

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Henrique Simonetti

**ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELAS
RODOVIAS: SISTEMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE
ELABORAÇÃO DE EIA/RIMA**

Porto Alegre
dezembro 2010

HENRIQUE SIMONETTI

**ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELAS
RODOVIAS: SISTEMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE
ELABORAÇÃO DE EIA/RIMA**

Trabalho de Diplomação a ser apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Carlos André Bulhões Mendes

Porto Alegre
dezembro 2010

HENRIQUE SIMONETTI

**ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELAS
RODOVIAS: SISTEMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE
ELABORAÇÃO DE EIA/RIMA**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, dezembro de 2010

Prof. Carlos André Bulhões Mendes
PhD pela University of Bristol, Inglaterra
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Prof. Carlos André Bulhões Mendes (UFRGS)
PhD pela University of Bristol, Inglaterra

Prof. Alfonso Riso (UFRGS)
Mestre pela UFRGS

Prof. Francisco Carlos Bragança de Souza (UFRGS)
Doutor pela UFSC

Dedico este trabalho a minha querida família que sempre me apoiou e especialmente durante o período do meu Curso de Graduação estiveram ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Carlos André Bulhões Mendes, orientador deste trabalho pela paciência e atenção dedicada, visto que o conhecimento transmitido a mim transcende o conteúdo deste trabalho.

Agradeço a Prof. Carin Maria Schmitt, coordenadora das disciplinas referentes ao Trabalho de Diplomação pela excelência em qualidade e dedicação inigualável aos alunos em sua fase mais turbulenta, o término do curso.

Agradeço a minha família por todo amparo que recebi durante toda minha vida e, em especial, durante o Curso de Graduação. Ressalto o apoio da minha mãe, Maria Augusta Kniphoff, pela referência em perseverança, e a presença da minha irmã, Camila Simonetti, por tudo o que fez por mim.

Agradeço também aos meus amigos por tornarem minha vida repleta de emoções e surpresas, são eles que me fazem ter vontade de aguardar o dia seguinte para que novas descobertas enriqueçam minha trajetória.

Por último, mas não menos importante, agradeço a toda Universidade Federal do Rio Grande do Sul, por proporcionar um ensino de qualidade e formar profissionais muito bem qualificados.

Aquele que se empenha a resolver as dificuldades resolve-as antes que elas surjam. Aquele que se ultrapassa a vencer os inimigos, triunfa antes que as suas ameaças se concretizem.

Sun Tzu

RESUMO

SIMONETTI, H. **Estudo de Impactos Ambientais Gerados pelas Rodovias**: sistematização do processo de elaboração de EIA/RIMA. 2010. 55 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

A presente pesquisa abrange um estudo sobre a avaliação de impactos ambientais gerados pelas rodovias, tendo como objetivo uma proposta de sistematização do processo de elaboração dos documentos de EIA/RIMA. Para tanto, o trabalho inclui a análise de cinco documentos relativos a obras rodoviárias, sendo essa a primeira etapa da pesquisa. Dentro dessa etapa foi feita a análise da avaliação dos impactos ambientais e do conteúdo e da metodologia adotada para o Estudo de Impacto Ambiental. A partir desses casos estudados, tornou-se possível identificar quais seriam os critérios para que a avaliação de impactos ambientais em obras rodoviárias seja executada de forma padronizada, visando a qualidade e o atendimento às regulações vigentes em sua elaboração. Tendo esses critérios definidos, foi possível relacioná-los com os métodos de avaliação de impactos ambientais mais usados atualmente, permitindo concluir quais desses métodos deveriam ser incluídos dentro da proposta de sistematização do processo de elaboração de EIA/RIMA. Os resultados do trabalho, que serviram de base para que se atingissem os objetivos propostos, foram gerados a partir da análise do conteúdo e da metodologia utilizada nos documentos de EIA/RIMA estudados, através do julgamento de sua integridade e da atribuição de notas, variando de 1 a 10, para cada aspecto analisado, e também a partir da avaliação da síntese estatística das características dos impactos ambientais encontrados nos casos estudados. Para que tudo isso fosse possível, a pesquisa contou com uma revisão bibliográfica que foi contínua através de todas suas etapas, e que se estendeu até seu fechamento. Dentro da revisão bibliográfica encontra-se a descrição dos principais métodos de avaliação de impactos ambientais, para tornar possível a compreensão e análise dos documentos de EIA/RIMA, que serviu como base de conhecimento permitindo a realização da primeira etapa do trabalho com senso crítico.

Palavras-chave: impacto ambiental; avaliação de impactos; rodovias.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: representação esquemática do delineamento da pesquisa.....	14
Figura 2: impacto ambiental.....	16
Figura 3: matriz de interações.....	40
Figura 4: valorização de impactos.....	41
Figura 5: aspectos do conteúdo.....	45
Figura 6: meios em que os impactos ocorrem.....	51
Figura 7: abrangência dos impactos ambientais.....	52
Figura 8: caráter dos impactos ambientais.....	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: padrões primários de qualidade do ar.....	32
Quadro 2: redução de poluentes por evolução tecnológica.....	32
Quadro 3: níveis máximos de ruídos permitidos em função do tipo de veículo.....	34
Quadro 4: segurança da comunidade, relação entre veículos.....	38
Quadro 5: segurança de pedestres.....	38
Quadro 6: resultados da análise do conteúdo.....	46
Quadro 7: resultado da análise dos impactos ambientais.....	50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 MÉTODO DE PESQUISA	12
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	12
2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO	12
2.2.1 Objetivo principal	12
2.2.2 Objetivos secundários	12
2.3 PREMISSA	13
2.4 DELIMITAÇÕES	13
2.5 LIMITAÇÕES	13
2.6 DELINEAMENTO	13
3 IMPACTOS AMBIENTAIS	16
3.1 IMPACTO AMBIENTAL E EIA/RIMA	16
3.2 ASPECTOS AMBIENTAIS DAS OBRAS RODOVIÁRIAS	19
3.2.1 Fase de estudo de traçados	20
3.2.2 Fase de construção	21
3.2.2.1 Instalação do canteiro de obras.....	22
3.2.2.2 Desmatamento e limpeza do terreno.....	23
3.2.2.3 Terraplenagem e aterros.....	25
3.2.2.4 Drenagem.....	26
3.2.3 Fase de conservação e restauração	28
3.2.4 Fase de operação	29
3.2.4.1 Poluição do ar.....	30
3.2.4.2 Poluição da água.....	33
3.2.4.3 Ruídos.....	34
3.2.4.4 Vibrações.....	36
3.2.4.5 Segurança da comunidade.....	37
4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	39
5 ANÁLISE DOS CASOS ESTUDADOS	42
5.1 OS CASOS ESTUDADOS.....	42
5.2 METODOLOGIA UTILIZADA.....	43
5.3 RESULTADOS DA ANÁLISE.....	46
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

O Brasil encontra-se em uma situação de acentuada degradação no sistema rodoviário, tanto no sentido de carecer de novos projetos viários, quanto de necessitar reparos em sua atual infraestrutura. Dentro desse contexto, espera-se um grande investimento de capital e incentivo de trabalho nessa área de transportes nos próximos anos para que sejam efetuadas as ações corretivas no sistema a fim de projetar e expandir o crescimento do País.

Rodovias, assim como outros empreendimentos viários, afetam o meio ambiente e vice-versa, ocasionando impactos ambientais. Impactos ambientais podem ser positivos ou negativos dependendo de cada situação específica e, no caso das rodovias, ocorrem em três meios: socioeconômico, biótico e físico.

No meio socioeconômico os principais impactos encontrados estão relacionados às alterações nas atividades econômicas das regiões por onde a trajetória da rodovia transcorre, ocasionando mudanças nas condições de emprego, e, conseqüentemente, na qualidade de vida dos habitantes. Mas, também, estarão presentes problemas relacionados às emissões de poluentes que afetam diretamente os animais e os seres humanos. No meio biótico, os impactos mais comuns estão ligados aos atropelamentos de animais na pista, que podem também acarretar em situação de perigo aos motoristas. Além disso, ocorre a redução da cobertura vegetal presente na faixa de domínio da via. Já no meio físico, os principais problemas encontram-se na instabilidade de cortes e taludes ao longo da pista e nos alagamentos devido à má execução ou obstrução do sistema de drenagem da rodovia.

Para identificar e prever esses tipos de impactos, são desenvolvidos os Estudos de Impactos Ambientais (EIA). O objetivo é o de mitigar aqueles que são negativos e maximizar os que trazem benefícios, através de alterações no projeto do empreendimento. Sabendo que os sistemas rodoviários influenciam diretamente e indiretamente o meio ambiente, frente à falta de padronização nos métodos de avaliação dos impactos, o presente trabalho busca, através da análise de diversos EIA/RIMA, uma sistematização do processo elaboração desses documentos para obras rodoviárias.

O trabalho inicia com a descrição do método de pesquisa no capítulo 2, no qual elementos como a questão de pesquisa e os objetivos principal e secundários estão expostos. Dando continuidade, no capítulo 3 foram conceituados os termos relevantes ao assunto, tal como a definição de impacto ambiental e meio ambiente. Ainda no mesmo capítulo, foram analisados os impactos ambientais referentes a cada fase de empreendimentos rodoviários, sendo elas: estudo de traçados, construção, conservação e de operação.

No capítulo 4 foram descritos os principais métodos de avaliação de impactos ambientais, dentre eles encontram-se o método *ad hoc*, listagem de controle, matriz de interações, superposição de cartas e rede de interações. No capítulo 5 encontra-se o desenvolvimento da pesquisa, que inclui a descrição dos cinco casos estudados, a metodologia utilizada e a apresentação dos resultados da análise para cada um deles. Por fim, no último capítulo, encontram-se as considerações finais deste trabalho.

2 MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo serão apresentados a questão de pesquisa, o objetivo do trabalho, a premissa, as delimitações, as limitações e o delineamento do projeto de pesquisa.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa deste trabalho é: entre os métodos analisados em estudos de impactos ambientais – EIA – seria possível, visando a qualidade do documento, através da avaliação de impactos de implantação de obras rodoviárias, sistematizar o processo de elaboração de EIA/RIMA?

2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

Os objetivos do trabalho estão classificados em principal e secundários e são apresentados nos próximos itens.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal do trabalho é a sistematização do processo de elaboração de documentos de EIA/RIMA para implantação de obras rodoviárias.

2.2.2 Objetivos secundários

Os objetivos secundários deste trabalho são:

- a) identificação dos principais impactos ambientais causados por obras rodoviárias;
- b) descrição e interpretação dos critérios identificados em relação aos impactos de obras rodoviárias.

2.3 PREMISSA

A construção de rodovias causa grandes impactos ambientais e, portanto, é extremamente importante a qualidade dos EIA/RIMA.

2.4 DELIMITAÇÕES

Como delimitação ao trabalho tem-se que o estudo dos impactos ambientais será realizado somente para projetos de implantações de obras rodoviárias.

2.5 LIMITAÇÕES

As limitações do trabalho são a utilização de cinco EIA/RIMA já desenvolvidos para a análise de critérios de avaliação de impactos ambientais.

2.6 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir que estão representadas na figura 1 e descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) casos estudados;
- c) identificação e descrição dos critérios encontrados;
- d) interpretação dos critérios, relacionando-os com obras rodoviárias;

- e) sistematização do processo de elaboração de EIA/RIMA;
- f) análise e considerações finais.

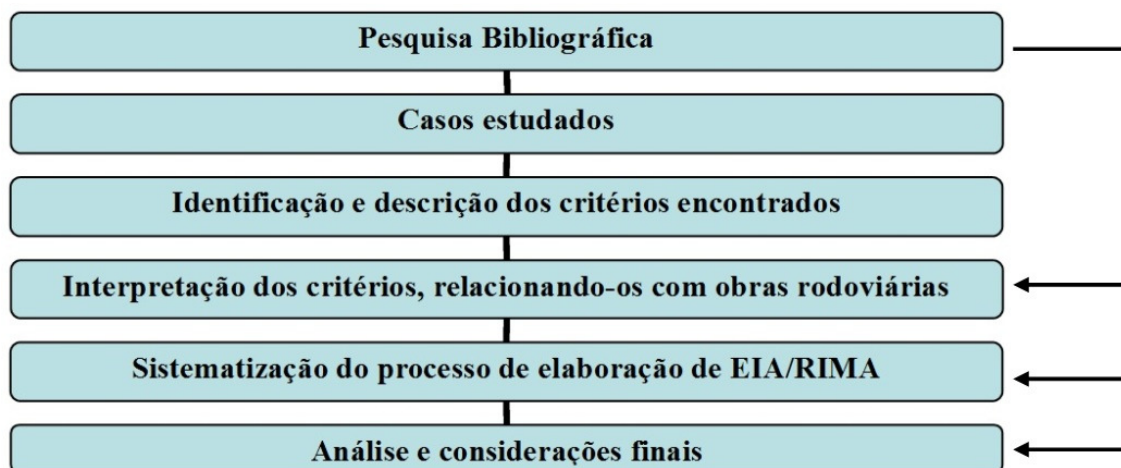


Figura 1: representação esquemática do delineamento da pesquisa

A etapa de pesquisa bibliográfica foi uma etapa contínua desde o início até o fim do trabalho. Através dela buscou-se conhecimento sobre os impactos ambientais que podem ser causados por obras rodoviárias, desde os possíveis métodos utilizados para sua avaliação até as ações mitigadoras mais recorrentes.

Na segunda etapa os documentos de EIA/RIMA de obras rodoviárias foram analisados, sendo esses os casos estudados, fornecendo as informações necessárias para que os próximos passos do trabalho pudessem ser realizados.

A etapa de identificação e descrição dos critérios consistiu em encontrar quais são os parâmetros necessários para que um estudo de impactos ambientais seja feito de forma que seu resultado não apenas esteja de acordo com a realidade da obra em estudo, mas também que seja verossímil com os passivos ambientais esperados.

A etapa de interpretação dos critérios consistiu em relacionar com obras rodoviárias os resultados encontrados na etapa anterior, de forma que se relacionassem os atributos necessários para que um estudo de impacto ambiental seja elaborado com qualidade, com obras rodoviárias especificamente.

Na penúltima etapa foi proposta a sistematização do processo de elaboração de EIA/RIMA, com base nos critérios e parâmetros previamente identificados, descritos e interpretados. Essa sistematização visou projetos de implantação de obras rodoviárias, de forma a torná-los mais claros e mais ágeis.

A última etapa da pesquisa ficou reservada para que fossem feitas as análises e as considerações finais do autor.

3 IMPACTOS AMBIENTAIS

Neste capítulo serão tratados os conceitos de impacto ambiental e Estudo de Impacto Ambiental (EIA). São também analisados os principais aspectos ambientais das obras rodoviárias.

3.1 IMPACTO AMBIENTAL E EIA/RIMA

Para conceituar o que é um impacto ambiental, a figura 2 ilustra a idéia de que o impacto ambiental é a variação de um parâmetro no ambiente, em função da ação humana. Ou seja, impacto ambiental é a diferença incremental de um parâmetro ambiental entre a situação sem e com o projeto de Engenharia.

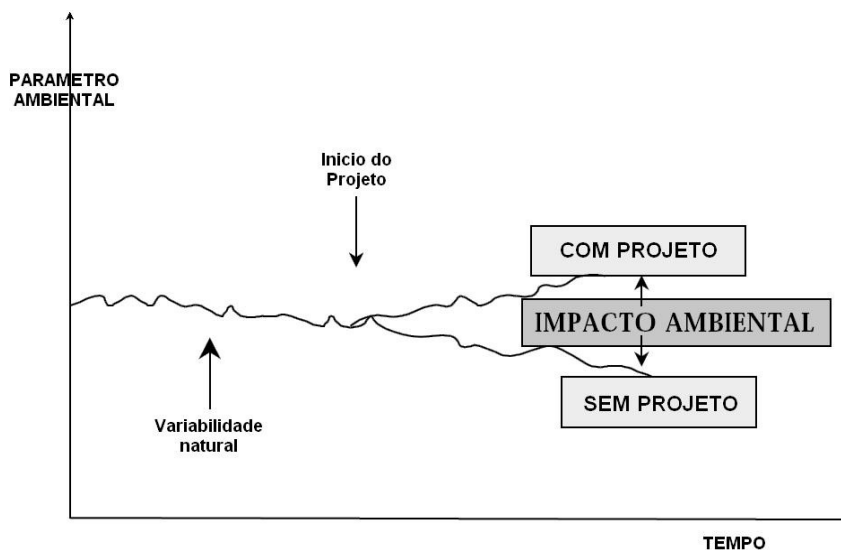


Figura 2: impacto ambiental (trabalho não publicado)¹

Segundo Bellia e Bidone (1993, p. 55), é uma característica intrínseca dos projetos e obras de Engenharia causar impactos no meio ambiente para gerar sua produção, seja ela uma

¹ Apostila sobre Representação de Sistemas do prof. Carlos André B. Mendes usada na disciplina de Diagnósticos de Impactos Ambientais do curso de Engenharia Civil / UFRGS

habitação familiar, uma ferrovia, uma rodovia ou um porto. Os impactos são gerados tanto através da sua própria construção quanto por permitir o uso e exploração dos recursos naturais ao seu redor.

Para estudar os impactos ambientais é necessário conhecer a definição de meio ambiente, alvo dos empreendimentos de Engenharia. O meio ambiente, ou ambiente, é o conjunto que cerca os seres vivos e os condiciona, formando um sistema cujas relações são parte do processo vital (BRASIL, 1996, p. 5).

Compreendido o conceito de meio ambiente, torna-se necessário complementar a definição de impacto ambiental. Conforme o Manual Rodoviário do DNER (BRASIL, 1996, p. 5), impacto ambiental é a reação da natureza frente a elementos estranhos no ecossistema afetado, que resulta em modificações estruturais no ambiente, ou região, em questão. Adicionalmente, os impactos ambientais podem ter resultados negativos ou positivos, dependendo do somatório final de impactos gerados.

Tendo o conhecimento necessário para a compreensão de impactos ambientais, o CONAMA (BRASIL, 1986a, p. 636), define:

Art. 1. [...] considera-se impacto ambiental 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, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos naturais.

O objetivo do estudo de impactos ambientais (EIA) é, segundo Braga et al. (2005), identificar, classificar, interpretar e prever a magnitude dos impactos decorrentes de um empreendimento. A classificação dos impactos pode ser quanto:

a) ao tipo: positivo ou negativo;

b) ao modo: direto ou indireto;

- c) à magnitude: de pequena, média ou grande intensidade;
- d) à duração: temporário, permanente ou cíclico;
- e) ao alcance: local, regional, nacional ou global;
- f) ao efeito: imediato (curto prazo), de médio ou longo prazo;
- g) à reversibilidade: reversível ou irreversível.

As diretrizes que um estudo de impactos ambientais deve seguir são definidas pelo CONAMA (BRASIL, 1986a, p. 637), e cabem a qualquer obra causadora de possível impacto ambiental:

Art. 6. O estudo de impacto ambiental desenvolverá, no mínimo, as seguintes atividades técnicas:

I - diagnóstico ambiental da área de influência do projeto completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando:

- a) o meio físico [...];
- b) o meio biológico e os ecossistemas naturais [...];
- c) o meio socioeconômico [...];

II - análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes [...];

III - definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas;

IV - elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos positivos e negativos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados.

O objeto fruto do estudo de impacto ambiental, o relatório de impacto ambiental (RIMA), também contém parâmetros que devem ser atingidos para sua aprovação, definidos também pelo CONAMA (BRASIL, 1986a, p. 638):

Art. 9. O relatório de impacto ambiental - RIMA refletirá as conclusões do estudo de impacto ambiental e conterá, no mínimo:

I - os objetivos e justificativas do projeto, sua relação e compatibilidade com as políticas setoriais, planos e programas governamentais;

II - a descrição do projeto e suas alternativas tecnológicas e locais [...];

III - a síntese dos resultados dos estudos de diagnósticos ambiental da área de influência do projeto;

IV - a descrição dos prováveis impactos ambientais da implantação e operação da atividade [...];

V - a caracterização da qualidade ambiental futura da área de influência, comparando as diferentes situações da adoção do projeto e suas alternativas, bem como com a hipótese de sua não realização;

VI - a descrição do efeito esperado das medidas mitigadoras previstas em relação aos impactos negativos, mencionando aqueles que não puderem ser evitados, e o grau de alteração esperado;

VII - o programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos;

VIII - recomendação quanto à alternativa mais favorável (conclusões e comentários de ordem geral).

3.2 ASPECTOS AMBIENTAIS DAS OBRAS RODOVIÁRIAS

Segundo Bellia e Bidone (1993, p. 137), os impactos causados pela construção viária devem ser analisados por etapas de construção do empreendimento, sendo elas:

- a) fase do projeto (inclui etapas de estudos de traçado e anteprojeto);
- b) durante a construção da obra;
- c) após a conclusão e a entrega ao público (conservação/restauração);
- d) fase de operação [...].

Cada fase possui parâmetros e condições específicas para sua análise, no entanto, todas elas são regidas pelas mesmas leis naturais necessárias de serem conhecidas pelos engenheiros que desejam atuar na área ambiental, tais como geologia, hidrologia, climatologia, etc. Apesar das possibilidades de análise serem exaustivas se listadas à mão, cada etapa é de suma importância e deve ser analisada meticulosamente.

É necessário observar que os projetos rodoviários se destacam por terem uma área de influência maior se comparada com os outros meios de transporte. Dando suporte ao que foi dito, “[...] os veículos rodoviários se diferenciam dos outros [...] pela grande flexibilidade de deslocamento, bastando que os caminhos lhes dêem passagem para que sejam trilhados. Esta flexibilidade amplia enormemente área de influência dos impactos [...]” (BRASIL, 1996, p. 5).

A seguir, serão analisados como os impactos ambientais podem ocorrer em cada etapa de um empreendimento de obra rodoviária.

3.2.1 Fase de estudo de traçados

Os parâmetros básicos para serem analisados durante a fase de estudo de traçados das obras rodoviárias estão listados abaixo e descritos nos próximos parágrafos:

- a) geologia;
- b) relevo e topografia;
- c) características dos solos;
- d) pluviosidade;
- e) cobertura vegetal.

Quanto à **geologia**, há quatro aspectos que devem ser levados em consideração no estudo de impactos ambientais (BELLIA; BIDONE, 1993, p. 143):

- a) litologia predominante;
- b) estabilidade de maciços;
- c) grau de alteração das rochas;
- d) afloramentos.

Os primeiros três itens são importantes porque através deles é possível identificar, previamente, tendências geotécnicas de uma dada região com relação a possíveis impactos ambientais, tais como: escorregamentos, deslizamentos, queda de blocos, erosões, etc. O índice de afloramentos serve como indicador da presença, ou não, de solos residuais.

Dentro das características de **relevo e topografia**, Bellia e Bidone (1993, p. 144) recomendam que dois aspectos básicos sejam analisados: a unidade de relevo predominante (serra, planalto, etc.) e a declividade média do terreno. Esses parâmetros auxiliam na identificação de impactos ambientais potenciais e no estabelecimento da área crítica de sua atuação. Zonas de

serras, por exemplo, exigem cautela do ponto de vista de escorregamentos, ao passo que assoreamentos tendem a predominar em áreas de baixadas.

As **características dos solos** recomendadas para estudo, de acordo com Bellia e Bidone (1993, p. 145) são:

- a) suscetibilidade à erosão;
- b) estado de conservação;
- c) estabilidade de maciços;
- d) solos hidromórficos (com excesso de umidade).

A estabilidade dos maciços pode ser aferida através da detecção de cicatrizes de antigos escorregamentos. É importante também verificar a presença de volumes de solos hidromórficos (orgânicos, argila mole, etc.) visto que eles apresentam um grande potencial de recalque sob o efeito de cargas.

No que tange a **pluviosidade** da região em estudo, Bellia e Bidone (1993, p. 145) recomendam que se adotem como parâmetros para definir o potencial de ação das águas, a precipitação em 24 horas e um tempo de recorrência de pelo 50 anos. Dessa forma, impactos como escorregamentos e deslizamentos podem ser previstos e evitados.

Por último, a **cobertura vegetal** exerce um papel fundamental na proteção dos solos, sendo imprescindível que seu tipo (mata densa, pastagem, ausência de cobertura, etc.) seja corretamente identificado. Dentro desse contexto, Bellia e Bidone (1993, p. 145) ressaltam a importância das matas de galeria ou ciliares como elementos de proteção da drenagem local.

3.2.2 Fase de construção

Os aspectos básicos a serem analisados na fase de construção de obras rodoviárias estão citados abaixo e serão descritos nos itens seguintes:

- a) instalação do canteiro de obras;
- b) desmatamento e limpeza do terreno;

- c) terraplenagem e aterros;
- d) drenagem.

3.2.2.1 Instalação do canteiro de obras

A instalação do canteiro de obras envolve a construção e a montagem dos acampamentos, das oficinas construtoras e das usinas misturadoras de agregados, asfaltos e cimento. Segundo Bellia e Bidone (1993, p. 153), as condições básicas para se instalar um canteiro de obras incluem:

- a) disponibilidade de água potável abundante;
- b) disposição dos esgotos sanitários em fossas sépticas, instaladas a distância segura de poços de abastecimento d'água e de talvegues naturais;
- c) existência de dispositivos de filtragem e contenção de óleos e graxas oriundos da lavagem/limpeza/manutenção de equipamentos na oficina de campo;
- d) localização das instalações afastadas de áreas insalubres naturais, onde proliferem mosquitos e outros vetores;
- e) as áreas utilizadas devem ser limpas de solo vegetal. [...].
- f) as áreas usadas para estoque de agregados, de asfalto, ou usinas devem ser totalmente limpas, inclusive do material derramado durante as operações. Os tanques de asfalto, tambores e outros materiais tornados inservíveis devem ser recolhidos e dispostos em lixeiras, pré-selecionadas;
- g) todo o lixo degradável deverá ser enterrado ou incinerado. A incineração deve ser feita com cuidado para evitar incêndios. Quando o lixo é enterrado, os cuidados devem se dirigir ao impedimento de poluir mananciais subterrâneos;
- h) tanto a rodovia como seu entorno e, principalmente, os talvegues devem ser mantidos limpos e livres de entulho das obras (sobras de materiais, restos de vegetação, latas, tambores etc);
- i) localização do acampamento em posição favorável em relação à dispersão de poluentes gerados pela obra (pó de britadores, fumaça de usinas de asfalto e etc.).

Corroborando com o que foi apresentado, o Manual Rodoviário do DNER (BRASIL, 1996, p. 15) complementa que atender as condições básicas de instalação de canteiro, além de promover a higiene do local, visa:

- a) diminuir o número de acidentes prováveis de usuários da via e operários da obra;

- b) evitar a proliferação de vetores indesejáveis (mosquitos, caramujos e parasitas) que possam transmitir doenças, protegendo a saúde dos trabalhadores;
- c) evitar a deposição de resíduos em talvegues e obras de drenagem, a fim de impedir acidentes como inundações, erosões e escorregamentos através da sua redução efetiva de vazão;
- d) recuperar as áreas utilizadas nas instalações provisórias para seu uso original.

3.2.2.2 Desmatamento e limpeza do terreno

De acordo com o Manual de Construção Rodoviária (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY OFFICIALS, 1966, p. 56), tem-se que: “A primeira operação na construção de uma estrada é retirar da área as árvores, a vegetação, os tocos, lixo, construções, linhas de serviço, obras de drenagem abandonadas e outras obstruções e matérias desnecessários à construção.”. O Manual adiciona que, no entanto, as árvores e vegetação que não interferirem com as operações de construção da obra, ou por razões convenientes (aparência, sombra, etc.), devem ser mantidas intactas.

Adicionalmente, o autor complementa que a remoção das árvores no campo da obra pode se tornar necessário por diversas razões, dentre elas:

- a) para aumentar a visibilidade e a segurança no trânsito;
- b) por questões de paisagismo e qualidade de visão panorâmica;
- c) para retirar vegetação morta ou galhos que ameaçam atingir a estrada;
- d) para tornar a drenagem livre de obstruções;
- e) para promover o acesso de veículos, equipamentos e materiais de empréstimo.

Reforçando a importância da remoção de vegetação no sítio da construção, o Manual Rodoviário do DNER (BRASIL, 1996, p. 16) completa que “O desmatamento deve ser amplo o suficiente para garantir a insolação da obra e restrito, ao mesmo tempo, às necessidades mínimas exigidas para as operações de construção e para a garantia da visibilidade dos motoristas (segurança do tráfego).”.

O material removido nessa fase de limpeza do terreno não é dispensado, mas sim, reutilizado para auxiliar na recuperação da vegetação. Sobre esse possível reuso de material, o Manual de Construção Rodoviária (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY OFFICIALS, 1966, p. 77) reforça que:

A terra vegetal retirada e conservada durante os trabalhos de escavação, ou obtida de fontes externas será espalhada sobre os taludes acabados dos cortes e aterros para facilitar a fixação de vegetação. Se os taludes forem de terra eles devem ser escarificados ou de outro modo tornados ligeiramente ásperos imediatamente antes da aplicação da terra vegetal, a fim de se obter a necessária ligação.

Os impactos ambientais nessa fase do empreendimento são muito comuns quando não executados com cautela. No que diz respeito aos prejuízos causados pelo desmatamento desvairado, o Manual Rodoviário do DNER (BRASIL, 1996, p. 17) destaca:

- a) surgimento de ravinamentos profundos que afetam a estrada e as propriedades adjacentes, devido à erosão dos solos e taludes;
- b) inundações nas entradas de água ameaçando o colapso do corpo estradal, em função do assoreamento e da sobrecarga nos sistemas de drenagem;
- c) a perda de um forte aliado para conter e prevenir escorregamentos e quedas de pedras e massas de solo, tão comuns nos trechos de estrada de hoje em dia.

Quanto às árvores que não interferem no processo de construção da rodovia, ou aquelas que têm valor histórico, o Manual de Construção Rodoviária (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY OFFICIALS, 1966, p. 57) sugere que “[...] devem ser deixadas no local intactas, especialmente nas regiões onde as árvores forem escassas.”. Além disso, o Manual indica que “Devem ser tomadas medidas de precaução para proteger tais árvores ou arbustos de qualquer estrago durante as operações de desobstrução e de construção.”.

Outro problema recorrente nessa fase de implantação empreendimento, é a alteração dos limites de desmatamento definidos no projeto. O Manual Rodoviário do DNER (BRASIL, 1996, p. 17) ressalta que:

A argumentação utilizada pelos empreiteiros das obras se refere à dificuldade dos operadores de máquinas em acompanhar a linha sinuosa que delimita os “off-sets” de terraplenagem, principalmente em regiões de vegetação densa. Então, apenas visando benefícios de desempenho operacional, o desmatamento passa a ser limitado por segmentos de reta aumentando significativamente a área a desmatar e,

consequentemente, a agressão ao meio ambiente [...], facilitando os processos de erosão e assoreamento, bem como diminuindo a estabilidade dos taludes.

3.2.2.3 Terraplenagem e aterros

Segundo o Manual de Construção Rodoviária (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY OFFICIALS, 1966, p. 56) a definição de terraplenagem é:

[...] o trabalho de construir o leito da estrada colocado na altura certa. Sobre esse leito posteriormente serão construídas uma sub-base e uma camada de base ou capa de desgaste. Ela inclui a desobstrução do local, o preparo das fundações, a escavação, o transporte, a colocação, a compactação, e a conformação do material que vai formar o corpo da estrada, o ajardinamento, a limpeza da área construída, e outras operações eventuais.

As tarefas de terraplenagem geralmente exigem o movimento de grandes volumes de solo, geram trânsito intenso de veículos grandes e promovem alta velocidade de fluxo, devido à busca dos motoristas pela produtividade (BRASIL, 1996, p. 20). O autor salienta que “As nuvens de poeira e a lama [...] e a interferência com o público nas áreas mais povoadas preenchem o quadro necessário e suficiente para a ocorrência de acidentes.”. Para evitar esse tipo de impacto, medidas simples como a aspersão de água nos trechos com poeira, a remoção das camadas de lama e o controle da velocidade nos trechos com alta densidade demográfica são suficientes.

Havendo excesso de material, pode-se prever alargamentos de aterros a fim de reduzir a inclinação de seu talude e construir plataformas contínuas à estradas, promovendo áreas de estacionamento e descanso para os usuários. No caso de excesso de materiais rochosos, é desejável sua utilização como amortecedores de energia nas áreas de descarga do sistema de drenagem (BRASIL, 1996, p. 21).

Dentro da etapa de terraplenagem, ocorre o processo de escavações, que inclui tarefas como “[...] o afrouxamento, extração, carga, transporte, e utilização dos materiais terrosos dos cortes da estrada, das mudanças de canais, valas, empréstimos, e fundações para obras.” (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY OFFICIALS, 1966, p. 60). O Manual complementa indicando que “[...] um dos principais problemas da escavação de terra comum é o dos taludes. A não ser no caso de materiais extraordinariamente bem cimentados os

taludes de cortes em terra comum não ficarão estáveis se forem mais íngremes que 1:1 [...].”. Recomenda-se que, em função de terem melhor aparência, serem mais estáveis e proporcionarem maior distância de visibilidade, sejam usados taludes tão suaves quanto possível.

Segundo o Manual de Construção Rodoviária (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY OFFICIALS ,1966, p. 71), “A fim de serem estáveis os aterros de terra devem ser fortemente compactados.”. E para isso, o autor descreve duas razões. A primeira delas é que os aterros estarão então menos sujeitos ao tipo de recalque que ocorre pela consolidação de sua estrutura em função das forças produzidas pelo peso e vibração dos veículos. Ao serem compactados, a maior parte da consolidação possível dos aterros é realizada de modo que pouca, ou nenhuma, consolidação ocorra mais tarde quando a superfície de rolamento estiver concluída e a rodovia em uso, ocorrendo risco de recalque do solo. A segunda razão, é que os aterros tornam-se menos permeáveis ao serem compactados. A maior parte dos problemas rodoviários estão relacionados ao excesso de água que enfraquece e desestabiliza os aterros.

Outros possíveis problemas na estrutura dos aterros, que também são potenciais causadores de impacto ambientais, ocorrem em função da contração e expansão de seu material por fatores naturais (por exemplo, temperatura e umidade). Nos aterros compactados os vazios são reduzidos a níveis que a probabilidade de problemas desse tipo ocorrerem é insignificante.

3.2.2.4 Drenagem

A drenagem é um dos principais tópicos do processo construtivo de rodovias. Por sua má execução, ou até mesmo devido a sua ausência, que grandes desastres têm acontecido. A drenagem não é um item a ser analisado isoladamente, ela se relaciona e influencia com todas as outras etapas de construção.

Descrevendo o que é drenagem, o Manual de Construção Rodoviária (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY OFFICIALS, 1966, p. 32) define que:

A drenagem de rodovias, no seu sentido mais estrito, trata da remoção do excesso de água dentro da própria estrada e seu encaminhamento adequado. O terreno é usado também, entretanto, incluindo os dispositivos para impedir que a água atinja a rodovia e os movimentos controlados de água ao longo e sob a via.

A drenagem superficial é definida como a remoção, o controle e o direcionamento das águas precipitadas sobre a superfície da rodovia e em suas adjacências. Já a drenagem subterrânea, é aquela que trata das águas que escoam por canais abaixo do solo, infiltrando-se pelas camadas porosas entre camadas impermeáveis ou movendo-se à superfície. As águas subterrâneas, muitas vezes, podem ser encontradas estagnadas em reservatórios abaixo da superfície por não encontrarem uma saída permeável ao seu redor. De acordo com o Manual de Construção Rodoviária (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY OFFICIALS, 1966, p. 34), as águas subterrâneas também merecem atenção, caso contrário, são vetores potenciais de problemas à estrutura da via:

Em qualquer caso, seja perto da superfície ou a qualquer profundidade, ela pode causar instabilidade no leito da estrada ou estragos no pavimento, por saturar e amolecer o material subjacente; ela pode causar deslocamentos por congelamento, ou empolamento por congelamento, quando congelar sob o pavimento; ou pode causar também escorregamentos agindo como lubrificante nos planos de clivagem do terreno.

Esse Manual menciona que a drenagem subterrânea possui três objetivos básicos a serem atingidos:

- a) remover a água estagnada livre existente no subsolo, baixando o lençol d'água e abrindo saídas nas bacias confinadas por materiais impermeáveis;
- b) coletar e dar destino às águas que aparecem em nascentes sob a estrada ou se infiltram na superfície da estrada;
- c) interceptar as águas de infiltração provenientes de fontes externas antes que elas atinjam a estrada.

Dentro desse contexto, o Manual Rodoviário do DNER (BRASIL, 1996, p. 27) afirma que “Os sistemas de drenagem deficientes têm sido sempre os maiores causadores de problemas para a conservação das rodovias, afetando as propriedades lindeiras e gerando problemas sanitários para as populações a quem a estrada deveria servir.”. Reforçando a importância da drenagem dentro das etapas preventivas de impactos ambientais, e salientando seu alto potencial de impacto ambiental dentro do processo construtivo de rodovias, o Manual de Construção Rodoviária (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY OFFICIALS, 1966, p. 32) complementa que:

Devido a suas ações erosiva e amolecedora, a água quando aparece onde não é necessária torna-se provavelmente o pior inimigo das estradas. Ela é, ou a causa direta, ou uma causa que contribui para a maior parte dos insucessos e interrupções de estradas. Por esse motivo, o estudo completo e as melhores soluções possíveis para todos os problemas de drenagem são de importância vital para o sucesso da construção rodoviária.

Conforme foi mencionado, ao se subestimar o papel da drenagem na construção de rodovias, diversos problemas de funcionamento (por exemplo, recalques e escorregamentos de terra) podem ocorrer, em função do alto risco que a drenagem insuficiente infere. Dentre as principais origens das deficiências dos sistemas de drenagem, Bellia e Bidone (1993, p. 169) apontam:

- a) a busca de redução de investimentos de implantação, onde a drenagem é, quase sempre, vista como o inimigo número um do baixo custo de construção das rodovias;
- b) a análise simplista do escoamento, onde raramente se têm em conta as alterações do uso do solo das bacias ao longo da vida útil da obra. Tais alterações, em geral, são objeto do próprio investimento viário.
- c) a localização errada dos dispositivos de drenagem, [...];
- d) a falta de consideração de que os sistemas de drenagem concentram (ou deveriam concentrar) águas que, naturalmente, teriam escoamentos difusos;
- e) a falta e uma integração dos projetos hidráulicos com a geopedologia, onde os aspectos de propensão à erosão, fíngas subterrâneas e dissipadores de energia naturais sejam considerados para a alocação dos dispositivos.

3.2.3 Fase de conservação e restauração

As atividades de conservação e restauração, segundo Bellia e Bidone (1993, p. 174), estão enquadradas dentro das seguintes tarefas:

- a) controle de erosões;
- b) controle da vegetação que ao crescer, invade taludes e estradas;
- c) manutenção da via e, em particular, das obras de drenagem;
- d) monitoramento de problemas relacionados a quedas de pedras e escorregamentos de massas de solo que possam atingir a via.

Complementando, os autores deixam claro que medidas de controle e manutenção preventiva são mais econômicas do que intervenções diretas para recuperação de avarias. Dentro do contexto de manutenção preventiva, Bellia e Bidone (1993, p. 187) afirmam que apesar da vegetação ser desejável por aspectos de paisagem e controle de erosões, seu crescimento descontrolado pode trazer problemas sérios, tais como a obstrução de visibilidade dos motoristas, o cobrimento de placas de sinalização e até mesmo a redução da faixa de tráfego dos veículos.

A solução apresentada pelos autores seria o corte e remoção controlada da vegetação crescente para incineração, visto que o crescimento livre pode ocasionar uma intervenção emergencial, e muitas vezes, em busca de realizar um serviço rápido, a mão de obra contratada não toma os cuidados necessários ao incinerarem a vegetação removida. Dessa forma, ao invés de solucionar as dificuldades de limpeza da via, acaba trazendo mais problemas em função da má incineração exercida, como, por exemplo, a expansão do fogo para zonas indesejadas e, até mesmo, a expansão do fogo em direção à própria rodovia, potencializando a colisão entre veículos.

De acordo com Bellia e Bidone (1993, p. 190), o gerente de manutenção viária deve incluir no seu plano de restauração rotinas de verificação de fatores com elevado potencial impactante, as quais, dentre muitas, são listadas a seguir:

- a) erosões, assoreamentos, inundações e represamentos;
- b) potencialização de endemias e proliferação de vetores nocivos;
- c) dificuldade ou impossibilidade de continuidade de exploração em pedreiras;
- d) exploração em áreas urbanas e em interfaces com áreas a serem protegidas.

3.2.4 Fase de operação

A fase de operação de uma rodovia gera uma diversidade de impactos e modificações no meio ambiente original, e, dentre diversos itens, o Manual Rodoviário do DNER (BRASIL, 1996, p. 30) propõe que os principais são:

- a) poluição do ar;

- b) poluição da água;
- c) aumento dos níveis de ruído;
- d) aumento dos níveis de vibrações;
- e) problemas de segurança da comunidade (usuária ou não da estrada).

Os efeitos dessas modificações podem ser transmitidos para os seres humanos, para a biota e para o meio físico, e, neste último caso, se reflete aos outros dois primeiros. Os itens listados acima serão descritos nos capítulos seguintes.

3.2.4.1 Poluição do ar

Um dos tipos de poluição do ar causado pelo tráfego é através do pó, um material particulado com origem na alteração e fragmentação das rochas e solos. Sobre esta substância, o Manual Rodoviário do DNER (BRASIL, 1996, p. 31) afirma que:

A importância da poluição deste tipo está ligada às consequências na visibilidade nas estradas (causando acidentes, por exemplo), na saúde (tosse, irritação dos olhos), na qualidade de vida (depositando-se sobre roupas e alimentos, dificultando as atividades humanas tais como trabalho, ensino, lazer).

As medidas mitigadoras para este tipo de impacto, segundo Bellia e Bidone (1993, p. 206), seriam alternativas de projeto, evitando a circulação humana, ou de recursos, pavimentando a via ou realizando um tratamento contra o pó nos trechos com alta densidade populacional. Outro tipo de poluição do ar através do tráfego em rodovias, ocorre pela emissão de substâncias químicas das descargas dos veículos, e, por sua vez, são muito mais complexas.

Segundo o Manual Rodoviário do DNER (BRASIL, 1996, p. 31), os principais poluentes com origem na combustão são:

- a) o monóxido de carbono (CO);
- b) os hidrocarbonetos (HC);
- c) os óxidos de nitrogênio (NO_x);
- d) os óxidos de enxofre (SO_x);

e) o material particulado (MP).

Complementando, o autor afirma que as principais consequências da poluição do ar devido às emissões de substâncias químicas que se podem notar são:

- a) na saúde da população exposta, refletindo-se através de alergias e doenças pulmonares;
- b) na biota, podendo-se notar desfolhamento dos vegetais e morte ou fuga de espécies de animais;
- c) nos monumentos e sítios históricos, através da sua corrosão;
- d) nos investimentos de terceiros, através da deposição de resíduos.

Os padrões de qualidade do ar estão regulamentados pelo CONAMA, que constam na Resolução n. 003 (BRASIL, 1990, p. 342), as seguintes definições:

Art. 2. [...] ficam estabelecidos os seguintes conceitos:

I - Padrões Primários de Qualidade do Ar são as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população.

II - Padrões Secundários de Qualidade do Ar são as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

As concentrações regidas pelos Padrões Primários de Qualidade do Ar foram sintetizadas e podem ser observadas no quadro 1. As medidas mitigadoras da poluição do ar pelos veículos assumem duas formas (BRASIL, 1996, p. 33):

- a) redução de poluição na fonte,
 - evolução tecnológica dos veículos, motores, filtros e combustíveis;
 - controle da regulagem de automóveis e, principalmente, dos caminhões e ônibus;
- b) medidas de planejamento,
 - restrição aos usuários de utilizarem as vias para todos, ou apenas alguns, veículos;
 - remanejamento do tráfego, oferecendo rotas alternativas para passagem.

Poluentes	Concentrações	Descrição
Partículas totais em suspensão	80 ug/m ³	média geométrica anual
	240 ug/m ³	concentração máxima diária que não deve ser excedida mais do que uma vez por ano
Fumaça	60 ug/m ³	média geométrica anual
	150 ug/m ³	concentração máxima diária que não deve ser excedida mais do que uma vez por ano
Monóxido de carbono	10 ug/m ³	concentração máxima em amostras de 8 horas, que não deve ser excedida mais do que uma vez por ano
	40 ug/m ³	concentração máxima em amostras de 1 hora, que não deve ser excedida mais do que uma vez por ano
Dióxido de enxofre	80 ug/m ³	média aritmética anual
	365 ug/m ³	concentração máxima diária que não deve ser excedida mais do que uma vez por ano

Quadro 1: padrões primários de qualidade do ar (baseado em BRASIL, 1990)

No primeiro caso **redução de poluição na fonte**, a Resolução do CONAMA n. 018 (BRASIL, 1986b) instituiu o PROCONVE (Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores), que prevê a redução das emissões dos poluentes, exemplificando uma medida de evolução na tecnologia. A redução progressiva da emissão de poluentes, em função da evolução tecnológica, está representada no quadro 2.

Poluentes	Veículos leves	
	1989	1997
monóxido de carbono	24,0 g/km	2,0 g/km
hidrocarbonetos	2,1 g/km	0,3 g/km
óxidos de nitrogênio	2,0 g/km	0,6 g/km
Teor de monóxido de carbono em marcha lenta	3,00%	0,50%

Quadro 2: redução de poluentes por evolução tecnológica (baseado em BRASIL, 1986b)

As medidas de controle de automóveis são um pouco mais complicadas, visto que lidar com a educação e conscientização da população é um assunto delicado, afirma o Manual Rodoviário do DNER (BRASIL, 1996, p. 33): “[...] o controle de regulação dos motores passa, obrigatoriamente, pela conscientização dos usuários dos veículos, visto que a fiscalização só

tem facilidade de atuar diretamente quando a emissão de fumaça é densa o suficiente para ser visível [...]”.

Segundo Bellia e Bidone (1993, p. 211), como uma das diversas **medidas de planejamento**, pode-se utilizar a otimização de cruzamentos, visando reduzir as necessidades de parada, e, conseqüentemente, reduzir as acelerações e desacelerações. De acordo com o que foi dito, os autores ressaltam exemplos muito perto de nossa realidade que foram adotados como medidas de planejamento: as progressivas restrições estabelecidas na cidade de São Paulo, em relação à rotatividade nos veículos nas vias em função do dia da semana, e a proibição da passagem de veículos pesados em certos túneis no Rio de Janeiro.

3.2.4.2 Poluição da água

Por ser um recurso essencial ao seres vivos e por se encontrar uma pequena porção potável em relação ao montante original, os impactos ambientais que envolvem a água são de extrema importância. Segundo o Manual Rodoviário do DNER (BRASIL, 1996, p. 33), a contaminação potencial da água está relacionada a três principais fatores:

- a) instalações ao longo da rodovia, com despejo de efluentes sanitários, graxas e óleos;
- b) precipitação de resíduos sólidos, hidrocarbonetos, aldeídos, assim como de outros materiais sólidos, tais como borracha de pneus e lonas de freios, e aqueles caídos de transportadas, entre outros;
- c) acidentes com cargas potencialmente poluentes.

Bellia e Bidone (1993, p. 213), salientam que as rodovias causam impactos, não apenas pelo seu funcionamento diretamente, mas as aglomerações humanas atraídas para a região em função da via também causam impactos ao meio ambiente, e, em especial, à água. Sendo assim, é necessário que os assentamentos como residências, postos de serviços e postos de vendas de alimentos, surgidos tanto na fase de construção como de operação, possuam saneamento básico para o despejo de seus afluentes sanitários.

3.2.4.3 Ruídos

As principais vítimas dos ruídos gerados pelo tráfego de veículos, segundo o Manual Rodoviário do DNER (1996, p. 35), são:

- a) as populações expostas permanentemente aos ruídos, principalmente aquelas que habitam e/ou trabalham nas proximidades de trechos com tráfego de alta densidade;
- b) as instalações de terceiros que necessitam de silêncio (escolas, teatros, hospitais, etc.) e/ou de estabilidade para seu funcionamento (laboratórios, indústrias de precisão, hospitais, etc);
- c) os monumentos históricos e sítios culturais, que podem ter suas funções distorcidas pelos ruídos gerados pelo tráfego pesado;
- d) a fauna silvestre, que pode sofrer impactos devido aos ruídos excessivos (fuga dos sítios naturais, inibição da natalidade, etc.).

No Brasil, a Resolução n. 035 do CONTRAN (BRASIL, 1998, p. 1) regulamenta o nível de ruído máximo permitido pela buzina de automóveis: “Art. 1. Todos os veículos automotores, nacionais ou importados, produzidos a partir de 01/01/1999, deverão obedecer, nas vias urbanas, o nível máximo permissível de pressão sonora emitida por buzina ou equipamento similar, de 104 decibéis [...]”. Complementando essa Resolução, Bellia e Bidone (1993, p. 223) apresentam os níveis máximos de ruído pelo funcionamento dos veículos permitidos no Brasil, encontrados no quadro 3.

Tipo do veículo	Nível máximo permitido no Brasil (decibéis)
Motocicletas	84
Ônibus	89
Caminhões	92
Automóveis	84

Quadro 3: níveis máximos de ruídos permitidos em função do tipo de veículo (baseado em BELLIA; BIDONE, 1993)

As medidas mitigadores propostas pelo Manual Rodoviário do DNER (BRASIL, 1996, p. 37) são classificadas assim:

- a) redução de ruído na fonte;
- b) controle de propagação e atenuação dos ruídos,

- projeto, ou planejamento, das vias;
- construção de barreiras entre as vias e as áreas a proteger;
- alteração das características dos ambientes que recebem o ruído.

A redução do **ruído na fonte** foge um pouco dos objetivos da Engenharia Rodoviária, porém, é um objetivo querido pela sociedade e que deve ser perseguido pelos empreendedores da indústria automobilística, buscando novos métodos e novas tecnologias a fim de reduzir a emissão de ruídos nos veículos (BELLIA; BIDONE, 1993, p. 228). Devido ao fato de que as autoridades podem somente atuar sobre o estado de conservação dos automóveis, e quanto pior, maior é a produção de ruídos, torna-se indispensável a progressiva fiscalização atuante por parte dos poderes públicos (BRASIL, 1996, p. 37).

Dentro do **controle de propagação e atenuação dos ruídos**, o planejamento de vias pode utilizar novos conceitos de concepção de traçado e greide, evitando a passagem por áreas críticas e suavizando rampas, que exigem fortes acelerações, e também novos conceitos de concepção operacional, minimizando os fatores que exijam frenagens bruscas e mudanças de marcha e regularizando o tráfego de veículos pesados em trechos especiais (BELLIA; BIDONE, 1993, p. 230).

Em relação ao uso de barreiras físicas para mitigar a produção de ruídos, o Manual Rodoviário do DNER (BRASIL, 1996, p. 37) ressalta que: “As barreiras, por sua vez, têm sido usadas com bastante frequência em todo o mundo, nos locais em que não interferem com os fluxos de tráfego locais (pedestres e veículos)”. Sendo assim, soluções práticas e que muitas vezes não necessitam de grandes investimentos para sua implantação.

Alterar as características dos ambientes que retém o ruído, na maioria dos casos, relaciona-se com substituição de materiais preexistentes e de composição de ambientes em uso, envolvendo gastos com desapropriação e realocação, tornando-se assim, uma saída inviável economicamente. Entretanto, é possível atenuar os ruídos na maioria das habitações mudando as características de suas janelas (o principal meio de invasão dos ruídos), tanto de posicionamento como de material constituinte, obtendo-se resultados satisfatórios com custos baixos.

3.2.4.4 Vibrações

De acordo com o Manual Rodoviário do DNER (BRASIL, 1996, p. 38), as vibrações são geradas pelo deslocamento dos veículos nas vias, são transmitidas ao ar e ao solo e se propagam em todas as direções, à semelhança com as ondas sísmicas. Esse Manual ressalta que, em geral, as únicas vibrações que são levadas em consideração no estudo de impactos ambientais são aquelas que têm importância ao ponto de comprometerem estruturas (casas, prédios, monumentos, etc.) ou instalações que necessitam de condições especiais (laboratórios, hospitais, escolas, etc.). No entanto, complementa Bellia e Bidone (1993, p. 232), o tráfego pode produzir vibrações que, mesmo em níveis baixos, por serem contínuos podem se tornar incômodos, e em casos mais graves, resultar em distúrbios físicos e psicológicos.

As vibrações são causadas principalmente, segundo o Manual Rodoviário do DNER (BRASIL, 1996, p. 38), pelos seguintes fatores:

- a) irregularidades do pavimento, fazendo com que os veículos se desloquem em pequenos saltos que, embora amortecidos pelos sistemas de suspensão, causam impactos diretos com o solo;
- b) funcionamento dos veículos, os quais possuem uma vibração própria, causada pelo funcionamento do motor. Também estas vibrações são parcialmente absorvidas pelo sistema de suspensão e transmitidas ao solo;
- c) movimentação normal do veículo e por movimentos bruscos, tal como o fechamento de portas, que geram ondas de pressão no ar, cujo deslocamento pode causar vibrações de pouca monta em portas, janelas, etc.

O Manual ainda complementa afirmando que as medidas mitigadoras que podem ser adotadas variam em função do local e com o que se quer proteger, mas em geral, pavimentos asfálticos (bem conservados) geram menores vibrações do que as pistas de terra, de paralelepípedos e pavimentos com blocos de concreto.

Dentro do contexto de medidas mitigatórias de ruídos causados pelo tráfego, Bellia e Bidone (1993, p. 235) destacam as medidas de planejamento que usualmente possuem bons resultados:

- a) proibição da passagem de veículos pesados por determinados trechos;

- b) locação de vias distantes de edificações sensíveis (monumentos históricos e arquitetônicos, hospitais, laboratórios);
- c) busca de terrenos firmes para a implantação das obras.

Há também outras medidas para mitigar os ruídos impactantes, como, por exemplo, a construção de valas para impedir a propagação das ondas e uso de materiais especiais absorventes, no entanto, estas medidas aumentam consideravelmente o custo das obras e nem sempre têm resultados satisfatórios.

3.2.4.5 Segurança da comunidade

A segurança da comunidade refere-se a interações entre os veículos que utilizam a via, entre os veículos que compõem o tráfego de passagem e entre os pedestres que fazem parte do tráfego local (BRASIL, 1996, p. 38). As relações entre os agentes mencionados transcendem os conceitos da Engenharia de Tráfego, pois envolvem questões socioeconômicas muito complexas, sendo necessária uma análise multidisciplinar para que os verdadeiros impactos ambientais sejam levantados.

No entanto, os impactos diretos, e que são mais palpáveis de serem trabalhados, são aqueles que envolvem a segurança quanto à colisão dos veículos e aos sinistros causado pelo choque entre pedestres e automóveis. Bellia e Bidone (1993, p. 238) sugerem uma série de características da via que podem ser analisadas e ajustadas para proporcionarem uma maior segurança, no que diz respeito as interações entre os veículos que utilizam a via e os veículos que estão apenas de passagem. Essas informações estão sintetizadas no quadro 4.

No caso dos pedestres, por serem um grupo mais vulnerável à fatalidades, a sua segurança não gira em torno apenas das características da via, mas também de todos os fatores a seguir:

- a) características da via;
- b) trajetória dos pedestres;
- c) área de influência de equipamentos e serviços;
- d) grupos vulneráveis (caso pertencentes à um dos diversos).

Interação	Fatores
Interação entre veículos em passagem	Fluxo de veículos por hora
	Velocidade padrão
	Composição da frota
	Nível de congestionamento
	Características geométricas da via (rampas, curvaturas, largura, etc.)
	Características da superfície de rolamento
	Estado de conservação do pavimento
	Adequação do sistema de sinalização
Interação entre veículos em passagem com tráfego local	Visibilidade e risco de ofuscamento
	Quantidade de cruzamentos
	Velocidades
	Fluxo de veículos nos cruzamentos
	Geometria dos cruzamentos
	Largura da via
	Tipo e estado de conservação dos pavimentos
	Estado de conservação da sinalização
Visibilidade e risco de ofuscamento	
Composição e qualificação da frota	

Quadro 4: segurança da comunidade, relação entre veículos
(baseado em BELLIA; BIDONE, 1993)

Todos esses fatores estão detalhados no quadro 5, contendo a sua descrição e os parâmetros que o influenciam.

Fatores	Descrição
Características da via	Geometria em planta e perfil
	Largura
	Freqüência de pontos de travessia
	Tipo de facilidade para travessia
	Fluxo de tráfego, composição e velocidade
Trajectoria de pedestres	Número de vias atravessadas
	Freqüência de pontos de travessia antes e após a construção da rodovia
	Extensão do percurso dos pedestres antes e após a construção e distância extra percorrida
Área de influência dos equipamentos de serviços	Tipo de serviço
	Número de usuários
	Proporção da população sujeita ao percurso de distância extra
	Disponibilidade e localização de equipamentos alternativos
	Distância extra às alternativas
Grupos vulneráveis (crianças, idosos, etc.)	Número aproximado de pessoas afetadas
	Definição das dificuldades

Quadro 5: segurança de pedestres (baseado em BELLIA; BIDONE, 1993)

4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Os métodos de avaliação de impactos ambientais, em sua essência, buscam relacionar as etapas de construção do empreendimento a ser analisado com os impactos possíveis nas suas diferentes dimensões. Dentre os diversos métodos existentes, Braga et al. (2005), destaca os principais:

- a) método *ad hoc*;
- b) listagem de controle;
- c) matriz de interações;
- d) superposição de cartas;
- e) rede de interações.

O **método *ad hoc*** tem como base a participação de técnicos e cientistas, especialistas em uma determinada área, em reuniões cujo objetivo é desenvolver de forma simples, objetiva e dissertativa, uma avaliação de impactos ambientais para um determinado empreendimento. Geralmente, os impactos são detectados a partir de técnicas de discussão como o *brainstorming*, realizando uma análise subjetiva e qualitativa da situação ambiental, contendo pouco, ou nenhuma, análise quantitativa.

Por ser um método de avaliação muito amplo, este pode ser aplicado em conjunto com um questionário dissertativo, caso os profissionais desejem avaliar os impactos em uma área específica do projeto. Em qualquer um dos casos, é muito comum que os resultados sejam sintetizados através de relatórios, tabelas ou matrizes ao final da reunião, para que se guarde registro do que foi produzido.

As **listagens de controle**, segundo Braga et al. (2005, p. 259), são uma evolução do método anterior, onde os técnicos e especialistas da área preparam uma lista de fatores e componentes ambientais potencialmente impactantes pelo empreendimento em questão. Em muitos casos as listagens de controle são apresentadas sob a forma de questionário a ser preenchido, visando direcionar a avaliação do estudo. Contudo, na necessidade de um estudo mais abrangente, o método baseia-se em relacionar (dentro das listagens, ou *check-lists*) as fases do

empreendimento, desde seu planejamento até seu encerramento, com os impactos nos seguintes meios: biótico, físico e socioeconômico.

As listagens de controle desconsideram as relações de causa e efeito entre os impactos, ou seja, a sequência de alterações desencadeadas a partir de ações impactantes, e por isso são recomendadas somente para avaliações preliminares. O método consegue incorporar escalas de valores e ponderações de forma muito limitada, servindo, principalmente, para um estudo de caráter qualitativo.

O método da **matriz de interações** baseia-se na análise bidimensional que relaciona as ações das fases construtivas do empreendimento com as características ambientais possíveis de serem afetadas (BRAGA et al., 2005, p. 276). Uma das matrizes mais difundidas dentro desse método é a matriz de Leopold, onde o cruzamento das linhas horizontais (fases do projeto) com as colunas (características ambientais) resultam em quadrículos ao qual pode ser atribuído um valor numérico dentro de uma escala, como por exemplo de um a dez ou de um a cem. A escala utilizada varia em função dos profissionais que compõem a equipe de avaliadores de impactos ambientais e não possui uma padronização específica. Um exemplo de matriz de interações pode ser observado na figura 3, e um exemplo de método para atribuição de valores dentro da matriz está representado na figura 4.

Fases de um projeto de engenharia	Meio Físico					Meio Biótico		Meio Socioeconômico			
	solo	ar	água subterrânea	água superficial	rochas	flora	fauna	emprego e renda	cultura e história	acessibilidade	lazer
Planejamento											
Construção											
Operação											
Manutenção											
Encerramento											

Figura 3: matriz de interações

O método de **superposição de cartas** baseia-se na técnica de desenho de mapas em material transparente, que, quando sobrepostos, interagem produzindo a síntese da situação ambiental de uma área geográfica. Esses mapas podem ser confeccionados de acordo com os conceitos

Classificação de Impactos							
Caráter	C	Positivo	1	Negativo	-1	Neutro	0
Perturbação	(P)	importante	3	regular	2	escassa	1
Importância	(I)	alta	3	média	2	baixa	1
Ocorrência	(O)	muito provável	3	provável	2	pouco provável	1
Extensão	(E)	regional	3	local	2	pontual	1
Duração	(D)	permanente	3	média	2	curta	1
Reversibilidade	(R)	irreversível	3	parcial	2	reversível	1
Valoração de Impactos							
Impacto total = C . (P + I + O + E + D + R)							
Negativo (-)							
Severo				abaixo de -15			
Relevante				entre -15 e -9			
Aceitável				acima de -9			
Positivo (+)							
Alto				Acima de +15			
Médio				Entre +15 e +9			
Baixo				Abaixo de +9			

Figura 4: valorização de impactos (baseado em CONTRERAS, 2008)

de vulnerabilidade ou potencialidade de impacto nos recursos ambientais. Complementando o esse conceito: “O Método da Superposição de Cartas trata da confecção de cartas temáticas relativas aos fatores ambientais potencialmente afetados pelas alternativas, tais como embasamento geológico, tipo de solo, declividades, cobertura vegetal, paisagem e outros.” (BRAGA et al., 2005, p. 275). Com o avanço da tecnologia, e em especial a informática, e com a computação gráfica tornando-se a cada dia uma ferramenta mais próxima do cotidiano dos engenheiros, este método tem ganhado valor na mesma proporção, visto que sua utilização além de evoluir para um formato mais preciso, torna-se menos complicada.

O método das **redes de interações** busca estabelecer sequência de impactos ambientais, a partir de determinada intervenção, utilizando métodos gráficos como, por exemplo, fluxogramas. Segundo Braga et al. (2005, p. 275), “As redes de interação surgiram da necessidade de identificar os impactos indiretos ou de ordem inferior, destacando-os dos impactos primários ou diretos.”. Esse método tem como principal função o destaque gráfico, para fácil e rápida visualização, dos impactos ambientais desencadeados por uma intervenção inicial. Se usado em conjunto com os demais métodos disponíveis, torna-se uma poderosa ferramenta de detecção das relações de causa e efeito entre diferentes impactos ambientais.

5 ANÁLISE DOS CASOS ESTUDADOS

Nesse capítulo serão apresentados os documentos de EIA/RIMA utilizados na pesquisa, a metodologia utilizada e os resultados encontrados.

5.1 OS CASOS ESTUDADOS

Foram analisados cinco documentos de EIA/RIMA de empreendimentos rodoviários, listados a seguir:

- a) duplicação da rodovia BR386;
- b) recuperação da rodovia BR319;
- c) empréstimo e descarte de materiais para duplicação da BR392;
- d) pavimentação da rodovia BR163;
- e) pavimentação da rodovia BR285.

A duplicação da **BR386** será implantada no segmento Estrela-Tabaí, perfazendo uma distância total de 25,2 km. O trecho da via entre Lajeado e Estrela, e entre Triunfo e Canoas, já está duplicado, ocasionando um gargalo no trecho ainda não duplicado.

As obras de recuperação da **BR319** tem como objetivo integrar por meio rodoviário as capitais dos Estados do Amazonas (Manaus) e Rondônia (Porto Velho). A rodovia possui 870 km de extensão e, além de beneficiar as duas grandes capitais, a sua recuperação irá integrar diversos municípios diretamente interceptados pela estrada.

Neste caso estudado o documento de EIA/RIMA era referente à viabilidade de utilização de área para extração mineral de areia e descarte de materiais, para instalação das obras de duplicação da rodovia **BR392**, trecho compreendido entre Pelotas e Rio Grande. A região em questão situa-se no quilômetro 26,26 da rodovia BR392 e possui área de 82.500m².

O trecho a ser pavimentado da **BR163** situa-se no estado do Pará, no segmento onde ocorre entroncamento com a BR230. A distância total para pavimentação prevista é de 30 km. O trecho abordado pelo Estudo de Impacto Ambiental contém a maior concentração de atoleiros da rodovia, o que tornou necessária a inclusão da viabilidade de obras de arte para o empreendimento.

A rodovia **BR285** possui uma extensão total de 744 km e faz ligação entre Araranguá, em Santa Catarina, e São Borja, no Rio Grande do Sul. As obras previstas para esse empreendimento são as de construção e pavimentação dos trechos remanescentes da rodovia em leito natural.

5.2 MÉTODOLOGIA UTILIZADA

Para cada documento de EIA/RIMA foram analisados o conteúdo de forma geral e a síntese da avaliação de impactos ambientais apresentada. Para analisar a integridade do conteúdo e da metodologia utilizada nos documentos foram observados os aspectos sintetizados na figura 5, tomando-se como referência a Resolução do CONAMA n. 001 (BRASIL, 1986a). Foram atribuídos parâmetros de análise para cada um dos critérios observados nos EIA/RIMA. Para analisar os impactos ambientais contidos nos documentos coletou-se informações sobre seus atributos, utilizando o resumo das matrizes de interações ou, em sua ausência, através da interpretação de sua descrição, sendo eles:

- a) o meio em que ocorre;
- b) a fase do empreendimento em que ocorre;
- c) se é positivo ou negativo;
- d) magnitude;
- e) se é direto ou indireto;
- f) sua probabilidade de ocorrência;
- g) severidade;
- h) significância;
- i) a importância atribuída;

- j) em qual intervalo de tempo ocorre;
- k) permanência;
- l) área de abrangência;
- m) sinergia;
- n) reversibilidade;
- o) atenuabilidade.

	Aspectos analisados	Critérios utilizados
EIA	Alternativas tecnológicas de projeto	Foram levados em consideração o maquinário utilizado, a performance dos tipos asfálticos e a viabilidade de diferentes modais de transporte
	Alternativas locacionais do projeto	Foi feita a análise de diferentes cenários e traçados de via presente no item
	Hipótese de não execução do projeto	Foi realizada a análise de vantagens e desvantagens da não-execução, e de sua viabilidade
	Avaliação de impactos na fase de implantação	Foi considerada se a avaliação dos impactos com a identificação da fase de implantação está presente, e o nível de detalhamento de informações contidas
	Avaliação de impactos na fase de operação	Foi considerada se avaliação dos impactos com a identificação da fase de implantação está presente, e o nível de detalhamento de informações contidas
	Definição da área de influencia direta	Observou-se a descrição da delimitação, os critérios utilizados e a presença ou ausência de mapas para facilitar a visualização
	Definição da área de influencia indireta	Foi analisada a descrição da delimitação, os critérios utilizados e a presença de mapas para facilitar a visualização, bem como o a presença de bacias e sub-bacias dentro estudo
	Diagnóstico ambiental para todos os meios	Foi verificado se o diagnóstico está presente para todos os meios, e se a informação apresentada é relevante
	Definição das medidas mitigadoras para impactos ambientais negativos	Verificou-se a presença das definições de medidas mitigadoras e seu nível de detalhamento
	Elaboração de programa de monitoramento para impactos positivos e negativos	Foi verificada a presença de programa de controle ambiental e seu nível de detalhamento
RIMA	Objetivos e justificativas do projeto	Verificou-se a objetividade do item
	Previsão das fontes de energia	Foram analisados o estudo de fontes de energia para equipamentos, máquinas e veículos, bem como o estudo de jazidas e bota-foras
	Previsão de empregos diretos e indiretos	Foram analisados os critérios adotados para previsão de empregos
	Descrição dos prováveis impactos ambientais	Foi analisado o nível de detalhamento da descrição de cada impacto
	Identificação dos métodos, critérios e técnicas de AIA	Analisou-se a presença explícita do uso de diferentes métodos para AIA, e os critérios utilizados em cada um
	Prognóstico ambiental para cada alternativa de projeto, bem como a sua não-realização	Foi verificado o conteúdo do prognóstico para o meio físico, biótico e socioeconômico para cada alternativa
	Descrição do efeito esperado das medidas mitigadoras para impactos negativos	Foram analisados os critérios utilizados para prever os efeitos das medidas mitigadoras
	Recomendação e comentários da alternativa mais favorável	Analisou-se os comentários e conclusões do empreendimento e como ele se relaciona com a área em que será executado

Figura 5: aspectos do conteúdo

5.3 RESULTADOS DA ANÁLISE

A análise do conteúdo e da metodologia utilizada nos documentos de EIA/RIMA partiu da atribuição de notas, com valores de 1 a 10, para cada um dos aspectos apresentados anteriormente. As notas com valor zero representam conteúdos ausentes, as notas com valores baixos indicam conteúdo insatisfatórios e as notas com valores altos simbolizam excelência no aspecto. O quadro 6 apresenta os resultados dessa análise para cada um dos casos estudados.

		NOTA				
		BR386	BR319	BR392	BR163	BR285
EIA	Alternativas tecnológicas de projeto	6	10	0	0	7
	Alternativas locacionais do projeto	7	7	0	0	7
	Hipótese de não execução do projeto	7	10	0	0	7
	Avaliação de impactos na fase de implantação	10	10	5	10	10
	Avaliação de impactos na fase de operação	10	10	5	10	10
	Definição da área de influencia direta	6	9	2	9	10
	Definição da área de influencia indireta	8	5	0	5	10
	Diagnóstico ambiental para todos os meios	7	7	4	7	7
	Definição das medidas mitigadoras para impactos ambientais negativos	10	10	10	10	10
	Elaboração de programa de monitoramento para impactos positivos e negativos	7	7	7	7	7
RIMA	Objetivos e justificativas do projeto	10	10	10	10	10
	Previsão das fontes de energia	7	0	0	0	0
	Previsão de empregos diretos e indiretos	6	6	0	6	6
	Descrição dos prováveis impactos ambientais	10	10	5	10	10
	Identificação dos métodos, critérios e técnicas de AIA	6	6	9	6	6
	Prognóstico ambiental para cada alternativa de projeto, bem como a sua não-realização	6	7	0	9	9
	Descrição do efeito esperado das medidas mitigadoras para impactos negativos	0	0	0	0	0
	Recomendação e comentários da alternativa mais favorável	9	4	10	10	10

Quadro 6: resultados da análise do conteúdo

No item **Alternativas tecnológicas de projeto** o EIA/RIMA da BR285 apenas analisa a performance dos tipos asfálticos e sua viabilidade quanto ao carregamento. O estudo da BR386 apresenta algumas opções de pavimentação e declara qual tipo de pavimento foi utilizado (pavimentação flexível CBUQ com polímeros) por apresentação maior custo benefício. O documento da BR319 apresenta a análise detalhada de vantagens e desvantagens para diferentes modais de transporte. A análise de alternativas tecnológicas não está presente para o caso da BR392 e BR163.

Quanto as **Alternativas locais do projeto**, os EIA/RIMA das rodovias BR285, BR386 e BR319 não apresentam alternativas locais. Para estes casos o estudo admite que o traçado da via escolhido é o melhor possível. Nos documentos da BR392 e BR163 este item é inexistente.

Na **Hipótese de não execução do projeto** os estudos da BR285 e da BR386 enfatizam que a hipótese de não execução não é viável, devido ao grande benefício que os empreendimentos poderiam trazer para a sociedade. Já o documento da BR319 apresenta, com uma breve análise, pontos negativos e positivos em relação a sua não execução, e, de maneira similar aos dois casos anteriores, argumenta que a hipótese não seria viável. Para as rodovias BR192 e BR163 este item é inexistente.

A **Avaliação de impactos na fase de implantação** e a **Avaliação de impactos na fase de operação** dos EIA/RIMA das rodovias BR386, BR319, BR285 e BR163 apresentam a avaliação de impactos de cada fase em forma escrita e em forma sintetizada, através de matrizes. O estudo para o caso da BR392 contém a avaliação de impactos, porém, não identifica a fase em que os impactos ocorrem.

Para a **Definição da área de influência direta** o estudo realizado para a rodovia BR392 não delimita a área de influência, apenas cita algumas espécies do meio biótico que poderiam ser afetadas. O documento da BR386 não apresenta mapa e não deixa claro o motivo do critério adotado (utilização de faixa de 200m a esquerda do trecho duplicado). Os casos da rodovia BR319 e BR163 contém a definição dos critérios utilizados e o anexo de mapas que ilustram a área definida. Por fim, o estudo que contempla a rodovia BR285 apresenta uma detalhada descrição da metodologia e critérios utilizados, e inclui mapas para orientar o leitor.

Para a **Definição da área de influencia indireta** o documento de EIA/RIMA da BR386 inclui bacias e sub-bacias no estudo, porém, não apresenta mapas para facilitar a compreensão da área delimitada. O estudo da rodovia BR319 não inclui bacias nem sub-bacias na área de influência indireta. O documento da BR163 apresenta mapas para auxiliar na orientação, porém, não inclui nenhum tipo de bacia em seu estudo. O estudo que contempla a rodovia BR285 apresenta uma completa descrição dos critérios utilizados para definir a área de influência direta, inclui o cotejo de bacias na área adotada e apresenta mapas que ilustram a abrangência da área delimitada.

No item **Diagnóstico ambiental para todos os meios** o documento de EIA/RIMA para as rodovias BR386, BR319, BR163 e BR285 apesar de completos, estão muito extensos e contém informações de relevância questionável em relação aos impactos do empreendimento. O caso da BR392 não apresenta o diagnóstico ambiental para meio socioeconômico.

Na **Definição das medidas mitigadoras para impactos ambientais negativos**, todos os casos estudados apresentam medidas mitigadoras para impactos ambientais negativos.

Quanto a **Elaboração de programa de monitoramento para impactos positivos e negativos**, os casos estudados apresentam programas de controle ambiental, porém, direcionados a apenas uma parte dos impactos negativos.

Em relação ao item **Objetivos e justificativas do projeto**, todos os documentos de EIA/RIMA analisados apresentam este item de maneira clara e objetiva.

Para a **Previsão das fontes de energia**, dentre os casos estudados, apenas o documento referente a rodovia BR386 apresenta este item, em forma estudo de jazidas e bota-foras para construção do empreendimento.

Na **Previsão de empregos diretos e indiretos**, os estudos que contemplam as rodovias BR163, BR285, BR386 e BR319 mencionam o aumento de emprego diretos e indiretos como impactos positivos no meio socioeconômico, mas não apresentam uma análise mais detalhada. Para o caso da BR392, este item é inexistente.

No item **Descrição dos prováveis impactos ambientais** o documento de EIA/RIMA da rodovia BR392 descreve de forma breve os prováveis impactos ambientais dentro da matriz de interações apresentada. Os casos estudados da BR386, BR 319, BR163 e BR285

descrevem detalhadamente os impactos ambientais, agrupados pela fase em que podem ocorrer.

Em relação a **Identificação dos métodos, critérios e técnicas de AIA** o documento de EIA/RIMA da rodovia BR392 possui sua metodologia explicada de forma clara, e apresenta de forma explícita os métodos de AIA utilizados, que são o *ad hoc*, através de reuniões e seminários, e a matriz de interações. Os demais casos estudados apenas mencionam explicitamente o método de matriz de interações.

Quanto ao item **Prognóstico ambiental para cada alternativa de projeto, bem como a sua não-realização**, o documento de EIA/RIMA da BR386 não apresenta o prognóstico ambiental para a hipótese de não realização, apresenta no entanto, o estudo quanto a não realização para a alternativa apresentada no documento. O estudo relativo a rodovia BR319 apresenta o prognóstico ambiental para diferentes cenários de governança da via, incluindo a hipótese de não realização. O caso estudado da BR163 apresenta prognóstico ambiental para hipóteses com e sem o projeto, cotejando impactos nos 3 meios possíveis, e também inclui diretrizes para o desenvolvimento do empreendimento em cada alternativa. O documento da rodovia BR285 apresenta prognóstico ambiental para três tipos distintos de alternativas de execução: não realização do empreendimento; realização do empreendimento, porém na ausência de diretrizes para desenvolvimento; e a realização da rodovia, incluindo medidas propostas para desenvolvimento. Este item é inexistente para o caso da BR392.

Na **Descrição do efeito esperado das medidas mitigadoras para impactos negativos** nenhum dos EIA/RIMA analisados faz menção quanto ao resultado esperado de suas medidas mitigadoras para os impactos ambientais, eles apenas recomendam que sejam adotadas.

No que tange a **Recomendação e comentários da alternativa mais favorável**, o documento de EIA/RIMA da BR319 possui este item breve demais, contendo apenas algumas informações e recomendações quanto ao reuso do solo ao término das obras. Os quatro demais casos estudados apresentam comentários finais, conclusões a respeito da viabilidade do empreendimento e sua importância, e uma breve síntese sobre os possíveis impactos ambientais.

O resultado da análise dos impactos ambientais de cada caso estudado encontra-se sintetizado no quadro 7. Através da observação desse resultado fica evidente que não há um consenso de

quais atributos devem ser contemplados em um Estudo de Impacto Ambiental para obras rodoviárias, visto que a caracterização dos impactos ambientais ocorre de forma distinta para os empreendimentos em questão.

	BR386	BR319	BR392	BR163	BR285
Físico	27%	14%	47%	43%	26%
Biótico	33%	48%	16%	15%	21%
Sócioeconômico	39%	38%	37%	43%	53%
Pré-implantação	-	24%	17%	-	5%
Implantação	73%	37%	70%	43%	53%
Operação	27%	39%	13%	57%	42%
Positivo	18%	14%	0%	18%	32%
Negativo	82%	86%	100%	82%	68%
Magnitude baixa	48%	25%	37%	31%	38%
Magnitude média	42%	48%	42%	31%	45%
Magnitude alta	9%	27%	21%	38%	17%
Direto	79%	-	65%	65%	77%
Indireto	21%	-	35%	35%	23%
Probabilidade rara	33%	-	0%	-	12%
Probabilidade baixa	-	-	5%	-	-
Probabilidade possível	-	-	21%	-	22%
Probabilidade alta	-	-	26%	-	-
Probabilidade certa	67%	-	47%	-	66%
Muito baixa severidade	-	-	21%	-	-
Baixa severidade	-	-	16%	-	-
Média severidade	-	-	58%	-	-
Alta severidade	-	-	5%	-	-
Muito alta severidade	-	-	0%	-	-
Muito baixa significância	-	-	21%	-	-
Baixa significância	24%	-	32%	-	-
Média significância	58%	-	42%	-	-
Alta significância	18%	-	5%	-	-
Muito alta significância	-	-	0%	-	-
Importância baixa	18%	22%	-	-	30%
Importância média	42%	46%	-	-	45%
Importância alta	39%	32%	-	-	24%
Pretérito	-	-	-	36%	-
Imediato	64%	41%	-	24%	-
Médio prazo	18%	28%	-	16%	-
Longo prazo	18%	31%	-	24%	-
Permanente	58%	64%	16%	63%	50%
Temporário	42%	34%	84%	31%	43%
Cíclico	-	2%	-	-	7%
Pontual	-	10%	74%	-	-
Local	73%	59%	-	54%	75%
Regional	27%	32%	26%	46%	25%
Sinérgico	-	-	0%	-	-
Não-sinérgico	-	-	100%	-	-
Reversível	52%	48%	74%	45%	41%
Irreversível	48%	52%	26%	55%	25%
Parcialmente	-	-	-	-	34%
Evitável	-	-	-	-	33%
Inevitável	-	-	-	-	48%
Atenuável	-	-	-	-	20%

Quadro 7: resultado da análise dos impactos ambientais

Com base nos resultados encontrados, percebe-se que os impactos ambientais se distribuem de maneira uniforme através dos três meios possíveis: físico, biótico e socioeconômico. Esse comportamento pode ser observado na figura 6.

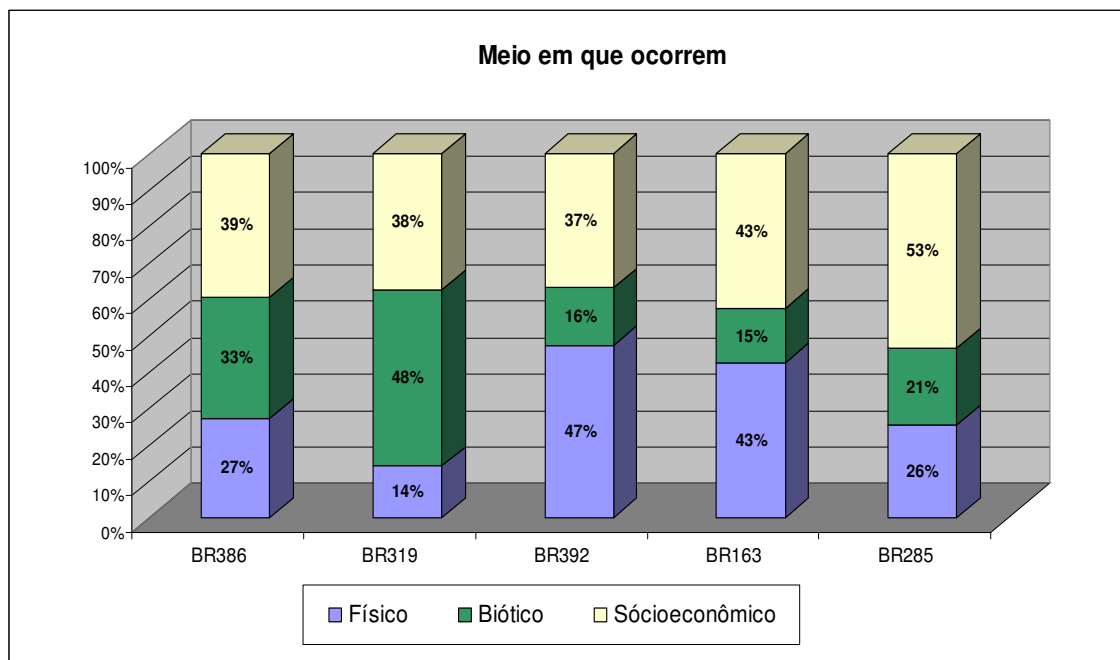


Figura 6: meio em que os impactos ocorrem

Os resultados também tornam evidente a tendência dos impactos ambientais possuírem uma abrangência local (ou pontual, o significado é o mesmo, a diferença é meramente da forma de nomenclatura adotada nos casos estudados). Essa tendência é ilustrada pela figura 7.

Por fim, a análise dos resultados mais importante está representada pela figura 8, onde estão contrapostos a quantidade de impactos negativos e positivos. A presença de impactos negativos sobrepõe-se a dos impactos positivos de forma que parece inviável a execução dos empreendimentos em questão. Isso representa claramente uma falha nos métodos de avaliação de impactos ambientais utilizados nos documentos de EIA/RIMA analisados nessa pesquisa.

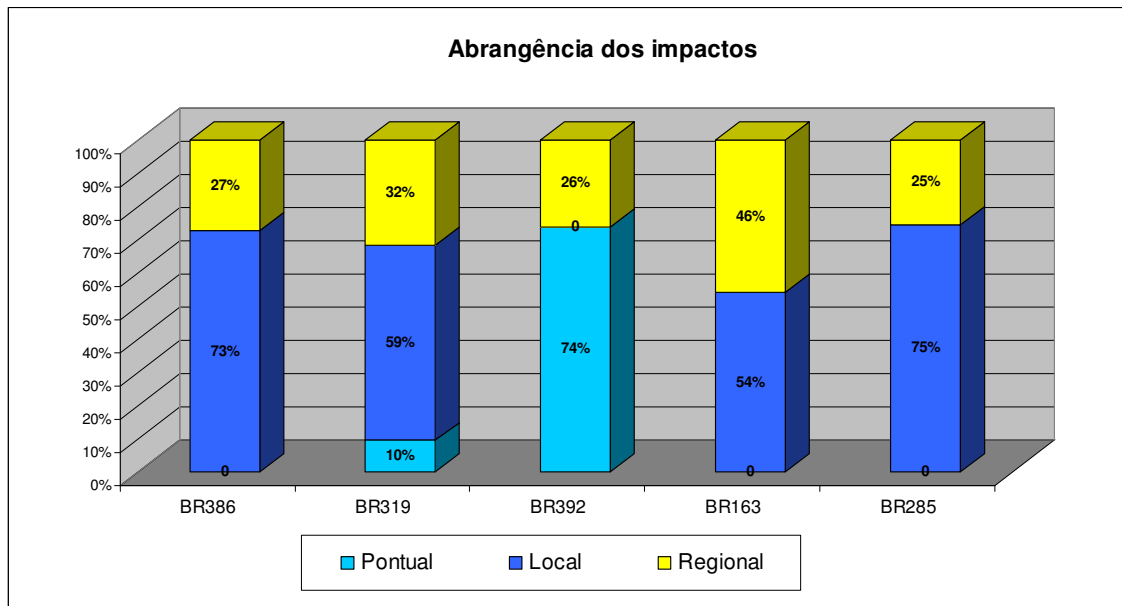


Figura 7: abrangência do impactos ambientais

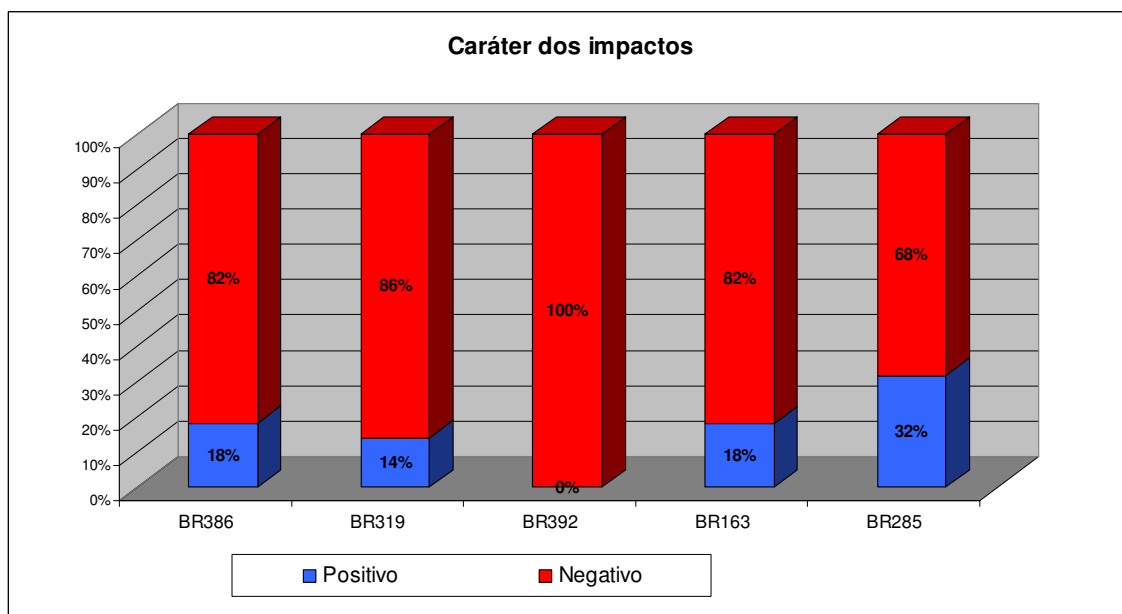


Figura 8: caráter dos impactos ambientais

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os resultados desse trabalho, conclui-se que obras rodoviárias apresentam impactos significativos, tanto positivos como negativos, ao meio ambiente. Sendo assim, é de primordial importância a análise desses impactos para a melhoria dos projetos, visando a minimização dos impactos negativos e a maximização dos positivos.

Para que essa otimização de resultados possa ser obtida, é necessário que os estudos de impactos ambientais sejam realizados de forma completa a fim de que a avaliação de impactos retrate as relações do empreendimento rodoviário com o meio em que será implantado de maneira verossímil. Em vista disso, essa pesquisa se propôs a sistematizar o método que os documentos de EIA/RIMA conduzem sua metodologia, através da análise dos casos estudados. A análise dos casos tinha como objetivo estudar o conteúdo dos documentos de maneira geral, atentando para a metodologia adotada em cada EIA/RIMA, e também tirar conclusões através da síntese da avaliação de impactos ambientais.

A primeira parte da análise foi bem sucedida. Foi possível analisar a metodologia utilizada pelos casos estudados através de critérios definidos para cada aspecto presente nos documentos de EIA/RIMA, servindo esses critérios de análise como referência para trabalhos e estudos futuros de impactos ambientais para empreendimentos rodoviários.

As limitações dessa pesquisa começam a surgir durante a segunda etapa de análise proposta. Tornou-se difícil a avaliação dos impactos ambientais, com base na síntese estatística de suas características, devido a falta de conhecimentos específicos fora da área da Engenharia Civil, como a biologia e a sociologia, uma vez que são abordados assuntos interdisciplinares, e também devido às diferentes caracterizações de impactos ambientais por parte dos profissionais, onde praticamente cada EIA/RIMA adota atributos diferentes para os impactos encontrados em seu estudo.

A fim de contornar os problemas que comprometeram esse trabalho, surgem sugestões de pesquisas futuras que podem contribuir para a qualidade do método de elaboração de EIA/RIMA atuais. A primeira sugestão tange a necessidade de se estabelecer uma

padronização para a características (ou atributos) dos impactos ambientais, para que eles possam ser avaliados e comparados de igual forma para qualquer empreendimento rodoviário.

A segunda sugestão de pesquisa surge da falha em ponderar os impactos negativos e positivos encontrada nos casos estudados. A partir da observação dos dados encontrados em relação as porcentagens de ocorrência de impacto positivos e negativos, parece incabível a aprovação e aceitação de empreendimentos variando de 70 a 100 por cento de impactos negativos. No entanto, sabemos que as rodovias são planejadas para trazer benefícios para a sociedade, e que os empreendimentos não são projetados e executados apenas para degradar o meio em que foram implantados. É em vista disso que se necessita um método que faça a ponderação dos valores que os impactos ambientais possuem, sendo eles negativos ou positivos. Realizar uma avaliação de impactos ambientais apenas com base em seu número de ocorrências pode trazer conclusões errôneas a respeito da importância do empreendimento.

REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY OFFICIALS. Tradução de Benjamin B. Frankel. **Manual de Construção Rodoviária: Práticas e Métodos**. Rio de Janeiro: USAID, 1966.

BELLIA, V.; BIDONE, E. D. **Rodovias, Recursos Naturais e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: EDUFF, 1993.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Engenharia Rodoviária. Divisão de Estudos e Projetos. Serviço de Estudos Rodoviários e Ambientais. **Manual Rodoviário de Conservação, Monitoramento e Controle Ambientais**. Rio de Janeiro, 1996.

BRASIL. Departamento Nacional de Trânsito. Conselho Nacional de Trânsito. Resolução n. 035, de 21 de maio de 1998. Estabelece método de ensaio para medição de pressão sonora por buzina ou equipamento similar. Brasília, DF, 1998. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/resolucoes.htm>>. Acesso em: 22 maio 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 001, de 23 de fevereiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Brasília, DF, 1986a. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>>. Acesso em: 17 maio 2010.

_____. Resolução n. 018, de 6 de maio de 1986. Dispõe sobre a criação do Programa de Controle de Poluição do Ar por veículos Automotores. Brasília, DF, 1986b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=41>>. Acesso em: 25 maio 2010.

_____. Resolução n. 003, de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre padrões da qualidade do ar, previstos no PRONAR. Brasília, DF, 1990. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100>>. Acesso em: 25 maio 2010.

CONTRERAS, J. La Identificación de Impactos Ambientales: módulo 7 - método de EIA. 2008. Disponível em: <<http://www.idard.org.do/capacitacion/eambiental/JoseContreras.pdf>>. Acesso em: 22 novembro 2010.