

## SOLUÇÕES DE PROTEÇÃO AMBIENTAL PARA PREVENÇÃO DE CONTAMINAÇÃO DO SOLO, DO AR E DA ÁGUA

Nayara de Freitas Nogueira Silveira (\*), Bruna D'Angela de Souza 2.

\* Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, nayaradfn@gmail.com.

### RESUMO

Os serviços de engenharia seguem, em geral, rito conhecido, composto por estudos preliminares e pelas fases de projeto básico e executivo, nesta ordem. Nos projetos de infraestrutura rodoviária há uma disciplina cujo escopo se dedica à recuperação de áreas degradadas e de passivos e à prevenção e mitigação de impactos, denominada Componente ambiental. O presente trabalho se desenvolve com base nesta disciplina e vem apresentar, por meio de um estudo de caso, as soluções de engenharia mais comuns em projetos de obras de implantação, pontes e postos de fiscalização em rodovias, para mitigação de impactos ambientais das obras e prevenção da contaminação do ar, água e solo. O estudo possui importância social, ambiental e científica a medida que busca integrar condicionantes do licenciamento das obras à fase de planejamento e dimensionamento do empreendimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Poluição, Contaminação Ambiental, Projetos de Engenharia, Impactos Ambientais.

### INTRODUÇÃO

A interação e interdisciplinaridade entre as mais diversas disciplinas que compõem um projeto de engenharia é a fórmula do bom andamento de uma obra rodoviária. Em geral, os projetos de engenharia rodoviária possuem disciplina específica para tratar da parte ambiental e dos impactos gerados pelas obras. Mais detalhadamente, a disciplina Componente Ambiental possui em seu escopo medidas de tratamento para as áreas degradadas e para os passivos ambientais, além de soluções de engenharia para atendimento às condicionantes das licenças.

Por se tratar de empreendimentos geralmente complexos, as obras em rodovias podem necessitar de abertura e implantação de áreas de uso e apoio, compreendendo canteiros de obras, jazidas, caixas de empréstimo, caminhos de serviço, dentre outras.

Quando da implantação do empreendimento pode haver necessidade de supressão de vegetação ou movimentação de terra, atividades que expõem o solo provocando alteração da dinâmica da água dentro de sua estrutura e consequentemente podendo gerar erosões, carreamento de particulados para os mananciais e alteração da qualidade da água. A movimentação de terra, se não controlada, pode ainda aumentar significativamente a quantidade de sólidos em suspensão no ar e provocar ruídos de grande intensidade.

Dessa forma, conhecendo a interação dos aspectos e impactos ambientais advindos das obras, foi proposto o estudo de caso que busca levantar e detalhar as medidas de proteção e de tratamento ambiental comumente adotadas nos projetos de engenharia para se evitar contaminação do ar, da água e do solo.

Por fim, trata-se de um trabalho com significativa importância ambiental e científica a partir do estudo e divulgação das principais soluções de engenharia de projetos para tratamento ambiental das obras que objetivam, sobretudo, evitar contaminação do meio físico, em especial, da água, do ar e do solo.

### OBJETIVOS

O trabalho busca elucidar os conceitos inerentes ao projeto de engenharia rodoviária, em especial, ao que se refere à disciplina Componente Ambiental de engenharia e às soluções para tratamento ambiental de passivos e impactos previstos nessa disciplina, com foco nas soluções de proteção ambiental para prevenção de contaminação do solo, do ar e da água. Ainda, objetivou-se identificar os pontos determinantes dos projetos de engenharia rodoviária essenciais à viabilidade econômica social e ambiental de uma obra.

### METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de caso, no qual foram analisados cinco empreendimentos diferentes de forma a se obter um resultado mais abrangente da pesquisa, já que nem todas as soluções de tratamento ambiental estão contidas em um mesmo projeto, na disciplina Componente ambiental. Foram estudados dois projetos de Postos Integrados e

Automatizados de Fiscalização (PIAF), duas obras de arte especiais (OAE) e uma obra de implantação de 37 km de extensão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo SANCHEZ (2013) a poluição pode ser entendida como uma condição do meio que possa causar danos aos seres vivos, ou seja, trata-se de qualquer situação ou atividade humana que cause alteração dos padrões ambientais normais. A Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6938, de 31 de agosto de 1981), define poluição como sendo:

III- poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem desfavoravelmente a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos

Para mitigar qualquer forma de degradação e poluição ambiental, o legislador criou normas capazes de responsabilizar o gerador e o empreendedor pelos danos causados à sociedade. Sendo assim, deve o poluidor responder pelos custos sociais da degradação causada (AMADO, 2015). Tais custos visam coibir condutas danosas e irresponsáveis contra o meio ambiente e a sociedade.

Para tanto, o empreendimento obedece a um processo administrativo, executivo e legal, que é o licenciamento ambiental. A partir do licenciamento é possível avaliar os riscos da atividade, bem como sua viabilidade, controlar e mitigar seus impactos, mediante cumprimentos das condicionantes das licenças ambientais.

Sendo as atividades de infraestrutura rodoviária, em geral, consideradas atividades de relevante impacto ambiental, estão sujeitas ao rito do licenciamento ambiental, mediante a elaboração de projetos, estudos ambientais e avaliação de impactos.

Buscando atender às normas ambientais, no planejamento do empreendimento, são verificados requisitos para que se evite ou minimize os impactos das obras às comunidades locais e ao meio ambiente. Uma fase do planejamento das obras compreende o Estudo de Viabilidade técnica, econômica e ambiental (EVETEA).

Na definição das soluções de engenharia para tratamento de áreas degradadas e para mitigar ou prevenir a poluição é necessário entender escopo EB-101, que trata dos Estudos de Viabilidade Técnico-Econômica-Ambiental de rodovias (EVETEA). Em suma, o EVETEA é um estudo de viabilidade Técnico-Econômico e Ambiental que avalia e equaciona os custos ambientais e financeiros em relação aos benefícios sociais e econômicos. A balança positiva entre os parâmetros indica que os benefícios advindos do empreendimento superam os custos, concluindo-se pela viabilidade do empreendimento.

Cabe um parêntese na explicação sobre o EVETEA para ressaltar que a viabilidade atestada no estudo não é a mesma daquela conferida pela licença ambiental prévia. O EVETEA, apesar de também possuir uma análise de questões ambientais, costuma ser mais simples, já que, geralmente, é fase anterior e necessária para elaboração do anteprojeto, abertura da Ficha de cadastro ambiental (FCA) no órgão competente e para contratação dos estudos ambientais mais complexos exigidos para emissão de uma licença prévia, seja o Estudo de impacto Ambiental (EIA) ou outros.

Entende-se, portanto, que o EVETEA é parte importante do processo para definição da alternativa construtiva que surtirá mais efeitos positivos para a sociedade e o meio ambiente. É, portanto, a balança que vai indicar quão viável é o empreendimento ao equiponderar o custo socioambiental e econômico aos efeitos benéficos projetados da intervenção.

Dessa forma, considera-se que primeiro diagnóstico ambiental é realizado no âmbito do EVETEA. Segundo o EB-101/2006, no escopo do estudo deve ser caracterizada a situação ambiental da área de influência do empreendimento nos aspectos físicos, bióticos e antrópicos que servirão de referência para a avaliação dos impactos ambientais (DNIT, 2006).

É possível no EVETEA levantar algumas soluções para minimizar ou eliminar os impactos potenciais do empreendimento (DNIT, 2006). O principal objetivo é verificar se as possíveis soluções de engenharia, mesmo se necessárias, não inviabilizariam o projeto se implantadas. E, assim, dá-se continuidade à análise de viabilidade.

A fase que sucede o EVETEA é a de elaboração de estudos e projeto básico. De acordo com a Publicação IPR-726/2006, e fazendo um compilado dos escopos básicos de projeto, em geral, a fase de Projeto Básico deve conter as

disciplinas, conforme o Quadro 1. É importante ressaltar que, no quadro, foram apresentados os estudos e disciplinas mais comuns em projetos de engenharia rodoviária, não obstante, pode haver disciplinas diversas a depender da especificidade da intervenção.

Segundo a Lei 8.666, de 21 de junho de 1993, os serviços de engenharia devem seguir a sequência para aprovação composta pelo projeto básico e executivo, nesta ordem. O dispositivo reforça que não deve haver licitação de obra sem que haja projeto básico previamente aprovado pelo poder público. Dessa forma, para que a licitação seja válida e legal, deve existir previamente, além do projeto básico, o orçamento detalhado e a previsão dos recursos orçamentários. Além disso, é exigido que, nos projetos de engenharia, seja apresentado o plano básico de execução da obra.

Diante dos diversos escopos básicos, é possível notar que as soluções para tratamento ambiental, contenção da poluição e mitigação de impactos, integram a disciplina chamada “Componente Ambiental”. Segundo o EB 102/2006, o Componente Ambiental do projeto consiste na elaboração do Diagnóstico Ambiental da área de influência direta do empreendimento, no levantamento de passivos ambientais e ocorrências e no estabelecimento de um prognóstico ambiental com a proposição de Medidas de Proteção Ambiental para mitigação e correção de impactos ambientais advindos das obras.

**Quadro 1: Relação de estudos e disciplinas de um projeto de engenharia rodoviária (elaborado pelos autores).**

Estudos	Disciplinas (Fases Básica e Executiva)
Estudos de Tráfego	Projeto Geométrico
Estudos Geológicos	Projeto de Terraplenagem
Estudos Hidrológicos	Projeto de Drenagem
Estudos de Traçado	Projeto de Pavimentação
Estudos Topográficos	Projeto de Obras-de-arte especiais
Estudos Geotécnicos	Projeto de Interseções, Retornos e Acessos
Estudos do Plano Funcional	Projeto de Sinalização
Componente Ambiental	Projeto de Obras Complementares
	Projeto de Desapropriação
	Projeto de Paisagismo
	Projeto do Canteiro de Obras e Acampamento de Pessoal

Diante da observância da prática, foram relacionados os aspectos com os impactos de projeto e as respectivas soluções de engenharia normatizadas pelo DNIT, especialmente no que concerne às alterações da água, do ar e do solo. Cabe ressaltar que o escopo do estudo teve sua perspectiva voltada a projetos de engenharia rodoviária, mas os resultados alcançados, bem como as soluções de engenharia dispostas podem ser amplamente adotados e adaptados para os demais modais.

O resultado da pesquisa, quanto às soluções comumente encontradas em projetos, é apresentado no Quadro 2. Cada solução é seguida de sua respectiva especificação de serviço.

**Quadro 2: Soluções de engenharia para projetos básico e executivo.**

Recurso passível de contaminação	Impacto	Exemplos de Soluções de Engenharia para projeto Básico com normatização
Água	Alteração da qualidade da água Assoreamento de corpos hídricos	- Dispositivos de Proteção de mananciais IPR-730/2006; - Drenagem DNIT 015, 016, 017/2006 – ES.
Ar	Poluição do Ar e Sonora	Dispositivos de Barreira Acústica - DNIT 076/2006 – ES.
Solo, Geologia, Geomorfologia e Passivos Ambientais	Aceleração dos processos erosivos Modificação do relevo e da paisagem	- Tratamento de Talude DNIT 071, 072, 073, 074, 075/2006 – ES; - DNIT 015, 016, 017, 018, 020, 021,022,023/2006 – ES; - DNIT 024, 025, 026, 027, 028, 029, 030/2004 – ES; - Programa de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD; - Medidas Protetivas do Patrimônio Espeleológico.

A partir do levantamento das soluções para mitigação de impacto e minimização de contaminação ambiental, é feito o detalhamento de cada uma, a seguir.

Dispositivos de Proteção de mananciais IPR-730/2006: Neste item, a partir dos projetos estudados, podem ser enquadrados três dispositivos como os mais comuns nos projetos de engenharia. São eles:

- Dispositivos de drenagem superficial que são dimensionados de acordo com uma vazão de projeto, que considera as características da bacia de contribuição e a intensidade da chuva de acordo com período de retorno previamente definido. Alguns são os dispositivos que foram identificados, como: descidas d'água e dissipadores de energia, bocas de lobo, obras de arte corrente e sarjetas.
- Reconformação de talude, cujo principal objetivo é a estabilização dos taludes, conseqüentemente a redução do carreamento de sedimentos, da erosão e assoreamento dos corpos hídricos.
- Bacia ou barreiras de Siltagem que são dispositivos utilizados à jusante de áreas de uso e apoio de obras e em áreas próximas a mananciais, com a finalidade de reter os finos durante a execução das obras e movimentação de terra. Podem ser implantadas de maneira consorciada e sua implantação em conjunto visa minimizar o carreamento pelos dispositivos de drenagem e depósito em áreas baixas ou de talvegues.

Outras soluções também podem ser adotadas em projetos, como o uso de geomantas e biomantas, devendo o engenheiro escolher a alternativa mais segura e vantajosa para a administração.

Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas- PRAD que compreende o diagnóstico do local com levantamentos e estudos que permitam avaliar o grau de degradação e propõe medidas de recuperação. Na prática, trata-se da recuperação pós obra, devido à desmobilização de canteiros e áreas de uso e apoio de obras e áreas que sofreram intervenção ou supressão de vegetação durante a execução das obras. As soluções mais comuns nos projetos avaliados, em ordem, são: Hidrossemeadura, plantio de mudas e enleivamento.

- A hidrossemeadura consiste basicamente no lançamento de sementes a jato por meio de um caminhão com hidrossemeador. As sementes devem ser definidas de acordo com a vegetação nativa da região e geralmente é formada pelo consórcio de sementes de leguminosas e gramíneas.
- O enleivamento é uma técnica de proteção do corpo estradal menos usual por ser mais custosa que a hidrossemeadura e é indicada para terrenos de difícil acesso ou muito íngremes. Trata-se do plantio de mudas ou sementes em sulcos ou covas abertas manualmente, com cronograma de adubação próprio.
- Já o plantio de mudas é utilizado para plantio de árvores arbustos, onde deve ser avaliada a segurança rodoviária. O plantio de mudas, além de minimizar os efeitos de borda em ecossistemas, promove a redução da poluição do ar e sonora, atuando também como barreiras acústicas.

Para controle da poluição sonora, tem-se a norma DNIT 076/2006 – ES, que dispõe sobre o tratamento ambiental acústico das áreas limítrofes da faixa de domínio, e objetiva a redução do desconforto auditivo ocasionado pelos ruídos originados pelo tráfego rodoviário. Duas são as soluções de barreiras auditivas propostas pela Norma, são elas:

- Plantio de espécies arbóreas e arbustivas como cercas vivas ou plantio de maciços arbóreos como barreiras acústicas, e
- Implantação de painéis artificiais acústicos.

As medidas citadas até aqui, em geral, são para controle de poluição em empreendimentos rodoviários. Tratando-se de contaminação, deve-se primeiramente entender o conceito e sua relação com a poluição. Segundo GESAMP (1969 apud CETESB, 2021): “a contaminação ambiental é definida como poluição quando atinge níveis que causam efeitos deletérios na saúde humana, ou efeitos prejudiciais nos organismos vivos”. Enquanto que, poluição, para Sanchez (2010), “é introdução no ambiente de qualquer forma de matéria ou energia que possa afetar negativamente o homem ou outros organismos”.

Dessa forma, considerando os conceitos apresentados, conclui-se que todo tipo de contaminação é oriunda de uma poluição, mas nem toda poluição atinge níveis capazes de provocar uma contaminação na área.

Em relação à possibilidade mais palpável de contaminação em obras rodoviárias, tem-se a contaminação do solo e da água, caso os impactos não sejam tratados ou mitigados na geração. Segundo o Guia para Gestão de Segurança nos Canteiros de Obras, elaborado pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC (2017), são agentes químicos que podem ser encontrados em canteiro de obras: “Solventes e produtos químicos nocivos de pintura, materiais impermeabilizantes; colas e vernizes para madeira, plásticos e cerâmica em geral; materiais isolantes térmicos e acústicos; cal, cimento, poeiras minerais e outros.”

Sendo assim, além das soluções de projeto apresentadas, algumas outras medidas de contenção e prevenção da contaminação do solo e das águas podem ser dimensionadas nos projetos de engenharia e foram encontradas em todos os projetos deste estudo. Como a construção de baias impermeabilizadas para lavagem de veículos, estocagem de

materiais oleosos e de resíduos sólidos, e o uso de sistema adequado de sistema de coleta e tratamento de esgoto, como sistema fossa- filtro e caixas separadoras de água e óleo.

Por fim, várias são as soluções que podem e necessitam ser dimensionadas nos projetos de engenharia para que, na instalação do empreendimento, se alcance os benefícios esperados no âmbito do licenciamento ambiental, especialmente, no cumprimento de condicionantes ambientais. A ausência de tais dispositivos nos projetos pode gerar sérios problemas ao meio ambiente e também ao empreendedor e à executora da obra, já que, no âmbito do licenciamento é cabível a emissão de não conformidades pelo órgão ambiental competente, até a aplicação das penalidades previstas em lei.

Além disso, a contaminação do solo, ar e água pode gerar danos irreversíveis à população lindeira, aos trabalhadores da obra e usuários da rodovia, o que levaria a inestimáveis prejuízos à sociedade em geral e à administração pública. Portanto, visando coibir e mitigar os impactos negativos das atividades, é que a administração vem prevendo soluções de engenharia nos projetos para conter toda forma de poluição e prevenir qualquer contaminação que possa vir a ocorrer.

## CONCLUSÃO

A partir do estudo e do levantamento dos aspectos das obras dos projetos estudados, aspectos estes que interferem no meio ambiente e geram impactos significativos, foi possível identificar as soluções de projeto mais comuns que necessitam de dimensionamento, detalhamento, quantificação e orçamentação.

Acredita-se que o adequado dimensionamento das medidas e soluções dispostas neste trabalho, pode prevenir a contaminação das áreas de uso e poio de obras e a geração de passivos ambientais. Dessa forma, o trabalho cumpriu seu objetivo ao relacionar os aspectos das obras com os impactos gerados pelas atividades. E a partir disso, definir as soluções para tratamento ambiental das áreas degradadas, de acordo com a seleção de projetos analisados.

Os benefícios do dimensionamento adequado das soluções ambientais nos projetos de engenharia vão desde o atendimento às condicionantes da licença, à prevenção da poluição e possível contaminação ambiental das áreas lindeiras ao empreendimento. Obras rodoviárias possuem, em geral, grandes dimensões e se estendem por longas distâncias. Os impactos, apesar de serem variados de acordo com a tipologia de obras, o que foi notado no estudo, geralmente, coincidem entre si, diferenciando apenas sua intensidade e temporalidade a depender da complexidade do empreendimento.

Espera-se que, a partir das medidas propostas, outros empreendimentos cujos impactos tenham similaridade com os das obras estudadas, possam ter seus projetos adaptados e que passem a ser adotadas medidas de proteção para mitigação da poluição e de possível contaminação que as obras venham gerar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMADO, F. A. D. T.; **Direito ambiental esquematizado**. 6ª ed. Ed. Método: São Paulo, 2015
2. BRASIL. Lei 6938, de 31 de agosto de 1981. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 22 jun. 1981. Seção 1.
3. BRASIL. Lei nº 8666, de 21 de junho de 1993. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 22 jun. 1993. Seção 1.
4. CETESB- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Emergências Químicas**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/tipos-de-acidentes/vazamentos-de-oleo/impactos-ambientais/conceitos-e-definicoes/>. Consultado em 05 de agosto de 2021.
5. DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários**: Escopos básicos/ Instruções de Serviço. Rio de Janeiro: IPR, 2006. 487p.
6. DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Instruções Normativas**, 2018. IPR. Disponível em <http://www.dnit.gov.br/instrucoes-normativas/instrucoes-de-servicos/resumo-das-instrucoes-atualizado-out-2018.pdf>. Acesso em 06 de outubro de 2018.
7. SILVEIRA, N. Proposição de Metodologia para Avaliar o Desempenho da Gestão Ambiental em Obras de Implantação e Pavimentação de Rodovias. Dissertação (Mestrado). p. 244. Viçosa, 2015.
8. SANCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental**: conceitos e métodos. 2 ed. Oficina de textos: São Paulo, 2013..