalho e também um dever humano de salvar o meio ambiente.

Normalmente, as opiniões e percepções dos entrevistados são referidas como informações importantes para orientar ações e práticas na área de desenvolvimento de atividades sustentáveis, medidas que podem ser agregadas à rotina da construção para estimular o respeito dos engenheiros pelos valores ambientais e sociais, segundo ao que preconiza a Política Nacional do Meio Ambiente - Lei 6.938/81: "A educação ambiental deve estar inserida em... todos os níveis de ensino, inclusive no sistema de ensino comunitário, visando capacitá-los a participar ativamente na proteção ambiental ... maneira de defender o meio ambiente."

Os resultados mostraram que é possível implementar pavimentação e, com isso, reduzir os impactos ambientais, uma vez que as informações sobre a situação ambiental do empreendimento permitem iniciar métodos construtivos que proporcionem uma redução do impacto ao meio ambiente.

A conscientização da área de influência das interferências rodoviárias, da legislação ambiental e das boas práticas construtivas auxilia na tomada de decisões para reduzir os impactos ambientais provenientes de obras rodoviárias.

O que mais fica evidente nesta dissertação é que a implementação destas medidas mitigadoras exige um ato contundente de Gestão Ambiental que deve estar presente em todas as fases da via asfáltica, visto que tem-se impactos em praticamente todas as obras de pavimentação asfáltica.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Danielle Portela De et al. **Percepção ambiental sobre o ambiente no contexto socioeducativo: desafios e possibilidades**. VII CONEDU - Conedu em Casa... Campina Grande: Realize Editora, 2021.
- AGUIAR, R. U.; PEREIRA, M. S. C. **Educação ambiental na engenharia**. 2007. Monografia (Especialização em Docência do Ensino Superior) – Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, 2007.
- Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel>>. Acesso em: 7 jul. 2024.
- AMORIM, R R; OLIVEIRA, R C de. **Análise geoambiental dos setores de encosta da área urbana de São Vicente-SP**. SOCIEDADE & NATUREZA (UFU. ONLINE), v. 19, p. 123-138, 2007.
- AQUINO, C. M. S.; VALLADARES, G. S. **Geografia, Geotecnologias e Planejamento Ambiental**. Geografia (Londrina), v.22, p. 117-138, 2013.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edição 70, 2009.
- BARROS FILHO, O. X.; RIVELINI, A. R. B. **Vícios Construtivos Em Obras Públicas: Um Estudo De Caso Em 27 Obras**. Revista Uningá Review, col. 28, n. 2, pp. 16-23, 2016
- BATISTA, Leidiane Priscilla de Paiva et al. **Percepção ambiental como instrumento para a educação ambiental**. VI CONEDU – Fortaleza-CE: Realize Editora, 2019.
- BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação Asfáltica – Formação Básica para Engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRÁS: ABEDA, 2010.
- BRASIL, 2012. RESOLUÇÃO Nº 466, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2012. <https://conselho.saude.gov.br/resoluções/2012/Reso466.pdf>. Acesso em: 01 Jan 2023.
- BRASIL, 2019. RESOLUÇÃO Nº 2, DE 24 DE ABRIL DE 2019. <https://abmes.org.br/arquivos/legislacoes/Resolucao-CNE-CES-002-2019-04-24.pdf>. Acesso em: 01 Jan 2023.
- BRASIL. Lei nº 8666, de 21 de janeiro de 1993. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8666cons.htm> Acesso em: 06 Nov 2023.
- BRASIL. Universidade Federal de Uberlândia. Instituto de Geografia, **Ficha de componente curricular**. Projeto Pedagógico, (2020,p.1). Disponível em: <<http://www.iciag.ufu.br/graduacao/engenharia-ambiental-e-sanitaria-uberlandia/fichas-de-disciplinas/vigente-a-partir-2020>>. Acesso em: 06 Nov 2023.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Manual de Preenchimento do Censo da Educação Superior 2023**: Módulo Curso. Brasília, DF: Inep, 2024

BID e MDR fazem parceria para melhorar mobilidade urbana de Teresina. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/noticias/bid-e-mdr-fazem-parceria-para-melhorar-mobilidade-urbana-de-teresina>>. Acesso em: 6 jul. 2024.

BOFF, Leonardo. **Saber cuidar: ética do humano – compaixão pela terra**. Petrópolis, RJ. Ed. Vozes. 1999.

BRÜGGER, Paula. **Educação ou adestramento ambiental?**. Florianópolis: Letras contemporâneas, 1993.

CARBONO. A Iberdrola se compromete a ser neutra em carbono até 2050. Disponível em: <<https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/comprometidos-objetivos-desenvolvimento-sustentavel/ods-13-acao-climatica>>. Acesso em: 7 jul. 2024.

CATAPRETA, C, A, A, ZAMBIASI, C, A. & LOYOLA, L, A, J. (2016). Uso da borracha de pneus na pavimentação como uma alternativa ecologicamente viável. IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. *VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*, Campina Grande/PB.

CHAVES, C. M. B. F. S.; SANTOS, L. P. dos. **Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável em Teresina**, Piauí, v. 19, n. 6, p. 150-165, 2023.

COLAGRANDE, Elaine Angelina; FARIAS, Luciana Aparecida. **Apresentação- Educação Ambiental e o contexto escolar brasileiro: desafios presentes**, reflexões permanentes. *Educar em Revista*, v. 37, p. e81232, 2021.

CONTROLADORIA GERAL DO ESTADO DO PIAUÍ. **Manual de Orientações para Execução e Fiscalização de Obras Públicas**. Piauí, 2014.

CRUZ, Danielle Keylla Alencar et al. **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e as fontes de dados para o monitoramento das metas no Brasil. Epidemiologia e serviços de saúde**, v. 31, n. spe1, p. e20211047, 2022.

CUNHA, R. P. da C. **A Influência da Mobilidade Urbana para a Real Experiência do Espaço Urbano de Teresina**. In: XVI Simpósio Nacional de Geografia Urbana, 2019. Vitória-ES, 2019.

DA RIVA, P. B. OBARA, A. T. **Percepção ambiental de alunos do curso de engenharia elétrica: um diálogo sobre a ambientalização curricular**. *Vivências*. Vol. 14, N 27: p. 209-222, 2018

DE JESUS, J. B.; DO NACIMENTO, R. F. Georeferencing rural properties and points indicators of environmental degradation in açude Marcela, Sergipe. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing v**, v. 11, n. 1, p. 11-17, 2021.

DE OLIVEIRA, C. A. A.; DE SOUSA ALMEIDA, W. M. **Análise da pavimentação asfáltica do DNIT e do município de Gurupi–TO. Research, Society and Development**, v. 11, n. 7, p. e5011729922-e5011729922, 2022.

DS. **Desenvolvimento sustentável: o que é e importância.** Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/desenvolvimento-sustentavel.htm>>. Acesso em: 8 jul. 2024.

DS. **Como adotar um estilo de vida sustentável? Dicas para potencializar seu compromisso verde.** Disponível em: <<https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/estilo-de-vida-sustentavel>>. Acesso em: 8 jul. 2024.

DS. **Desenvolvimento sustentável.** Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/desenvolvimento-sustentavel.htm>>. Acesso em: 8 jul. 2024.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT. **Manual de Pavimentação**. 3.ed. IPR. Publ. 719. Rio de Janeiro, 2006.

EA. **O que é Educação Ambiental?** Disponível em: <<https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/2023/06/o-que-e-educacao-ambiental/>>. Acesso em: 8 jul. 2024.

EA. **A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO CONTEXTO ESCOLAR** - Brasil Escola. Disponível em: <<https://meuartigo.brasilecola.uol.com.br/educacao/a-importancia-da-educacao-ambiental-no-contexto-escolar.htm>>. Acesso em: 8 jul. 2024.

EA. **O que educação ambiental tem a ver com o futuro?** Disponível em: <<https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/2021/01/o-que-educacao-ambiental-tem-a-ver-com-o-futuro/>>. Acesso em: 8 jul. 2024.

ELIAS. Seguimos fazendo esse link importantíssimo com os ODS, tentando trazê-los para a gestão no dia a dia organizacional. Na interseção entre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 e as Normas de Gestão ISO, encontramos uma conexão poderosa entre o ODS 3 - Saúde e Bem-Estar - e. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/ods-3-e-iso-14001-protetendo-o-meio-ambiente-para-elias-de-fran%C3%A7a-5lwgf/>>. Acesso em: 7 jul. 2024.

EMBRAPA. **O que são os ODS?** - Portal Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods/o-que-sao-os-ods>>. Acesso em: 7 jul. 2024.

Em Teresina, prefeitura ignora a mobilidade sustentável. Disponível em: <<https://www.mobilize.org.br/noticias/13213/em-teresina-prefeitura-ignora-a-mobilidade-sustentavel.html>>. Acesso em: 6 jul. 2024.

FERNANDES, R. S. et al. **O uso da percepção ambiental como instrumento de gestão em aplicações ligadas às áreas educacional, social e ambiental.** In: ENCONTRO DA ANPPAS, 2., 2004, Indaiatuba. Anais... Belém: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, 2004.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Esperança.** Ed. Paz e Terra. 245p. 1992.

GARLET, J.; DOROW, T. S. do C. **Percepção ambiental de alunos do ensino fundamental no município de Nova Palma, RS.** Revista Monografias Ambientais, [S. l.], v. 4, n. 4, p. 773–785, 2011.

GUIMARÃES, Mauro. **Educação ambiental crítica. Identidades da educação ambiental brasileira.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 25-34, 2004.

GOMES, Yasmin Leon et al. **Abordagens pedagógicas em Educação Ambiental: uma revisão sistemática.** Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, v. 104, p. e5221, 2023.

GOMIDE, Cássio Ribeiro et al. **Educação Ambiental: histórico, panorama atual e perspectivas futuras em instituições de ensino.** Educação Ambiental em Ação, v. 17, n. 66, 2018.

GUSMÃO, J. R. L. **Planejamento na Contratação de Obras Públicas.** Salvador, 2008.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo Demográfico 2022.** Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Estatísticas do Século XX.** Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. **Almanaque Brasil Socioambiental 2004.** São Paulo. Ed. Akano Editora Gráfica. 479p. 2004.

JUNIOR, J. O. da S. **Mobilidade urbana na cidade de Teresina-PI: uma investigação sobre a capacidade de fluidez do trânsito na região do centro.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual do Piauí, Teresina, 2023.

LANDIM, H. S. et al. A Degradação Ambiental e seus impactos à saúde humana. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, p. e4210716290-e4210716290, 2021.

LAKATOS, E M; Marconi, M de A. **Metodologia do Trabalho Científico: Projetos de Pesquisa / Pesquisa Bibliográfica / Teses de Doutorado, Dissertações de Mestrado, Trabalhos de Conclusão de Curso.** 8 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LAURANCE, B; Global 'roadmap' shows where top ut roads without costing the Earth. The Conversation. Ago. 2014. Disponível em: <<http://theconversation.com>>. Acesso em 30 de set de 2022

LAYRARGUES, P. P. A crise ambiental e suas implicações na educação. In: QUINTAS, J. S.(Org.). **Pensando e praticando a Educação Ambiental na gestão do meio ambiente**. 2. ed. Brasília: Ibama, 2002. p. 161-198.

LAVALL, Tuana Paula; OLSSON, Giovanni. Governança global e o desenvolvimento na sua pluridimensionalidade: um olhar sobre a Agenda 2030 das Nações Unidas. **Direito e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 51–64, 2019. DOI: 10.26843/direitoedesenvolvimento.v10i1.990. Disponível em: <https://periodicos.unipe.br/index.php/direitoedesenvolvimento/article/view/990>. Acesso em: 2 ago. 2024.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. **Complexidade e dialética: contribuições à práxis política e emancipatória em educação ambiental**. Educação & Sociedade, v. 26, p. 1473-1494, 2005.

MACEDO, Flavio Xavier De et al. **A importância da percepção ambiental e da topofilia como alternativa para o desenvolvimento da educação ambiental e sustentabilidade**. VII CONEDU - Conedu em Casa... Campina Grande: Realize Editora, 2021.

MAFRA ORSI, Raquel Fabiane; ALEXANDRE WEILER, Jaqueline Maria; LEMKE CARLETTO, Denise; VOLOSZIN, Michele. **Percepção ambiental: Uma experiência de ressignificação dos sentidos**. REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, [S. l.], v. 32, n. 1, p. 20–38, 2015.

MARCZWSKI, M. **Avaliação da percepção ambiental em uma população de estudante do Ensino Fundamental de uma escola municipal rural: um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Ecologia)-Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.

MATIAS, L. F.; CAPORUSSO, D. **Áreas verdes urbanas: avaliação conceitual e metodológica a partir do estudo de caso na cidade de Paulínia** – São Paulo, Brasil. Sociedade e Natureza (UFU. Online), v. 24, p. 143-156, 2012.

MEDINA, J.; MOTTA, L. M. G. **Mecânica dos Pavimentos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2005.

MELO, Rosane Gabriele C. de. **Psicologia ambiental: uma nova abordagem da psicologia**. Psicol. USP, São Paulo, v. 2, n. 1-2, p. 85-103, 1991.

MENDES, I. L. F.; REIS FILHO, A. A.; ESPINDOLA, G. M. 3. Uso do SIG na Delimitação e Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente do Rio Poti (Teresina/PI). In: **XIII Congresso Nacional de Engenharia de Agrimensura**, 2017, TERESINA - PI. Agrimensura: A Engenharia e as Novas Tecnologias, 2017.

Mobilidade Urbana | Teresina. Disponível em: <https://www.urbansystems.com.br/case-teresina>. Acesso em: 6 jul. 2024.

MOURA, E. **Apostila de Projeto de Pavimento**. Faculdade de Tecnologia de São Paulo (FATECSP), São Paulo, Brasil, 2011.

MÜLLER, Jackson. **Educação Ambiental – Diretrizes para a prática pedagógica**. Editora Famurs.146p. 1998

MUNHOZ, S. **10 exemplos de como sua empresa pode promover a educação ambiental**. Disponível em: <<https://blog.eureciclo.com.br/10-exemplos-educacao-ambiental/>>. Acesso em: 8 jul. 2024.

NEUMANN, H. R. **FORMAS DE PERCEPÇÃO DO AMBIENTE: Revisão crítica sobre o funcionamento dos sistemas sensoriais**. Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN), v. 2, n. 1, 6 dez. 2018.

NIEMEYER, Michelle Caroline. NIEMEYER, Carlos Augusto da Costa. **Percepção ambiental como estratégia de investigação do ambiente construído: Estudo de caso em ambiente de trabalho**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 03, Vol. 03, pp. 69-80. 2020.

NOGUEIRA, L. L. F.; ESPINDOLA, G.; CARNEIRO, E. L. N. C. **Análise da Ocupação Urbana na Zona Centro-Norte de Teresina: Considerações sobre a região do Encontro dos Rios**. **Revista Equador**, v. 5, p. 25-42, 2016.

NOGUEIRA, C. L. **Auditoria de Qualidade de Obras Públicas**. São Paulo, 2008.

NORMA DNIT 138/2010 – ES. **Pavimentação – Reforço do subleito – Especificação de Serviço**. Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR/DNIT.

NORMA DNIT 139/2010 – ES. **Pavimentação – Sub-base estabilizada granulometricamente - Especificação de Serviço**. Instituto de Pesquisas Rodoviárias– IPR/DNIT.

NORMA DNIT 141/2010 – ES. **Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente - Especificação de serviço**. Instituto de Pesquisas Rodoviárias –IPR/DNIT.

Obras em Teresina. Disponível em: <<https://www.mobilize.org.br/noticias/11024/obras-em-teresina-pi-reduzem-25-de-ciclovias.html>>. Acesso em: 6 jul. 2024.

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <<https://www.conexaoambiental.pr.gov.br/Pagina/Objetivos-de-Desenvolvimento-Sustentavel-ODS>>. Acesso em: 7 jul. 2024.

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. O que são os ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável? Disponível em: <<https://avozdaindustria.com.br/gestao/o-que-sao-os-ods-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel>>. Acesso em: 7 jul. 2024.

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. United Nations Development Programme. Disponível em: <<https://www.undp.org/pt/brazil/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel>>. Acesso em: 7 jul. 2024.

ODS 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima - Ipea - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/ods/ods13.html>>. Acesso em: 7 jul. 2024.

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. O que são os ODS e o que você tem a ver com isso? Disponível em: <<https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/2023/09/o-que-sao-os-ods-e-o-que-voce-tem-a-ver-com-isso/>>. Acesso em: 7 jul. 2024.

PALMA, Ivone Rodrigues. **Análise da percepção ambiental como instrumento ao planejamento da educação ambiental.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre-RS, 2005.

Percepção Ambiental. Yanduara: **Percepção Ambiental nos Quintais Urbanos.** Disponível em: <<https://yanduara--percepcao-ambiental-nos-quintais-urbanos.webnode.page/percepcao-ambiental/>>. Acesso em: 8 jul. 2024.

PINTO, Leila Cristina Botelho Carvalho Rodrigues. PINTO, João Rodrigues. **Percepção ambiental: Impactos provocados pela ação humana.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 09, Vol. 03, pp. 41-50. 2019.

PMT. **Plano Diretor Cicloviário Integrado de Teresina, PI - PDCI -Teresina.** Etapa 07 – Plano Diretor Cicloviário Integrado. Teresina-PI, 2015.

PMT. **Plano Diretor de Mobilidade Urbana Sustentável de Teresina.** Teresina-PI, 2024.

RAMPA. **Usuários flagram rampa com degraus e terminais sem acessibilidade em Teresina.** Disponível em: <<https://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/usuarios-flagram-rampa-com-degraus-e-falta-de-acessibilidade-em-terminais-de-teresina.ghtml>>. Acesso em: 6 jul. 2024.

REDAÇÃO. Percepção Ambiental: Ferramenta imprescindível na sensibilidade e conscientização ambiental, artigo de... Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2009/10/13/percepcao-ambiental-ferramenta-imprescindivel-na-sensibilidade-e-conscientizacao-ambiental-artigo-de-carol-salsa/>>. Acesso em: 8 jul. 2024.

Resolução CNE/CES 2/2019. Diário Oficial da União, Brasília, 26 de abril de 2019, Seção 1, pp. 43 e 44. Alterada pela Resolução CNE/CES nº 1, de 26 de março de 2021. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 6 julho 2024.

REZENDE, E N; ALVES COELHO, H. **Impactos Ambientais Decorrentes da Construção de Estradas e suas Consequências na Responsabilidade Civil** DOI: <[http://dx. doi. org/10.18840/1980-8860/rvmd](http://dx.doi.org/10.18840/1980-8860/rvmd)>. v9n2p155-180. **Revista do Mestrado em Direito da Universidade Católica de Brasília: Escola de Direito**, v. 9, n. 2 Jul/Dez, p. 155-180, 2016.

RIBEIRO, Rudyson Nascimento. **Os objetivos do desenvolvimento sustentável da Agenda 2030 da ONU analisando o ODS 7 e os impactos na realidade brasileira**. 2022.

RODRIGUES, M. L. et al. **A percepção ambiental como instrumento de apoio na gestão e na formulação de políticas públicas ambientais**. Saúde e Sociedade, v. 21, p. 96–110, dez. 2012.

ROMÃO, E. L. et al. **Percepção ambiental de alunos de graduação em engenharia sobre a importância da Educação Ambiental**. Revista Brasileira De Educação Ambiental (RevBEA), v. 15, n. 1, p. 194-208, 2020.

ROSA, Maria Arlete; KAUCHAKJE, Samira; FONTANA, Maria Iolanda. **Educação ambiental na escola: literatura internacional e análise de estudos brasileiros**. Revista Brasileira de Educação, v. 29, p. e290030, 2024.

SANTOS, Gesmar Rosa et al. **Objetivos de desenvolvimento sustentável: utopias e perspectivas para a gestão da água no Brasil**. Revista UFPR Desenvolvimento e Meio Ambiente. Seção especial - Água, Saneamento e ODS no Brasil: desafios, contradições e governança. Vol. 62, p. 887-903, 2023

SILVA, S. R da. **Circulação, Mobilidade e Transportes na Produção do Espaço Urbano: Pensando o Transporte Coletivo em Teresina-PI**. In: XVIII Encontro Nacional de Geógrafos, 2016, São Luis-MA. A construção do Brasil: Geografia, Ação Política e Democracia, 2016.

SILVA, R. F. C. da. ÁVILA, G. M. **Mobilidade urbana por bicicleta em teresina: Contribuições teóricas e projetuais para um plano diretor intervencionista**. In: Latin American Journal of Development, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 527-539, 2021.

SILVA, Ana Paula; SANTOS, Reginaldo Pereira dos. **Educação ambiental e sustentabilidade: é possível uma integração interdisciplinar entre o ensino básico e as universidades?**. Ciência & Educação (Bauru), v. 25, n. 3, p. 803-814, 2019.

SIMONETTI, H. **Estudo de impactos ambientais gerados pelas rodovias: sistematização do processo de elaboração de EIA/RIMA**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SORRENTINO, Marcos; KRASILCHIK, Myriam. **Educação ambiental e universidade: um estudo de caso**. 1995.

SOUSA, E. S. B. **Ambientalização curricular dos cursos de comunicação social/habilitação em jornalismo do piauí.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2015.

SOUZA, Vanessa Marcondes. Para o mercado ou para a cidadania? **A educação ambiental nas instituições públicas de ensino superior no Brasil.** Revista Brasileira de Educação, v. 21, p. 121-142, 2016.

SOUZA, Vanessa Marcondes; KELECOM, Alphonse; DE ARAUJO, Joel. **A educação ambiental: conceitos e abordagens pelos alunos de licenciatura da Universidade Federal Fluminense.** Revista Brasileira Multidisciplinar, v. 14, n. 1, p. 52-67, 2011.

Sousa, J. O., Perez, O. C., & Viana, M. R. **Movimentos sociais em redes: uma análise do Ocupa Praça em Teresina – PI.** urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, 12, e20190189. Teresina-PI, 2020

TERESINA. “Teresina tem o pior transporte público do Brasil. E podemos provar”. Disponível em: <<https://www.mobilize.org.br/noticias/13494/teresina-tem-o-pior-transporte-publico-do-brasil-e-podemos-provar.html>>. Acesso em: 6 jul. 2024.
WORLD WIDE FUND FOR NATURE (WWF). Living Planet Report 2004. Disponível em: <www.panda.org>. Acesso em 23 set de 2023.

TERESINA. Prefeitura de Teresina expõe dados de mobilidade em ação urbanística na avenida Frei Serafim. Disponível em: <<https://www.al.pi.leg.br/tv/noticias-tv-1/prefeitura-de-teresina-expoe-dados-de-mobilidade-em-acao-urbanistica-na-avenida-frei-serafim>>. Acesso em: 6 jul. 2024.

TOBIAS, M. S. G.; DE ALMEIDA, M. F.; COSTA, M. S.; AGUIAR, M. F. M.; RAMOS, R. A. R. **A PARTICIPAÇÃO POPULAR NO PLANEJAMENTO DA MOBILIDADE URBANA: REFLEXÕES E EXPERIÊNCIAS.** REVISTA FOCO, [S. l.], v. 16, n. 5, p. e1842, 2023.

ZANINI, A. M. et al. **Estudos de percepção e educação ambiental: um enfoque fenomenológico.** Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 23, p. e32604, 2021.

ZILBERMAN, Izaac. **Introdução à engenharia ambiental.** Canoas, RS: ULBRA - Universidade Luterana do Brasil, 1997.

APÊNDICE A
ENTREVISTA - QUESTIONÁRIO

Data ___/___/___

Perfil Do Entrevistado

Sexo: () Masculino () Feminino

Idade: () 20 a 25 anos () 26 a 35 anos () 36 a 45 anos () Acima de 45 anos

Formação: () Engenheiro Civil () Engenheiro Agrimensor

Instituição de Ensino: () Pública () Privada

Formação Continuada:

() Especialização () Mestrado () Doutorado () Só tenho Graduação

Possui ao curso na área ambiental?

() Sim () Não

Caso tenha marcado Sim, na questão anterior, qual curso? (Caso tenha marcado Não, pode pular a questão)

Questões

1. Conhece a Legislação Ambiental?

() Sim () Não

2. Qual o grau de importância para um Engenheiro conhecer a Legislação Ambiental?

() Nenhum () Pouco Importante () Importante () Muito Importante

3. Conhece o Termo Educação Ambiental?

() Sim () Não

4. Você sabia que a Educação Ambiental está inserida na Engenharia?

() Sim () Não

5. Em que momentos da sua formação em engenharia, você percebeu a contextualização da Educação Ambiental, nas disciplinas específicas.

6. Como você avalia o conhecimento ambiental, dentro de sua formação em engenheiro?

() Insuficiente () Suficiente () Mais que Suficiente

7. O que pode ser feito para melhorar o conhecimento ambiental, dentro da formação de engenheiro?

8. Como você avalia o seu conhecimento, referente aos impactos ambientais gerados pelas obras de pavimentação asfáltica em área urbana?

() Insuficiente () Suficiente () Mais que Suficiente

9. Como você descreve os impactos ambientais para execução de obras de pavimentação asfáltica?

10. Como você avalia a fiscalização ambiental, dentro das obras de pavimentação asfáltica?

() Insuficiente () Suficiente () Mais que Suficiente

11. Como é realizado a gestão ambiental, em obras de pavimentação asfáltica em área urbana?

12. Cite algumas dificuldades para o manejo ambiental de obras de pavimentação asfáltica em área urbana? Como lidam com essas dificuldades?

13. Quais as facilidades para o manejo ambiental de obras de pavimentação asfáltica em área urbana?

14. O que pode ser feito para diminuir os impactos ambientais das obras de pavimentação asfáltica em área urbana?

15. Se não houvesse as leis ambientais você:

() Executava a obra sem se preocupar com seus efeitos ao meio ambiente

() Executava a obra preservando o meio que ela está inserida

APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) Senhor (a)

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) de uma pesquisa denominada “EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ENGENHARIA: PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE ENGENHEIROS EM OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA NA ZONA URBANA DE TERESINA-PI”, Esta pesquisa está sob a responsabilidade do pesquisador Carlos Orestes Araujo Cavalcante, estudante do mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí, sob orientação de Denis Barros de Carvalho, professor da Universidade Federal Do Piauí, e tem como objetivos:

Objetivo Geral

- Investigar, partindo dos conceitos da educação ambiental na engenharia, a percepção ambiental dos engenheiros em obras de pavimentação asfáltica na zona urbana de Teresina-PI

Objetivos Específicos

- Compreender a educação ambiental e sua ambientalização nos cursos de engenharia;
- Descrever o processo de pavimentação asfáltica, destacando métodos executivos e impactos gerados ao meio ambiente;
- Analisar a percepção ambiental de engenheiros atuantes em obras de pavimentação asfáltica;
- Sugerir medidas mitigadoras para diminuir o impacto gerado pelas obras de pavimentação asfáltica;
- Sugerir atividades que promovam o conhecimento ambiental, dentro da engenharia.

Esta pesquisa tem por finalidade de investigar à comunidade profissional de engenheiros atuantes na execução de obras de pavimentação asfáltica, visando fornecer a orientação técnica quanto às estratégias para diminuir os impactos ambientais gerados pela pavimentação asfáltica, assim como verificar os pontos para melhoria de sua percepção ambiental. Neste sentido, solicitamos sua colaboração mediante a assinatura desse termo. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), visa assegurar seus direitos como participante. Após seu consentimento, assine todas as páginas e ao final desse documento que está em duas vias. O mesmo, também será assinado pelo pesquisador em todas as páginas, ficando uma via com você participante da pesquisa e outra com o pesquisador. Por favor, leia com atenção e calma, aproveite para esclarecer todas as suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de indicar sua concordância, você poderá esclarecê-las com o pesquisador responsável pela pesquisa através dos seguintes telefones Carlos Orestes Araujo Cavalcante, telefone (86) 99835-7572, e-mail c.orestescavalcante@ufpi.edu.br; Denis Barros de Carvalho, telefone (86) 98818-5900, e-mail denispsi@hotmail.com. Se mesmo assim, as dúvidas ainda persistirem você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFPI, que acompanha e analisa as pesquisas científicas que envolvem seres humanos, no Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Bairro Ininga,

Teresina –PI, telefone (86) 3237-2332, e-mail: cep.ufpi@ufpi.edu.br; no horário de atendimento ao público, segunda a sexta, manhã: 08h00 às 12h00 e a tarde: 14h00 às 18h00. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Esclarecemos mais uma vez que sua participação é voluntária, caso decida não participar ou retirar seu consentimento a qualquer momento da pesquisa, não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo e o (os) pesquisador estará a sua disposição para qualquer esclarecimento.

A pesquisa tem como justificativa que a área do município de Teresina é de 1.391,293 km², o que representa 0,55 % da área do estado (IBGE – 2021). A cidade está situada entre dois grandes rios: o Parnaíba e o Poti. Tem um crescimento populacional elevado. Existe uma necessidade de implantação de novas vias urbanas, como também, a melhoria das vias existentes. Diante deste contexto, esta pesquisa será delimitada a investigar a percepção ambiental de engenheiros em obras de pavimentação asfáltica, sob a ótica da educação ambiental na engenharia. A escolha desse tipo de obra, deve-se pelo fato de tratar de obras que trazem desenvolvimento econômico-social, como também diversos impactos ambientais. Para sua realização serão utilizados os seguintes procedimentos para a coleta de dados, ocorrendo em duas etapas:

- Primeira Etapa: Inicialmente a delimitação da área das obras em estudo, através de imagens de satélite, em seguida a realização de visitas “in loco”, na qual serão mapeadas as áreas degradadas e áreas de proteção ambiental, e por fim, identificação dos impactos ambientais gerados pela pavimentação asfáltica;
- Segunda Etapa: Definido as obras, será aplicado questionários a engenheiros, visando identificar a percepção ambiental desses profissionais.

Esclareço que esta pesquisa acarreta o seguinte risco de possibilidade de vazamento de dados dos entrevistados, porém os mesmos serão contornados pelo fato que todos os dados obtidos na pesquisa serão utilizados exclusivamente com finalidades científicas, garantindo o anonimato dos participantes voluntários. Dessa forma, informamos que os dados serão armazenados em computador com senha e apenas os pesquisadores proponentes terão acesso. Garantimos também que os dados que permitam a identificação dos participantes serão apagados após a conclusão da pesquisa. Entretanto, caso haja algum vazamento de informações, as proponentes entrarão em contato com os entrevistados para realizar o ressarcimento cabível relacionado ao dano moral sofrido. Já em relação ao possível desconforto ao acessar alguma memória traumática, o (a) participante poderá simplesmente não responder o formulário ou encerrar a participação na pesquisa.

Esclareço que esta pesquisa não apresenta um benefício direto. Os benefícios e vantagens em participar são indiretos, já que se espera que a publicação dos resultados possa proporcionar à comunidade profissional de engenheiros atuantes em obras de pavimentação asfáltica, a orientação técnica quanto às estratégias para diminuir os impactos ambientais gerados pela pavimentação asfáltica, assim como verificar os pontos para melhoria de sua percepção ambiental.

Os resultados obtidos nesta pesquisa serão utilizados para fins acadêmico-científicos (divulgação em revistas e em eventos científicos) e os pesquisadores se comprometem a manter o sigilo e identidade anônima, como estabelecem as Resoluções do Conselho Nacional de Saúde nº. 466/2012 e 510/2016 e a Norma Operacional 01 de 2013 do Conselho Nacional de Saúde, que tratam de normas regulamentadoras de pesquisas que envolvem seres humanos. E você terá livre

acesso as todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo, bem como lhe é garantido acesso a seus resultados.

Esclareço ainda que você não terá nenhum custo com a pesquisa, e caso haja por qualquer motivo, asseguramos que você será devidamente ressarcido. Não haverá nenhum tipo de pagamento por sua participação, ela é voluntária. Caso ocorra algum dano comprovadamente decorrente de sua participação neste estudo você poderá ser indenizado conforme determina a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, bem como lhe será garantido a assistência integral.

Após os devidos esclarecimentos e estando ciente de acordo com os que me foi exposto, Eu -----declaro que aceito participar desta pesquisa, dando pleno consentimento para uso das informações por mim prestadas. Para tanto, assino este consentimento em duas vias, rubrico todas as páginas e fico com a posse de uma delas.

Preencher quando necessário

- Autorizo a captação de imagem e voz por meio de gravação, filmagem e/ou fotos;
- Não autorizo a captação de imagem e voz por meio de gravação e/ou filmagem.
- Autorizo apenas a captação de voz por meio da gravação;

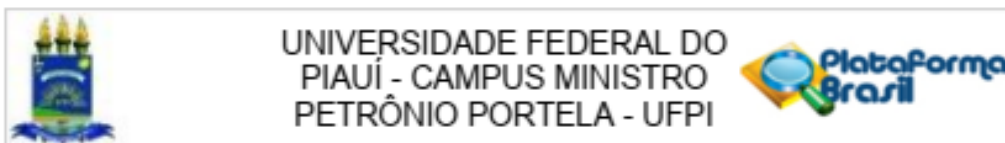
Local e data: _____

Assinatura do Participante

Carlos Orestes Araujo Cavalcante
Pesquisador Responsável

Prof Dr Denis Barros de Carvalho
**Pesquisador Assistente
(Orientador)**

APÊNDICE C
PARECER COMITÊ DE ÉTICA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ENGENHARIA: PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE ENGENHEIROS EM OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA NA ZONA URBANA TERESINA-PI

Pesquisador: CARLOS ORESTES ARAUJO CAVALCANTE

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 70238723.1.0000.5214

Instituição Proponente: FUNDACAO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUI

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.415.878

Apresentação do Projeto:

A apresentação do projeto foi baseada em informações extraídas dos documentos "Informações Básicas do Projeto" e "Projeto de Pesquisa".

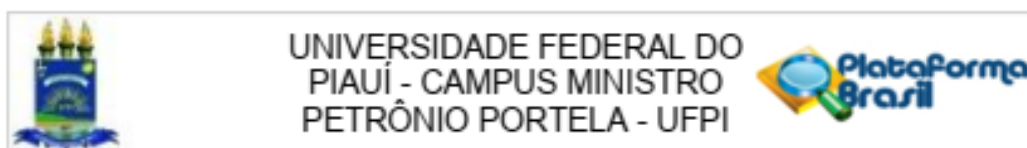
1.1. Informações Gerais Este parecer refere-se à análise do projeto de pesquisa, alvo de uma dissertação de mestrado, intitulado EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ENGENHARIA: PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE ENGENHEIROS EM OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA NA ZONA URBANA TERESINA-PI.

1.2 Equipe de Pesquisa O pesquisador responsável é CARLOS ORESTES ARAUJO CAVALCANTE, e o pesquisador assistente é o Prof. DENIS BARROS DE CARVALHO.

1.3 Resumo do projeto

O sistema rodoviário brasileiro encontra-se em uma acentuada degradação, necessitando de novos projetos e reparos na infraestrutura existente. De acordo com dados do IBGE, em 1970, a população de Teresina era de 220.487 habitantes, em 2021 a população passou a ser 871.128 habitantes, esse crescimento populacional aliado com a localização geográfica, impacta diretamente com o crescimento do número de veículos que transita nas vias urbanas de Teresina. Pavimentação asfáltica, assim como qualquer intervenção humana, afeta o meio ambiente, gerando diversos impactos ambientais. Diante disso, mesmo com legislação específica para tratar das questões ambientais, ocorreu a inclusão da educação ambiental em todos os níveis de ensino.

Endereço: Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, sala do CEP UFPI (Bloco da Pró-Reitoria de Administração -
Bairro: Ininga **CEP:** 64.049-550
UF: PI **Município:** TERESINA
Telefone: (86)3237-2332 **Fax:** (86)3237-2332 **E-mail:** cep.ufpi@ufpi.edu.br



Continuação do Parecer: 6.415.876

Com a introdução da educação ambiental na Engenharia, espera-se que o profissional da engenharia, saia capacitado para gerir a relação homem x meio ambiente (AGUIAR e PEREIRA, 2007). A relação das questões ambientais com as organizações acadêmicas, tornam-se próximas à medida que as políticas públicas não resolvem os problemas ambientais, levando a um estudo detalhado da problemática. Considerando que a universidade é um espaço de formação, que necessita estar atualizado com os desafios e problemas da atualidade, o que desperta para uma consciência (sic) ambiental para que o meio ambiente seja discutido em todos os contextos da sociedade, tem-se a temática ambiental exposta no Art. 3º das Diretrizes Nacionais para os cursos de Engenharia, o que coloca o engenheiro com sendo um profissional possuidor da percepção ambiental necessária para resolver os conflitos ambientais (DA RIVA e OBARA, 2018). Destaca-se que a ambientalização é um processo que envolve flexibilidade, diferentes saberes, compartilhamento de conhecimentos de diferentes áreas, mudanças de atitudes e vivência ambiental, permitindo que as universidades forneça (sic) os elementos essenciais para que o indivíduo assuma um compromisso de modificar a realidade e promover uma cultura socioambiental sustentável, nesse contexto, é possível que a ambientalização promovida no meio acadêmico, seja expandida para a sociedade (DA RIVA e OBARA, 2018). Tendo por base uma revisão bibliográfica, estudo de caso, pesquisa empírica, análise documental, para avaliar suas aplicações, identificar as articulações e impactos entre tais conceitos. Nesse projeto, será realizado uma investigação da percepção ambiental dos engenheiros em obras de pavimentação asfáltica na zona urbana de Teresina-PI, do ponto de vista da educação ambiental na engenharia.

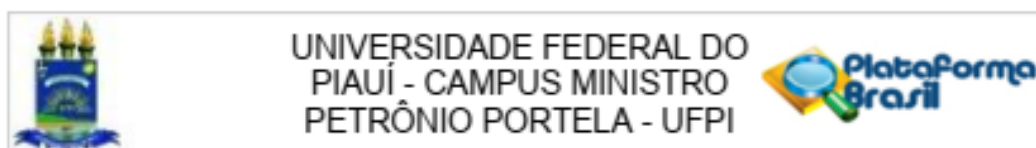
1.4. Hipótese

- A ambientalização dos cursos de engenharia, ocorre de forma insatisfatória;
- Os estudantes e profissionais da engenharia não aprenderam a importância da educação ambiental em sua formação;
- Os engenheiros executores de pavimentação asfáltica ignoram os impactos gerados por tal interferência.

1.5. Metodologia Proposta

O presente projeto começa com a delimitação do objeto de estudo, seguindo para uma revisão bibliográfica, através do método de abordagem. O método de abordagem caracteriza-se por uma abordagem mais ampla, em nível de abstração mais elevado, dos fenômenos da natureza e da sociedade. É, portanto, denominado método abordagem. Ele engloba: a) Método Indutivo: a aproximação dos fenômenos caminha geralmente para planos cada vez mais abrangentes, indo das constatações mais particulares às leis e teorias (conexão ascendente) b) Método dedutivo:

Endereço: Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, sala do CEP UFPI (Bloco da Pró-Reitoria de Administração -
 Bairro: Ininga CEP: 64.049-550
 UF: PI Município: TERESINA
 Telefone: (86)3237-2332 Fax: (86)3237-2332 E-mail: cep.ufpi@ufpi.edu.br

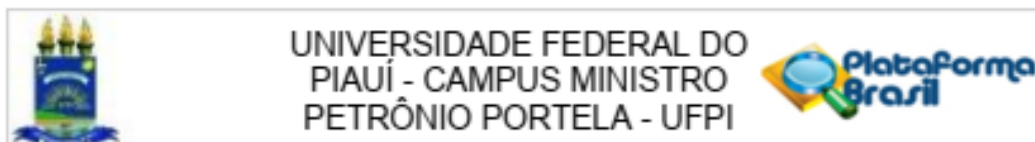


Continuação do Parecer: 6.415.676

parte de teorias e leis para prever a ocorrência dos fenômenos particulares (conexão descendente). c) Método hipotético-dedutivo: inicia-se pela percepção de uma lacuna nos conhecimentos sobre a qual formula hipóteses e, pelo processo de interferência dedutiva, testa a predição da ocorrência de fenômenos abrangidos pela hipótese. d) Método dialético: penetra o mundo dos fenômenos através de sua ação recíproca, da contradição inerente ao fenômeno e dialética que ocorre na natureza e na sociedade (LAKATOS, 2017). Em seguida será realizado a pesquisa, coleta e análise dos dados. Objeto de Estudo • Profissionais formados no Curso de Engenharia Civil e Engenharia de Agrimensura, atuantes em obras de pavimentação asfáltica; • Obras de Pavimentação Asfáltica na zona urbana de Teresina-PI, a escolha baseia-se em selecionar obras dentro do perímetro urbano, que obtenham o maior número de impactos ambientais, e sejam obras de grande importância para o desenvolvimento da cidade. Neste contexto será delimitado para esse estudo, o Prolongamento da Avenida Cajuína, Implantação da Avenida Marginal Poti Sul e Duplicação do trecho urbano da BR343. Pesquisa A revisão bibliográfica será realizada com a utilização de livros, artigos, revistas, informações online presente em bancos de dados como SciELO, Google Acadêmico, Periódicos da Capes, sendo uma etapa importante para o desenvolvimento da fundamentação teórica. A pesquisa documental será feita através do estudo do EIA/RIMA e do projeto executivo das obras selecionadas, que tem como objetivo avaliar se os mesmos obedecem a legislação ambiental vigente, que também será estudada. Outro ponto nessa fase, será a identificação do currículo dos profissionais que aceitar participar dessa pesquisa, de forma que possibilite, identificar o conhecimento Ambiental de cada engenheiro. A pesquisa de campo consiste como sendo a identificação das áreas degradadas pela implantação/melhoria de vias urbanas, realizando uma comparação entre a teoria e prática, no que rege a educação ambiental na engenharia, identificando os impactos ambientais gerados pela execução de pavimentação asfáltica. Nessa etapa, será aplicado questionários a engenheiros, visando identificar a percepção ambiental desses profissionais. Coleta de Dados A coleta de dados irá ocorrer em duas etapas:

- Primeira Etapa: Inicialmente a delimitação da área das obras em estudo, através de imagens de satélite, em seguida a realização de visitas "in loco", na qual serão mapeadas as áreas degradadas e áreas de proteção ambiental, e por fim, identificação dos impactos ambientais gerados pela pavimentação asfáltica;
- Segunda Etapa: Definido as obras, será aplicado questionários a engenheiros, visando identificar a percepção ambiental desses profissionais. A abordagem de cada profissional será feita presencialmente dentro do canteiro de obras, na qual será apresentado a pesquisa, após o aceite, visto que a empresa faculta ao profissional aceitar ou não a participação na pesquisa, será enviado

Endereço: Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, sala do CEP UFPI (Bloco da Pró-Reitoria de Administração -
 Bairro: Ininga CEP: 64.049-550
 UF: PI Município: TERESINA
 Telefone: (86)3237-2332 Fax: (86)3237-2332 E-mail: cep.ufpi@ufpi.edu.br



Continuação do Parecer: 6.415.876

um questionário on line e o TCLE para o email de cada profissional, e o mesmo responderá dentro do prazo acordado para preencher o questionário, em um ambiente reservado de sua própria escolha. Análise de Dados Os produtos obtidos na fase de coleta de dados, serão analisados de duas formas distintas:

- Primeira Análise: Inferência Estatística;
- Segunda Análise: Análise de Conteúdo, proposta por Bardin (2009).

Informe o número de indivíduos abordados pessoalmente, recrutados, ou que sofrerão algum tipo de intervenção neste centro de pesquisa: 12

Grupos em que serão divididos os participantes da pesquisa neste centro

Obra 01: 4 participantes com aplicação de Questionário e 02 visitas;

Obra 02: 4 participantes com aplicação de Questionário e 02 visitas;

Obra 03: 4 participantes com aplicação de Questionário e 02 visitas.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Investigar, do ponto de vista da educação ambiental na engenharia, a percepção ambiental dos engenheiros em obras de pavimentação asfáltica na zona urbana de Teresina-PI.

Objetivo Secundário:

- Compreender a educação ambiental e sua ambientalização nos cursos de engenharia;
- Descrever o processo de pavimentação asfáltica, destacando métodos executivos e impactos gerados ao meio ambiente;
- Analisar a percepção ambiental de engenheiros atuantes em obras de pavimentação asfáltica; • Sugerir medidas mitigadoras para diminuir o impacto gerado pelas obras de pavimentação asfáltica;
- Sugerir atividades que promovam o conhecimento ambiental, dentro da engenharia.

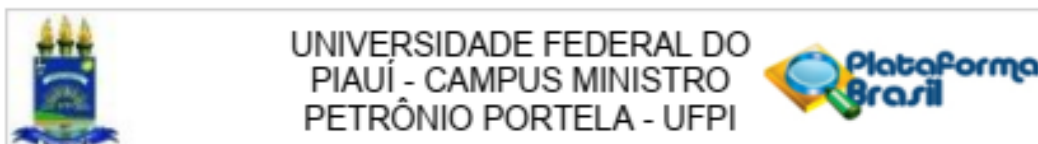
Avaliação dos Riscos e Benefícios:

1. Riscos e Benefícios do TCLE:

Os pesquisadores apontam os riscos e benefícios da pesquisa, conforme descritos no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Riscos: Esclareço que esta pesquisa acarreta o seguinte risco de possibilidade de vazamento de dados dos entrevistados, porem os mesmos serão contornados pelo fato que todos os dados obtidos na pesquisa serão utilizados exclusivamente com finalidades científicas, garantindo o anonimato dos participantes voluntários. Dessa forma, informamos que os dados serão

Endereço: Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, sala do CEP UFPI (Bloco da Pró-Reitoria de Administração -
 Bairro: Ininga CEP: 64.049-550
 UF: PI Município: TERESINA
 Telefone: (86)3237-2332 Fax: (86)3237-2332 E-mail: cep.ufpi@ufpi.edu.br



Continuação do Parecer: 6.415.876

armazenados em computador com senha e apenas os pesquisadores proponentes terão acesso. Garantimos também que os dados que permitam a identificação dos participantes serão apagados após a conclusão da pesquisa. Entretanto, caso haja algum vazamento de informações, as proponentes entrarão em contato com os entrevistados para realizar o ressarcimento cabível relacionado ao dano moral sofrido. Já em relação ao possível desconforto ao acessar alguma memória traumática, o (a) participante poderá simplesmente não responder o formulário ou encerrar a participação na pesquisa.

Benefícios: Esclareço que esta pesquisa não apresenta um benefício direto. Os benefícios e vantagens em participar são indiretos, já que se espera que a publicação dos resultados possa proporcionar à comunidade profissional de engenheiros atuantes em obras de pavimentação asfáltica, a orientação técnica quanto às estratégias para diminuir os impactos ambientais gerados pela pavimentação asfáltica, assim como verificar os pontos para melhoria de sua percepção ambiental.

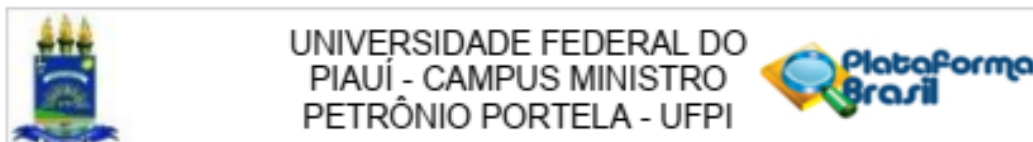
2. Riscos e Benefícios do Documento Informações Básicas do Projeto

O(A) pesquisador(a) aponta os riscos e benefícios da pesquisa, conforme descritos no documento "Informações Básicas do Projeto":

Riscos: Conforme a Resolução CNS nº 466, de 12 de dezembro de 2012, qualquer pesquisa realizada com seres humanos apresenta a possibilidade de danos à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual (BRASIL, 2012). Considerando essas possibilidades, os riscos da pesquisa estão relacionados à possibilidade de vazamento de dados dos entrevistados. Para minimizá-los salientamos que todos os dados obtidos na pesquisa serão utilizados exclusivamente com finalidades científicas, garantindo o anonimato dos participantes voluntários. Dessa forma, informamos que os dados serão armazenados em computador com senha e apenas os pesquisadores proponentes terão acesso. Garantimos também que os dados que permitam a identificação dos participantes serão apagados após a conclusão da pesquisa. Entretanto, caso haja algum vazamento de informações, as proponentes entrarão em contato com os entrevistados para realizar o ressarcimento cabível relacionado ao dano moral sofrido. Já em relação ao possível desconforto ao acessar alguma memória traumática, o (a) participante poderá simplesmente não responder o formulário ou encerrar a participação na pesquisa.

Benefícios: Não existe benefício ou vantagem direta em participar deste estudo. Os benefícios e vantagens em participar são indiretos, já que se espera que a publicação dos resultados possa proporcionar à comunidade profissional de engenheiros atuantes em obras de pavimentação asfáltica, a orientação técnica quanto às estratégias para diminuir os impactos ambientais gerados

Endereço: Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, sala do CEP UFPI (Bloco da Pró-Reitoria de Administração -
 Bairro: Ininga CEP: 64.049-550
 UF: PI Município: TERESINA
 Telefone: (86)3237-2332 Fax: (86)3237-2332 E-mail: cep.ufpi@ufpi.edu.br



Continuação do Parecer: 6.415.878

pela pavimentação asfáltica, assim como verificar os pontos para melhoria de sua percepção ambiental.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Após análise da documentação apresentada e considerando as Resoluções e Normas aplicáveis, considera-se que a pesquisa em questão é exequível e relevante para a área de atuação, uma vez que aborda um tema relevante e que tange à atuação da academia e da ciência e apresenta-se viável.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Verificou-se que os documentos obrigatórios para a avaliação ética da pesquisa foram apresentados.

Recomendações:

Não há recomendações específicas a serem feitas neste momento.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Em análise ao pleito sob a égide da legislação pertinente, as pendências elencadas no parecer do CEP N° : 6.251.378 (datado de 21 de agosto de 2023) estão abaixo elencadas com o status de SANADA ou NÃO SANADA:

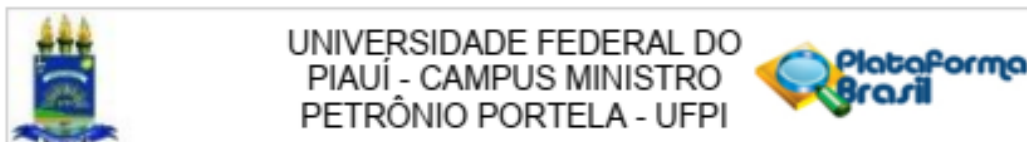
- Pendência da versão anterior: todo o texto do TCLE deve ser direcionado ao participante, isso posto faz-se necessário transcrever para a segunda pessoa todo o texto;

Versão atual: SANADA.

- Pendência da versão anterior: quanto aos riscos ressalta-se que o sigilo das informações é na verdade uma garantia do participante não devendo pairar sobre este nenhum risco, conforme consta na alínea e, do inciso IV.3 da resolução N° 466/2012. Isso posto solicita-se rever os riscos apontados (tanto no documento "informações básicas" quanto no "TCLE") bem como a forma de contorná-los (ex.: não haveria o risco de constrangimento do participante ao responder a pergunta 15 do instrumento de coleta de dados?);

Versão atual: Considera-se SANADA pois foi previsto no TCLE, no final do texto relativo aos riscos "Já em relação ao possível desconforto ao acessar alguma memória traumática, o (a) participante poderá simplesmente não responder o formulário ou encerrar a participação na pesquisa."...e também por constar no documento Informações básicas, no campo metodologia "A abordagem de cada profissional será feita presencialmente dentro do canteiro de obras, na qual será apresentado

Endereço: Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, sala do CEP UFPI (Bloco da Pró-Reitoria de Administração -
 Bairro: Ininga CEP: 64.049-550
 UF: PI Município: TERESINA
 Telefone: (86)3237-2332 Fax: (86)3237-2332 E-mail: cep.ufpi@ufpi.edu.br



Continuação do Parecer: 6.415.876

a pesquisa, após o aceite, visto que a empresa faculta ao profissional aceitar ou não a participação na pesquisa, será enviado um questionário on line e o TCLE para o email de cada profissional, e o mesmo responderá dentro do prazo acordado para preencher o questionário, em um ambiente reservado de sua própria escolha.”

Pendência da versão anterior : No TCLE figura a informação relativa à descrição dos riscos “...Esclareço que esta pesquisa não oferece riscos, visto que todos os dados obtidos na pesquisa serão utilizados exclusivamente com finalidades científicas, garantindo o anonimato de você participante voluntário.” Segundo O inciso V da resolução nº 466 (BRASIL, 2012), à saber: “V – DOS RISCOS E BENEFÍCIOS: Toda pesquisa com seres humanos envolve risco em tipos e gradações variados”. Isso posto solicita-se reescrever esse trecho que reporta-se aos riscos, fazendo constar, de maneira clara ao participante, os prováveis riscos bem como a forma de contorná-los.

Versão atual: o trecho ora mencionado foi suprimido na versão atual do TCLE, portanto considera-se a pendência SANADA.

Face as pendências terem sido sanadas, considera-se o projeto apto para ser desenvolvido.

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP, de acordo com as atribuições definidas nas Resoluções CNS nº 466 de 2012 e nº 510 de 2016 e na Norma Operacional nº 001 de 2013 do CNS, manifesta-se pela aprovação protocolo de pesquisa.

o Solicita-se que seja enviado ao CEP-UFPI/CMPP o relatório parcial e o relatório final desta pesquisa. Os modelos encontram-se disponíveis no site: <http://ufpi.br/cep>

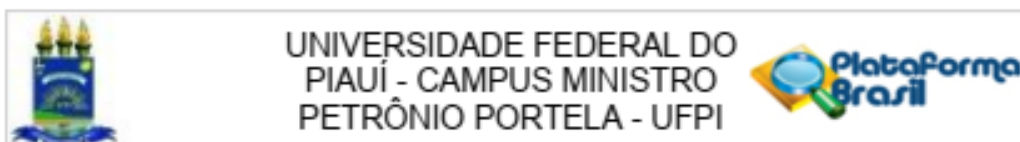
Em atendimento as Resoluções CNS nº 466/2012 e 510/2016, cabe ao pesquisador responsável pelo presente estudo elaborar e apresentar ao CEP RELATÓRIOS PARCIAIS (semestrais) e FINAL. O relatório deve ser enviado pela Plataforma Brasil em forma de “notificação”;

o Qualquer necessidade de modificação no curso do projeto deverá ser submetida à apreciação do CEP, como EMENDA. Deve-se aguardar parecer favorável do CEP antes de efetuar a/s modificação/ões.

o Justificar fundamentadamente, caso haja necessidade de interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

o O Comitê de Ética em Pesquisa não analisa aspectos referentes a direitos de propriedade intelectual e ao uso de criações protegidas por esses direitos. Recomenda-se que qualquer consulta que envolva matéria de propriedade intelectual seja encaminhada diretamente pelo pesquisador ao Núcleo de Inovação Tecnológica da Unidade.

Endereço: Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, sala do CEP UFPI (Bloco da Pró-Reitoria de Administração -
 Bairro: Ininga CEP: 64.049-550
 UF: PI Município: TERESINA
 Telefone: (86)3237-2332 Fax: (86)3237-2332 E-mail: cep.ufpi@ufpi.edu.br



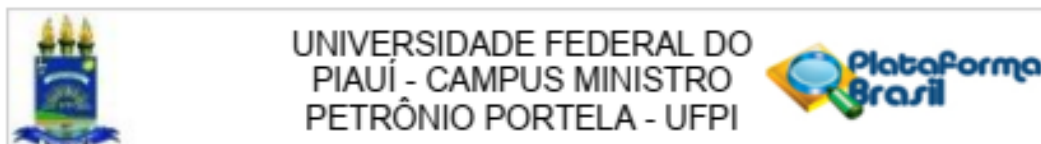
Continuação do Parecer: 6.415.676

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2141810.pdf	22/08/2023 22:00:25		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	03_PROJETO_DE_PESQUISA_Carlos_Orestes.pdf	22/08/2023 21:59:52	CARLOS ORESTES ARAUJO CAVALCANTE	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	04_TCLE.pdf	22/08/2023 21:59:37	CARLOS ORESTES ARAUJO CAVALCANTE	Aceito
Orçamento	10_Orçamento.pdf	30/07/2023 15:50:28	CARLOS ORESTES ARAUJO CAVALCANTE	Aceito
Cronograma	09_Cronograma_de_Atividades.pdf	30/07/2023 15:49:29	CARLOS ORESTES ARAUJO CAVALCANTE	Aceito
Outros	08_Curriculo_do_Sistema_de_Curriculos_Lattes_Denis_Barros_de_Carvalho.pdf	02/06/2023 11:12:42	CARLOS ORESTES ARAUJO CAVALCANTE	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_assinado.pdf	30/05/2023 09:49:58	CARLOS ORESTES ARAUJO CAVALCANTE	Aceito
Outros	08_Curriculo_do_Sistema_de_Curriculos_Lattes_Carlos_O_A_Cavalcante.pdf	15/05/2023 18:46:45	CARLOS ORESTES ARAUJO CAVALCANTE	Aceito
Outros	07_Instrumento_de_Coleta_de_Dados_assinado_assinado.pdf	15/05/2023 18:42:49	CARLOS ORESTES ARAUJO CAVALCANTE	Aceito
Outros	08_Termo_de_Confidencialidade_assinado_assinado.pdf	15/05/2023 18:42:08	CARLOS ORESTES ARAUJO CAVALCANTE	Aceito
Solicitação Assinada pelo Pesquisador Responsável	01_Carta_de_Encaminhamento_assinado_assinado.pdf	15/05/2023 18:40:45	CARLOS ORESTES ARAUJO CAVALCANTE	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	05_Autorizacao_Institucional.pdf	15/05/2023 18:40:05	CARLOS ORESTES ARAUJO CAVALCANTE	Aceito
Declaração de Pesquisadores	02_Declaracao_dos_Pesquisadores_assinado_assinado.pdf	15/05/2023 18:35:07	CARLOS ORESTES ARAUJO CAVALCANTE	Aceito

Endereço: Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, sala do CEP UFPI (Bloco da Pró-Reitoria de Administração -
 Bairro: Ininga CEP: 64.049-550
 UF: PI Município: TERESINA
 Telefone: (86)3237-2332 Fax: (86)3237-2332 E-mail: cep.ufpi@ufpi.edu.br



Continuação do Parecer: 6.415.676

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

TERESINA, 09 de Outubro de 2023

Assinado por:

Emídio Marques de Matos Neto
(Coordenador(a))

Endereço: Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, sala do CEP UFPI (Bloco da Pró-Reitoria de Administração -
Bairro: Ininga CEP: 64.049-550
UF: PI Município: TERESINA
Telefone: (86)3237-2332 Fax: (86)3237-2332 E-mail: cep.ufpi@ufpi.edu.br