

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO CERRADO PATROCÍNIO  
UNICERP  
Graduação em Engenharia Civil**

**PATRICK SANTOS VIEIRA**

**IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS NA IMPLANTAÇÃO DE UMA  
RODOVIA E/OU FERROVIA**

**PATROCÍNIO/ MG  
2018**

**PATRICK SANTOS VIEIRA**

**IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS NA IMPLANTAÇÃO DE UMA  
RODOVIA E/OU FERROVIA**

Trabalho Monográfico de Conclusão de Curso  
apresentado como exigência parcial para  
obtenção do grau de bacharel em Engenharia  
Civil, pelo Centro Universitário do Cerrado  
Patrocínio – UNICERP.

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Fernandes

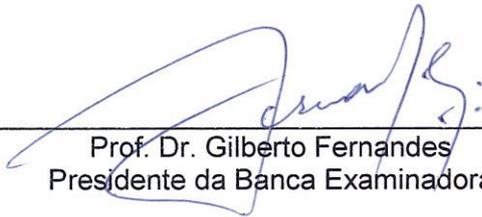
**PATROCÍNIO/ MG  
2018**

## ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 11 dias do mês de dezembro de 2018, às 19:50 horas, em sessão pública na sala 701-06 deste Campus Universitário, na presença da Banca Examinadora presidida pelo Professor Dr. Gilberto Fernandes e composta pelos examinadores:

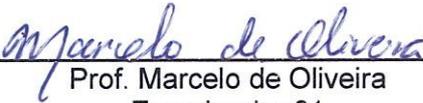
1. Prof. Marcelo de Oliveira
2. Prof. Wagner Márcio Bernardes,

o aluno Patrick Santos Vieira apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: Impactos ambientais causados na implantação de uma rodovia e/ou ferrovia como requisito curricular indispensável para a integralização do Curso de Engenharia Civil. Após reunião em sessão reservada, os professores decidiram da seguinte forma: O Avaliador 01 decidiu pela Aprovação e o Avaliador 02 decidiu pela Aprovação, sendo resultado final da Banca Examinadora, a decisão final pela Aprovação do referido trabalho, divulgando o resultado formalmente ao aluno e demais presentes e eu, na qualidade de Presidente da Banca, lavrei a presente ata que será assinada por mim, pelos demais examinadores e pelo aluno.



---

Prof. Dr. Gilberto Fernandes  
Presidente da Banca Examinadora



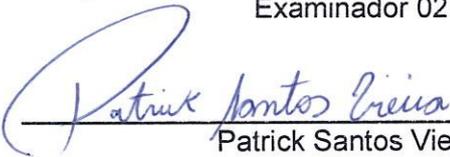
---

Prof. Marcelo de Oliveira  
Examinador 01



---

Prof. Wagner Márcio Bernardes  
Examinador 02



---

Patrick Santos Vieira  
Aluno

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter sempre me guiado por toda minha trajetória, me dando saúde e força para superar as dificuldades.

Aos meus pais, que sempre me incentivaram e apoiaram nas minhas decisões, pelo amor incondicional.

A UNICERP, seu corpo docente, direção e administração que fizeram desse sonho se tornar realidade.

Agradeço também ao professor Dr. Gilberto Fernandes, companheiro ao longo do curso, pela paciência, incentivo e pelo apoio no pouco tempo livre que lhe cabia.

Agradeço ainda a todos os colegas de turma na qual convivi esses cinco anos.

A todos o meu muito obrigado!

## RESUMO

**Introdução:** As rodovias e ferrovias constituem as principais linhas de tráfego de cargas e pessoas, sendo instrumentos de vital importância para o desenvolvimento econômico do país. Entretanto, apesar de seus inúmeros benefícios, estes sistemas podem gerar grandes impactos sobre o meio ambiente e a qualidade de vida, afetando a capacidade de suporte do planeta. Por esta questão, o presente trabalho tem por objetivo apresentar e avaliar os impactos socioambientais resultantes da implantação de uma rodovia e/ou ferrovia, de modo a identificar e buscar possíveis medidas mitigadoras. **Materiais e Métodos:** Para o desenvolvimento do trabalho foi utilizada a pesquisa bibliográfica, realizada a partir da coleta de dados e informações, em especial, de Relatórios de Impactos Ambientais (RIMA), disponibilizados pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Resultados:** Os materiais selecionados contribuíram de forma eficiente para o desenvolvimento do estudo, evidenciando os principais impactos encontrados nas rodovias e ferrovias do Brasil. **Conclusão:** Neste contexto, o trabalho demonstra ao final que, estes sistemas viários constituem grandes geradores de impactos, podendo afetar o equilíbrio dos ecossistemas e o bem-estar dos indivíduos, bem como promover contaminações de corpos hídricos e/ou do solo, ocasionando consequências assim, graves, que devem ser destacadas e mitigadas, constituindo um conjunto de ações de reparações ambientais que formam um sistema de manejo ambiental.

**Palavras-chave:** Impactos Ambientais; Rodovias; Ferrovias;

“Somente quando for cortada a última árvore, poluído o último rio, pescado o último peixe, é que o homem vai perceber que não pode comer dinheiro!”

**Greenpeace**

## **LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1 - Exemplo de processos de erosão em rodovias e ferrovias.....	19
--	----

## Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS.....	11
2.1. GERAL.....	11
2.2. ESPECIFICOS.....	11
3 DESENVOLVIMENTO.....	12
3.1 INTRODUÇÃO.....	13
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
3.3.1 Impacto Ambiental.....	15
3.3.2 Impactos associados às ferrovias/rodovias.....	17
3.3.2.1 Meio Físico.....	18
3.3.2.1.1 Erosão, assoreamento e inundação.....	18
3.3.2.1.2 Interferência no sistema de drenagem natural.....	20
3.3.2.1.3 Redução da qualidade do ar.....	21
3.3.2.1.4 Alteração na qualidade das águas subterrâneas e superficiais.....	22
3.3.2.2 Meio Biótico.....	24
3.3.2.2.1 Proliferação de vetores e doenças.....	24
3.3.2.2.2 Supressão da vegetação e perda de populações.....	25
3.3.2.2.3 Atropelamento de animais.....	26
3.3.2.2.4 Perda de habitats e afugentamento da fauna.....	27
3.3.2.2.5 Caça predatória, captura e transporte ilegal.....	28
3.3.2.2.6 Introdução de espécies faunísticas nativas e exóticas.....	28
3.3.2.2.7 Geração e deposição de resíduos e efluentes.....	29
3.3.2.2.8 Poluição Sonora (ruídos e vibrações).....	31
3.3.2.3 Meio Antrópico.....	31
3.4 CONCLUSÃO.....	33
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	33
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
5. CONCLUSÃO.....	36
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	38

## 1. INTRODUÇÃO

Considerado um país com dimensões continentais, o Brasil conta uma área territorial de 8.516.000 km<sup>2</sup>, o que inclui inúmeras rodovias e ferrovias para ligar pessoas e mercadorias de Norte a Sul do país. Para esse deslocamento é necessário que haja uma malha bem planejada e com boas condições para atender os diferentes tipos de rotas/finalidade, estas que incluem importações, exportações e investimentos estrangeiros.

O transporte ferroviário brasileiro teve seu início com Irineu Evangelista de Souza, (1813-1889), popularmente conhecido como Visconde de Mauá em 1854, com a construção do trecho de 14,5 km que ligava Porto de Mauá a Fragoso, no Rio de Janeiro. Com o passar dos anos, esse meio de transporte veio ganhando força, principalmente na região sudeste devido ao transporte do café.

O auge desse modelo de transporte se deu entre os anos de 1870 e 1920, historicamente marcados como “A era das ferrovias”, porém, os custos para implantação eram e, até hoje são bem elevados, contudo os gastos com manutenção são baixos, o que acabou não evitando que muitas delas fossem desativadas.

Mesmo sabendo que a opção pelo transporte rodoviário não é recomendado para países como o Brasil que possuem um grande território, ele acabou se tornando o principal meio de transporte do Brasil, seja ele para o fluxo de mercadorias, seja para o tráfego de pessoas. Esse meio cresceu no Brasil graças a empresas com capital estrangeiro que queriam promover o mercado de automobilístico no país, prometendo ampliar o número de empregos.

Como a manutenção das rodovias custam muito para os cofres públicos, o governo começou a cortar investimentos e, em 1990 deu início a privatização de rodovias prática que até hoje é realizada através de concessões públicas. Essas concessões, geralmente acontecem quando as estradas já estão prontas e estruturadas.

Atualmente, a ABCR - Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias, associação essa que é formada por 59 empresas privadas, que operam 19.030 quilômetros de rodovias, número que representa cerca de 9% de toda malha rodoviária nacional pavimentada, estas que cortam doze estados Bahia, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo.

Mesmo com todos esses dados, a situação das rodovias em relação a qualidade é bem abaixo do esperado, estradas com alto tráfego não duplicadas, sem a devida manutenção e, ainda possui muitas estradas não pavimentadas.

Um assunto que vem chamando bastante à atenção é a sustentabilidade e, é fato que, mesmo com todos os estudos e pesquisas já realizados, é praticamente impossível à construção de uma ferrovia/rodovia sem causar impactos ambientais, sem alterar a vida em torno da construção.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. GERAL**

Avaliar os impactos ambientais na implantação de uma rodovia e/ou ferrovia, identificando e buscando novas medidas para amenizar esses impactos.

### **2.2. ESPECIFICOS**

- Identificar os impactos ambientais na implantação de uma rodovia e/ou ferrovia;
- Avaliar esses impactos ambientais e suas consequências para todos, diretamente ou indiretamente, envolvidos.
- Sugerir medidas que favoreçam ou reduzam esses impactos ambientais causados nesse tipo de empreendimento.

### 3 DESENVOLVIMENTO

## IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS NA IMPLANTAÇÃO DE UMA RODOVIA E/OU FERROVIA

PATRICK SANTOS VIEIRA<sup>1</sup>

GILBERTO FERNANDES<sup>2</sup>

### RESUMO

**Introdução:** As rodovias e ferrovias constituem as principais linhas de tráfego de cargas e pessoas, sendo instrumentos de vital importância para o desenvolvimento econômico do país. Entretanto, apesar de seus inúmeros benefícios, estes sistemas podem gerar grandes impactos sobre o meio ambiente e a qualidade de vida, afetando a capacidade de suporte do planeta. Por esta questão, o presente trabalho tem por objetivo apresentar e avaliar os impactos socioambientais resultantes da implantação de uma rodovia e/ou ferrovia, de modo a identificar e buscar possíveis medidas mitigadoras. **Materiais e Métodos:** Para o desenvolvimento do trabalho foi utilizada a pesquisa bibliográfica, realizada a partir da coleta de dados e informações, em especial, de Relatórios de Impactos Ambientais (RIMA), disponibilizados pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Resultados:** Os materiais selecionados contribuíram de forma eficiente para o desenvolvimento do estudo, evidenciando os principais impactos encontrados nas rodovias e ferrovias do Brasil. **Conclusão:** Neste contexto, o trabalho demonstra ao final que, estes sistemas viários constituem grandes geradores de impactos, podendo afetar o equilíbrio dos ecossistemas e o bem-estar dos indivíduos, bem como promover contaminações de corpos hídricos e/ou do solo, ocasionando consequências assim, graves, que devem ser destacadas e mitigadas, constituindo um conjunto de ações de reparações ambientais que formam um sistema de manejo ambiental.

**Palavras-chave:** Impactos Ambientais; Rodovias; Ferrovias;

### ABSTRACT

**Introduction:** the highways and railways are the main lines of cargo traffic and people, being instruments of vital importance to the economic development of the country. However, despite its numerous benefits, these systems can generate great impacts on the environment and the quality of life, affecting the ability of the planet's support. For this question, this paper

---

<sup>1</sup> Graduação em Engenharia Civil – Centro Universitário do Cerrado Patrocínio (UNICERP)

<sup>2</sup> Professor, Orientador, Doutor e Docente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Cerrado Patrocínio (UNICERP)

aims to present and evaluate the environmental impacts resulting from the implementation of a highway and/or railway, in order to identify and seek possible mitigating measures.

**Materials and methods:** For the development of the work was used to bibliographical research, conducted from the collection of data and information, in particular, environmental impact report (RIMA), provided by the National Department of Transport infrastructure.

**Results:** The selected materials contributed effectively to the development of the study, highlighting the main impacts found on the roads and railways of Brazil. **Conclusion:** in this context, the work demonstrates the end that these road systems are major generators of impacts, which may affect the balance of ecosystems and the well-being of individuals, as well as promote contamination of water bodies and/or from soil, causing consequences so serious, that should be highlighted and mitigated constituting a set of actions of environmental repairs that form an environmental management system.

**Keywords:** Environmental Impacts; Highways; Railroads;

### 3.1 INTRODUÇÃO

Em meio ao constante e acelerado processo de urbanização, a infraestrutura do sistema viário e do transporte constitui um fator essencial para o desenvolvimento econômico e expansão da malha urbana, do turismo e da mobilidade. Uma vez que, representa um importante elemento para a racionalidade e eficiência da estrutura urbana, interligando regiões, bem como para a transportação de mercadorias diretas e passageiros no tráfego do país (LAUXEN, 2012).

Acredita-se que o modal rodoviário e o ferroviário representem os principais sistemas logísticos do país, onde passam cerca de 70% de todas as cargas movimentadas no território brasileiro. No Brasil, há cerca de 1.720.700 km de estradas e rodovias nacionais, enquanto que a malha ferroviária alcança valores superiores a 30.129 km de extensão (CNT, 2013).

Apesar de serem instrumentos fundamentais e de grande importância para o transporte de cargas e pessoas no tráfego do Brasil, constituem empreendimentos capazes de proporcionar inúmeros impactos ambientais e sociais, desde sua construção à etapa de operação, ciclo de vida útil do sistema viário (SIMONETTI, 2010). Além disso, como ressalta o documento da Confederação Nacional do Esporte (CNT, 2013), cerca de 30% de toda a extensão da malha viária brasileira se encontra danificada, pela ausência de planos de manutenção, que tendem a proporcionar prejuízo para o transporte, quanto agravar os impactos gerados sobre o meio ambiente e qualidade de vida.

Os impactos socioambientais gerados pelas rodovias e/ou ferrovias podem contribuir para aumentar o nível de degradação ambiental encontrado no país, que tende afetar a disponibilidade de recursos naturais e, conseqüentemente, reduzir a capacidade de suporte do planeta. Além disso, pode ocasionar prejuízos a qualidade de vida, favorecendo a proliferação de doenças e promovendo sensações de mal-estar, assim como desconfortos.

Sendo assim, o presente artigo tem como objetivo principal apresentar e avaliar os impactos ambientais resultantes da implantação de uma rodovia e/ou ferrovia, de modo a identificar e buscar possíveis medidas mitigadoras, que possam evitar, reduzir ou neutralizar a ocorrência destes impactos.

Neste contexto, o texto obedece ao seguinte parâmetro de discussão, em um primeiro momento, pretende-se apresentar o conceito de impacto ambiental e conceitos de licenciamento, por meio da revisão da literatura de artigos, monografias e legislações características. Em seguida, pretende-se apresentar os principais impactos socioambientais resultantes da construção e/ou operação de rodovias e ferrovias, evidenciando as medidas mitigadoras mais coerentes e aplicadas a cada caso, com base no levantamento de dados de Relatórios de Estudo de Impacto Ambiental (RIMA), fornecidos pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

Desta forma, o presente trabalho justifica-se e possui grande relevância para a área ambiental e civil, em razão de explorar uma problemática pouco abordada por trabalhos técnico-acadêmicos, relacionada aos impactos provenientes de obras e do funcionamento destes tipos de sistemas viários. De modo a fornecer informação a população, docentes, discentes e profissionais da área, que tenham interesse e/ou necessidade de aprofundar os seus conhecimentos sobre o presente tema. Uma vez que, há pouca divulgação deste tema e/ou informação disponível, devido não ser um assunto explorado pela mídia ou por trabalhos técnicos e científicos.

## **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do presente trabalho consistiu na pesquisa bibliográfica, realizada a partir da coleta de dados e informações em artigos, dissertações, leis, monografias, normas, teses e publicações técnico-científicas (Estudos de

Impacto Ambiental e Relatórios de Impacto Ambiental), disponíveis no Google Acadêmico, na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), no Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e na plataforma do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Que foram responsáveis por dar base a apresentação, discussão e alcance do objetivo proposto, de modo a abordar os impactos socioambientais resultantes da implantação e/ou ampliação de rodovias e ferrovias, e de suas possíveis soluções.

Após a coleta dos materiais a serem utilizados, as informações coletadas foram submetidas a análise, com a finalidade de identificar se estes dados eram corretos e se correspondiam à realidade, buscando apresentar um trabalho de qualidade. Por fim, buscou-se entender e reunir as informações obtidas, por meio de uma análise qualitativa, visando, também, apresentá-las de forma clara e coerente, para um melhor entendimento do leitor.

Na busca do material a ser utilizado no presente trabalho, optou-se por realizar a pesquisa utilizando as seguintes palavras-chave: impactos ambientais; rodovias; ferrovias; malha rodoviária; impactos de rodovias; e impactos de ferrovias.

### **3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.3.1 Impacto Ambiental**

Segundo a Resolução nº 001/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), o termo "impacto ambiental" pode ser definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, resultante, normalmente, de atividades antrópicas (diretas ou indiretas), que são capazes de reduzir a qualidade dos recursos naturais disponíveis, assim como afetar a segurança e bem-estar da população, as atividades econômicas e sociais, a biota, e as condições estéticas e sanitárias de uma região.

Os impactos ambientais gerados pela construção de um empreendimento viário, como ferrovias e rodovias, essenciais para o desenvolvimento econômico de um país, podem promover alterações no uso e valor da terra, atração de populações humanas, modificação de padrões produtivos, atropelamento de animais, fragmentação e alterações nas características dos habitats, entre outros (LAUXEN, 2012). De acordo com o mesmo autor, a perda direta de

habitats, por exemplo, nos Estados Unidos, demonstra efeitos negativos diretos, que resultam de perturbações químicas, físicas e biológicas, porém, não configura o impacto ambiental negativo mais relevante desta atividade.

De acordo com Sanchez (2008), as principais consequências adversas das rodovias constituem o aumento da mortalidade de animais silvestres e os efeitos de barreira. O número de vertebrados atropelados nas rodovias supera a quantidade de indivíduos abatidos pela caça, representando a principal causa de mortalidade direta deste grupo, associada ao desenvolvimento de atividades humanas. Rosa e Mauhs (2004) ressalta que a quantidade de aves mortas, anualmente, pode alcançar valores de 80 milhões, e que os insetos, tendem a sofrer um maior nível de mortalidade, relativamente superior a este.

Neste contexto, devido aos inúmeros impactos provocados pela instalação de estruturas, o conceito de licenciamento ambiental passa a ganhar destaque. No Brasil, em meados da década de 1980, iniciou-se o licenciamento ambiental de atividades e obras utilizadoras de recursos naturais ou potencialmente poluidoras, porém, inicialmente, a malha rodoviária brasileira era pouco abordada pela perspectiva ecológica, resultando assim, na geração de graves impactos socioambientais no país (LAUXEN, 2012).

Com o passar dos anos, a construção de novas ferrovias e rodovias, ou a ampliação da capacidade daquelas existentes, está sujeita, obrigatoriamente, ao licenciamento ambiental e seus pré-requisitos, devendo serem identificados seus impactos, avaliada sua viabilidade e previstas medidas preventivas, mitigadoras e compensatórias. Este recurso permite que seja mitigado os impactos socioambientais da construção e operação da malha rodoviárias brasileira (LAUXEN, 2012).

O licenciamento ambiental corresponde, segundo a Resolução CONAMA nº 237/1997, ao

Procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e operação de empreendimentos e/ou atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental.

Os objetivos particulares do licenciamento compreendem disciplinar o acesso e o uso de recursos naturais, bem como prevenir possíveis danos ambientais, de modo a representar, normalmente, um instrumento de caráter preventivo, ou ainda, corretivo, caso ocorra a identificação de impactos na fase de operação da rodovia/ferrovia (SANCHEZ, 2008).

Uma das ferramentas mais diretas no controle e na avaliação dos impactos socioambientais de rodovias e ferrovias constitui o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), que

pode ser definido como o documento técnico multidisciplinar, com a finalidade de analisar as consequências da implantação do projeto no meio ambiente, por meio de métodos e técnicas de previsão de impactos (SETR, 2010). Já segundo Simonetti (2010), o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) visa identificar, classificar, interpretar e prever a magnitude dos impactos decorrentes da execução de um empreendimento.

Além disso, o Relatório de Impactos Ambientais (RIMA), complemento desta ferramenta, constitui um documento público, que confere transparência ao EIA, assim como informa de modo detalhado, todos os impactos ambientais que a obra irá causar, caso seja executado, e as possíveis alternativas e soluções mitigadoras, que possam privilegiar a preservação do meio ambiente (LAUXEN, 2012).

De acordo com Sanchez (2008), a construção de ferrovias e rodovias é considerada uma das atividades que mais consome e gera resíduos, em todas as suas fases, desde a extração de matérias-primas, a operação e manutenção da malha.

### **3.3.2 Impactos associados às ferrovias/rodovias**

A construção ou a ampliação de uma rodovia/ferrovia prevê a execução de inúmeras etapas, que são responsáveis por promover diferentes tipos e níveis de impactos ambientais. Estes impactos decorrem de atividades, em especial, de implantação (preparação do terreno, execução do projeto e construção/manutenção do sistema) e operação (funcionamento do empreendimento) (PANAZZO *et al.*, 2012). Simonetti (2010) ressalta que os projetos rodoviários ganham destaque no ramo ambiental, uma vez que, apresentam uma área de influencia maior, quando comparada a outros meios de transporte.

De acordo com Petcon (2007), a implantação destes sistemas viários prevê inúmeras ações como, por exemplo, a instalação de canteiro de obras, aberturas de caminhos de serviços e áreas de empréstimo, desmatamentos, destocamento e limpeza da faixa de domínio, execução de cortes e aterros, e a utilização de bota-foras, que tendem a agravar e desencadear impactos negativos graves.

Tais impactos podem ser divididos em três esferas, sendo: meio físico, biótico e socioeconômico, como ressalta o artigo 6 da Resolução CONAMA nº 001/86,

- a) O meio físico – o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas;
- b) O meio biológico e os ecossistemas naturais – a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente;
- c) O meio socioeconômico – o uso e ocupação do solo, os usos da água e a socioeconômica, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos.

Sendo assim, os impactos relacionados ao meio físico compreendem aqueles destinados as alterações das condições físicas e originais do terreno, enquanto que no meio biótico, leva-se em consideração, os principais efeitos negativos sobre a fauna e a flora local, existente na região de implantação da rodovia e/ou ferrovia. Já no meio socioeconômico, são levantados os impactos direcionados as atividades econômicas da localidade, que estejam diretamente ligadas a trajetória da construção viária, podendo alterar, de forma direta ou indireta, a qualidade de vida da população residente (que vivem no entorno) e/ou de um município (CEC, 2006).

Estudos do Departamento Nacional das Estradas de Rodagem (DNER) e do Departamento Nacional de Infraestruturas de Transporte (DNIT) demonstram uma vasta quantidade de impactos negativos, existentes na presença ou construção, em especial, de rodovias. Entretanto, os impactos e sua magnitude dependem, de forma direta, de fatores como: largura e uso das faixas de domínio, a geometria da via, sistema viário (como se articula a rodovia). Além disso, é possível ressaltar que estes impactos não dependem unicamente das características da rodovia e/ou do tráfego, mas, em especial, da área na qual se insere (SILVA JÚNIOR; FERREIRA, 2008).

### **3.3.2.1 Meio Físico**

#### **3.3.2.1.1 Erosão, assoreamento e inundação**

As atividades inerentes às obras das rodovias/ferrovias podem reduzir a resistência dos solos, uma vez que, a ocupação do território pelo sistema viário, constitui um fator decisivo para o surgimento ou intensificação de processos erosivos, devido, principalmente, a retirada

da vegetação, as práticas de impermeabilização, bem como a compactação e desestruturação do solo (CEC, 2006). Estas atividades acarretam a movimentação e transporte (retirada) de materiais terrosos e rochosos da crosta terrestre, ou de partículas de solo desagregadas, por meio da ação de agentes como a água pluvial e o vento, podendo assim, depositar-se nos canais de irrigação e drenagem (PANAZZO *et al.*, 2012). Ecoplan (2002) destaca que estes processos são praticamente restritos a faixa de domínio (proximidades) das rodovias, como ilustra a Figura 1.

**Figura 1** – Exemplo de processos de erosão em rodovias e ferrovias



Fonte: DNIT (2009, p. 45)

O desmatamento, a retirada da camada vegetal e de uma quantidade significativa de árvores, bem como a remoção de terra favorecem a exposição e movimentação do solo, de modo a permitir que ocorra alterações nos parâmetros físicos e químicos do mesmo, reduzindo propriedades como porosidade e permeabilidade, infiltração e dinamização de processos erosivos (PANAZZO *et al.*, 2012). Além disso, o constante trânsito de máquinas, em especial, das pesadas, durante a etapa de construção, pode ocasionar a destruição da estruturação do solo e, conseqüentemente, contribuir para o aumento da predisposição à erosão (BECK DE SOUZA, 2004). Entretanto, a probabilidade de ocorrência e a magnitude desse impacto dependerá das características específicas de cada trecho da obra (CSL, 2009).

Acredita-se que a erosão seja resultante da falta de conhecimento das características do solo e de projetos específicos que visem prevenir ou evitar sua ocorrência, da ausência de planos de manutenção, deficiência na construção de rodovias e ferrovias, bem como da má condição de conservação destas e da falta de fiscalização dos dispositivos implantados pela obra (bueiros, pontes, taludes de cortes e aterro) (ECOPLAN, 2002). Suas conseqüências estão diretamente associadas a instabilidades de taludes, que promovem deslizamentos e

quedas de blocos, que podem proporcionar inúmeros acidentes e, conseqüentemente, ocasionar mortes (CSL, 2009).

CSL (2009) evidencia que, as áreas localizadas em encostas de morros e/ou na presença de solos erodíveis, podem apresentar impactos mais graves, uma vez que, a instalação de uma rodovia/ferrovia pode vir a favorecer a formação de sedimentos que, ao alcançarem os cursos de água, contribuem de forma significativa para o seu assoreamento.

O assoreamento representa uma outra grande consequência da erosão ou ainda, do abandono dos caminhos de serviço (sem devida recuperação), da má disposição de bota-foras e da presença de falhas nos projetos de drenagem (ECOPLAN, 2002). Pode ser definido como o processo em que os cursos d'água passam a ser afetados pelo acúmulo de sedimentos, de modo que, o excesso deste material dificulta a navegabilidade e o seu aproveitamento. A ausência de vegetação (obstáculo natural), permite que uma grande quantidade de sedimentos seja depositada no fundo das redes de drenagem, que em acúmulo, pode vir a formar bancos de areia, que tendem a atrapalhar a passagem das embarcações e reduzir a velocidade da vazão. Além disso, podem ocasionar a perda da vegetação e das condições de habitat, que dificultam a reprodução de espécies subaquáticas (CEC, 2006).

Estes processos, apesar de complexos, podem ser mitigados por meio da implantação de um sistema de drenagem provisória, durante as etapas de terraplanagem e de revestimento. Deve ser realizada, também, a proteção de qualquer superfície que permita que o solo fique exposto, empregando, geralmente, espécies como gramíneas e/ou arbóreas nativas, como indica Ste Ambiental (2004).

### **3.3.2.1.2 Interferência no sistema de drenagem natural**

A implantação inadequada de faixas de tráfego pode gerar, também, interferências no sistema de drenagem natural, desencadeando problemas ambientais nas áreas à jusante e à montante da rodovia como, por exemplo, erosões localizadas em saídas de bueiros e inundações a montante de bueiros obstruídos (SD CONSULTORIA E ENGENHARIA, 2011) Além disso, contribui ainda, para o aumento das vazões dos escoamentos superficiais, em razão da remoção da cobertura vegetal original do solo e da alteração na dinâmica das águas superficiais, durante o uso de fontes de água (poços e barramentos) (CEC, 2006).

Acredita-se que as medidas de controle mais eficientes compreendam,

As medidas de controle consistem em: escolha adequada dos locais para implantação dos canteiros de obras, abertura de caminhos de serviços e áreas de empréstimos; limitar a retirada de vegetação, evitando desmatamentos desnecessários; construção de cortes e aterros segundo normas vigentes, evitando a instabilidade e a geração de sedimentos; construção de sistemas de contenção de sólidos; controle na mobilização de material durante a execução das obras de drenagem; demolição e limpeza das obras provisórias, evitando a formação de caminhos preferenciais para a água (VEGA ENGENHARIA, p. 34, 2004).

### **3.3.2.1.3 Redução da qualidade do ar**

Um dos grandes impactos relacionados a construção e operação de uma rodovia/ferrovia está relacionado a emissão de gases e partículas poluentes, resultantes, normalmente, de atividades relacionadas a movimentação de máquinas e do grande volume de terra, proveniente das atividades de terraplanagem e da implantação de aterros. Entretanto, acredita-se que a emissão de poluentes mais evidente se dê na etapa de operação, que implica na circulação excessiva e frequente de veículos na região (CSL, 2009).

Segundo Ecoplan (2002), estas etapas contribuem para um aumento significativo dos níveis de poeira em suspensão e o lançamento de material particulado, que pode ainda, ser proveniente do funcionamento de motores a óleo diesel (máquinas) e de caminhões, utilizados na obra. Enquanto que o estudo de CSL (2009), demonstra que a implantação de canteiros de obra, a abertura de caminhos de serviços e áreas de empréstimo, o uso de explosivos (em pedreiras) e a execução de cortes favorecem a movimentação de terra e, conseqüentemente, a redução da qualidade do ar da região, uma vez que, são responsáveis por emanar uma quantidade significativa de poeira, capaz de promover o desconforto da população residente, localizada nas proximidades da obra, ou até mesmo, provocar o surgimento e/ou agravamento de doenças respiratórias, como: bronquite, asma e enfisema.

De acordo com Ecoplan (2002), a poeira, gerada pelas atividades da obra, pode vir a depositar-se sobre a vegetação local, ocasionando ruptura do tecido vegetal (queda) e afetar o ciclo de nutrientes. Por esta questão, torna-se fundamental buscar implantar medidas de prevenção ou que visem a minimização, neutralização ou eliminação do impacto. Já a empresa Beck de Souza (2004) ressalta que a poeira, ao depositar-se sobre a cobertura

vegetal, é capaz de ocasionar a alteração das funções fisiológicas nos vegetais, podendo alterar o crescimento e a capacidade reprodutiva das plantas.

Petcon (2007) evidencia que embora a poluição do ar possa ter caráter temporário e reversível, os impactos relacionados a emissão de gases e partículas podem ser minimizados pela adoção de métodos construtivos mais adequados como, por exemplo, aspersão constante de águas em vias de serviço. Além disso, é possível planejar as ações da obra e priorizar, em alguns casos, sua execução em períodos de chuvas, que tendem a reduzir os efeitos sobre a saúde pública e meio ambiente. E propor a implantação de inspeção rotineira, com a finalidade de estabelecer o controle de emissões de gases e fumaça, junto a inspeções de segurança veicular, que possam proporcionar, também, campanhas educativas, de modo a fornecer informação sobre a manutenção correta de veículos. Tais campanhas devem ser dirigidas às empresas de transporte de carga e de passageiros, aos proprietários de veículos (em especial, a diesel), visto que, os instrumentos de fiscalização só atuam em casos extremos, ou seja, quando a fumaça é suficientemente mais densa, ao ponto de se tornar visível (PETCON, 2007). Além disso, a poluição do ar, proveniente da movimentação de veículos resulta do número e da velocidade dos automóveis na rodovia ou ferrovia, levando em consideração a necessidade de ferramentas de engenharia de tráfego, que possam evitar congestionamentos ou reduzir a extensão das viagens (CEC, 2006).

#### **3.3.2.1.4 Alteração na qualidade das águas subterrâneas e superficiais**

A implantação incorreta ou deficiente de banheiros, cozinhas, oficinas e locais de armazenamento, bem como manuseio de produtos químicos, combustíveis e resíduos sólidos, no local da obra podem proporcionar o risco de contaminação e assim, a degradação dos recursos hídricos (PANAZZO *et al.*, 2012).

As substâncias contaminantes, resultantes do despejo de resíduos sólidos e efluentes líquidos, ao serem transportadas até os cursos d'água, tendem a contribuir para o aumento do nível de turbidez e das concentrações de sólidos em suspensão, afetando as propriedades físicas, químicas e biológicas deste recurso, podendo reduzir assim, a qualidade das águas superficiais e subterrâneas (CEC, 2006; CSL, 2009). Além disso, de acordo com o mesmo autor, na fase de operação, no caso, da rodovia, a degradação da qualidade das águas está,

geralmente, associada ao tráfego de veículos e a manutenção do sistema, em especial: aos acidentes com cargas perigosas; aos resíduos e efluentes provenientes da manutenção e conservação da faixa de domínio, bem como da pista de rolamento; aos resíduos e efluentes domésticos, resultantes de instalações residenciais e comerciais ao longo da rodovia (CEC, 2006).

Já segundo CSL (2009), a qualidade dos recursos hídricos, na etapa de construção de rodovias e ferrovias, pode ser afetada pelo transporte de resíduos e/ou de solos pela ação de chuvas, devido a retirada da cobertura vegetal em áreas de escavação, de empréstimo, de bota-fora e nos canteiros de obras. O esgotamento sanitário e a disposição de resíduos sólidos, gerado pelos funcionários e profissionais da obra, podem ainda, contribuir para a intensificação da poluição orgânica e bacteriológica das águas superficiais. Além disso, o tráfego de veículos, a lavagem e a manutenção de máquinas podem vir a ocasionar um aumento das concentrações de óleos e graxas nos recursos hídricos, em razão do lançamento inadequado de efluentes de oficinas mecânicas.

Sendo assim, a degradação da qualidade da água está, geralmente, associada a ausência de dispositivos de recepção de esgotos sanitários e aos vazamentos acidentais de combustíveis, durante o armazenamento e o abastecimento de máquinas, bem como veículos (DNIT, 2005). Suas principais consequências estão associadas a redução da biodiversidade de espécies hidrobiológicas, devido ao aumento da carga orgânica, dos teores de nutrientes (fosforo e nitrogênio) e da contaminação por óleos e graxas (STE AMBIENTAL, 2009).

SD Consultoria e Engenharia (2011) demonstra que a implantação de medidas preventivas, na fase de construção, pode contribuir para o controle e/ou mitigação deste impacto, uma vez que, a instalação de estruturas de drenagem adequadas e seguras, que contem com fiscalização rigorosa e manutenção periódica, em especial, de veículos, visa evitar a ocorrência de acidentes com cargas perigosas. É necessário que seja realizado, também, o tratamento adequado de esgotos domésticos nas aglomerações (induzidas pela construção da rodovia), visto que, a ausência de sistemas eficientes de esgotamento sanitário, representa o principal fator de contaminação por coliformes fecais e matéria orgânica.

Os resíduos sólidos, gerados pela obra ou ainda, por estas aglomerações, podem, também, contribuir para a redução da qualidade dos recursos hídricos locais, podendo atingir os aquíferos (pela infiltração da água contaminada e dispersão hidrodinâmica) ou os cursos d'água (CEC, 2006). Já em relação ao lançamento incorreto de efluentes sanitários, a medida mitigadora pode estar relacionada com a execução de vistorias periódicas, capazes de evitar

ocupações irregulares nos terrenos vizinhos a rodovia (SD CONSULTORIA E ENGENHARIA, 2011).

Já CEC (2006), evidencia que a coleta, o armazenamento, tratamento e descarte adequado de efluentes constituem uma medida eficiente que, aliadas, a programas de monitoramento da qualidade de água, de conscientização de trabalhadores (sobre a importância dos recursos hídricos da região) e manutenção de veículos e máquinas, podem vir a evitar a ocorrência destes impactos ou ainda, reduzir sua intensidade. O estudo de Vega Engenharia (2004), complementa que, uma das medidas de mitigação ideais na etapa de construção, corresponde a implantação de fossas sépticas, de caixas separadoras de óleo (nas áreas de oficina), armazenamento e manutenção de recipiente de combustíveis e, bacia de contenção para derrames.

### **3.3.2.2 Meio Biótico**

#### **3.3.2.2.1 Proliferação de vetores e doenças**

A construção da rodovia/ferrovia e, conseqüentemente, a retirada da cobertura vegetal original e de material do solo (de um local para o outro – empréstimo lateral e “bota-fora”), pode contribuir para o estabelecimento de ambientes propícios ao desenvolvimento de larvas e insetos transmissores (vetores), entre estes: valas, poças de água e/ou acúmulo de água em recipientes (PANAZZO *et al.*, 2012). Além disso, o aparecimento de ambientes atrativos para mosquitos (adultos) pode ser observado em áreas de terraplanagem, cortes, aterros, disposição inadequada de bota-fora e rejeitos, que tendem a aumentar a densidade de insetos vetores na região de estudo (CSL, 2009).

Além disso, outro fator agravante, que pode vir a contribuir para o aumento da domiciliação de insetos na região, constitui a supressão de vegetação, responsável por promover a perda de habitat de inúmeras espécies, que tende a favorecer migração destes para outros locais, tornando os animais domésticos e o próprio homem o principal foco destes insetos. Interessante ressaltar ainda, que esta migração, elimina as espécies que servem de controle desses insetos, como aranhas e outros invertebrados, anfíbios e répteis (CSL, 2009).

A operação e manutenção da rodovia, bem como a ocupação do espaço físico nas áreas situadas no entorno da rodovia pode ainda, contribuir diretamente para a proliferação de insetos vetores, em razão da ocupação do entorno. Uma vez que, estas ocupações humanas podem favorecer o aparecimento de locais propícios ao desenvolvimento de insetos vetores, principalmente, relacionados ao acúmulo de água, caracterizando sítios reprodutivos (CSL, 2009), em razão da ausência de serviços eficientes de saneamento básico, que tendem a tornar as áreas de depósito de lixo, entulhos e esgoto a céu aberto em ambientes propícios ao desenvolvimento de vetores (BECK DE SOUZA, 2004).

#### **3.3.2.2 Supressão da vegetação e perda de populações**

Dentre estes impactos, referentes ao meio biótico, consideram-se que os de maior relevância sejam: a supressão da vegetação, a perda de biodiversidade, o agravamento da fragmentação de habitats e introdução de espécies invasoras, bem como a degradação ambiental de áreas e o aumento do risco de incêndios (PETCON, 2007).

A supressão da vegetação é resultante, normalmente, de atividades destinadas a operação da rodovia e/ou ferrovia, à manutenção, conservação e fiscalização da faixa de domínio e à ocupação humana da região, responsáveis por reduzir as áreas com cobertura vegetal nativa e, conseqüentemente, promover a perda de espécies vegetais, muitas vezes, ameaçadas de extinção (CEC, 2006). Petcon (2007) ressalta que a remoção da vegetação nativa pré-existente pode, direta ou indiretamente, contribuir para a diminuição da biodiversidade observada e do nível de fragmentação na região.

De acordo com CSL (2009), tais impactos estão, também, relacionados com a implantação de canteiros de obras, a abertura de caminhos de serviços e áreas de empréstimos, bem como a práticas de limpeza da faixa de domínio, o emprego de bota-foras e a execução de cortes e aterros, uma vez que, determinam o nível de desmatamento que ocorrerá na área. CEC (2006) cita ainda, que este impacto pode estar associado a relocação da população, a implantação de alojamentos e oficinas, que tendem a exigir a supressão de áreas.

Uma das soluções ideais para mitigar este impacto pode estar relacionada com a adoção de critérios de zoneamento, a criação de planos diretores, a execução de fiscalização e o controle de ações danosas ao meio ambiente, bem como a adoção de ações de

conscientização e educação ambiental (CEC, 2006). Segundo o mesmo autor, os locais que apresentem populações vegetais com espécies ameaçadas de extinção, devem ser submetidos a instrumentos de proteção ambiental, sendo definidos, por lei, como uma Unidade de Conservação, com a finalidade de garantir a preservação de ambientes nativos e as populações vegetais de interesse (DNIT, 2006).

### **3.3.2.2.3 Atropelamento de animais**

O atropelamento de animais representa um problema pouco discutido e ressaltado por inúmeros estudos de impacto ambiental ou trabalhos de caráter técnico-acadêmicos, devendo ganhar destaque, uma vez que, constitui uma das mais significativas ameaças das espécies da fauna brasileira e o constante aumento da linha viária, bem como do fluxo de veículos no país (PANAZZO *et al.*, 2012). Este impacto, de acordo com o mesmo autor, é agravado em rodovias com grande fluxo de automóveis e ferrovias, que cruzam áreas potencialmente ricas em componentes faunísticos. Visto que, diversas espécies utilizam estradas em seus deslocamentos diários, podendo estar assim, sujeitas a serem mortas ou sofrerem risco grave, por veículos motorizados. Nos países da Europa, por exemplo, a mortalidade de animais por atropelamento, caracteriza uma das principais ameaças à vida selvagem (PANAZZO *et al.*, 2012).

As estradas dificultam a circulação dos animais, que costumam se mover para se alimentar ou para se reproduzir, com isso eles tendem a passar pelas mesmas em busca e na grande maioria das vezes são atropelados e mortos (ROSA; MAUHS, 2004). Muitos animais também utilizam a estrada nos seus deslocamentos diários ou são atraídos pelas mesmas por restos de lixo jogados na sua lateral. A falta de conscientização dos motoristas e todos esses fatores colaboram para um alto índice de morte de animais nas estradas, ou seja, pela falta de preservação nas áreas cortadas pelas rodovias. Com a morte de tantas espécies em rodovias acaba por interferir diretamente no ecossistema e até pode acabar levando a extinção de alguma espécie em determinado local, visto que cerca de 14,7 milhões de animais são mortos por atropelamento. Interferem no ecossistema de modo que a morte de diversos animais, em sua maioria são predadores, pode acabar aumentando o número de suas presas e que dependendo destas podem causar algum dano maior ao ambiente, até mesmo o surto de

insetos, ratos, que costumam trazer doenças. Ou seja, acaba afetando até a cadeia alimentar dos organismos (LAUXEN, 2012).

Entre as principais e mais comuns vítimas de atropelamento destacam-se os roedores, carnívoros e primatas (CEC, 2006).

#### **3.3.2.2.4 Perda de habitats e afugentamento da fauna**

A implantação de canteiros de obra, a abertura de caminhos e áreas de empréstimo, as práticas de desmatamento e limpeza da faixa de domínio, bem como a utilização de bota-foras tendem a provocar a perda de habitats para abrigo e afetar o forrageamento (busca e exploração de recursos alimentares) de diversas espécies da fauna. A supressão da vegetação é responsável por eliminar os ambientes necessários à sobrevivência, o que, conseqüentemente, promove a perda local, a redução de populações e/ou afugentamento de espécies, que se encontram obrigadas a se deslocar para sobreviver (CEC, 2006). Outros fatores que podem contribuir para o aparecimento deste impacto compreendem, também, ao barramento, desvio, interrupção e assoreamento de corpos de água (CSL, 2009).

O deslocamento prevê a dispersão de indivíduos para outras áreas, este fato, tende a contribuir para a diminuição da biodiversidade, uma vez que, as espécies características da região passam a ser substituídas por espécies de áreas abertas, que são favorecidas pelas alterações ambientais (CSL, 2009). O mesmo autor evidencia ainda, que as alterações promovidas pelas obras, são responsáveis por ocasionar a perda das condições necessárias para a reprodução das espécies, conseqüentemente, afetando o processo de recrutamento ou renovação dos indivíduos nas populações.

De acordo com CEC (2006), o deslocamento de espécies pode gerar competições entre os indivíduos expulsos de seu território, podendo originar uma superposição de populações, capaz de alterar o equilíbrio dos ecossistemas e, as relações intra (canibalismo e competição) e interespecíficas (predatismo).

As principais medidas, consideradas minimizadoras ou compensatórias, destinadas a este impacto compreendem a atividades de acompanhamento e de resgate de fauna, manutenção da vegetação, redução de desmatamento (CEC, 2006).

### **3.3.2.2.5 Caça predatória, captura e transporte ilegal**

O maior fluxo de pessoas (funcionários e moradores relocados) e trânsito de veículos na região pode promover a ocorrência de caça predatória e a captura ilegal de espécies da fauna, permitindo que estes ambientes fiquem mais expostos e sujeitos a atividades predatórias. Neste contexto, a principal medida que deve ser adotada resulta da implantação e desenvolvimento de programas de fiscalização intensiva (postos de fiscalização), maior divulgação de leis ambientais, com a finalidade de desmotivar a captura clandestina de animais e proporcionar um maior conhecimento a sociedade. Além disso, a implantação de programas de educação ambiental tende a auxiliar na melhoria das condições básicas, promovendo um maior nível de conscientização (CEC, 2006).

### **3.3.2.2.6 Introdução de espécies faunísticas nativas e exóticas**

Os moradores relocados, que se instalarem na região próxima a rodovia e/ou ferrovia, constituem os principais causadores deste impacto, uma vez que, caso levem consigo exemplares da fauna nativa, provenientes de outras regiões, ou ainda, espécies exóticas, podem contribuir para o desequilíbrio de ecossistemas, em especial, dos ambientes naturais adjacentes a estes locais, podendo gerar um processo de competição entre espécies. Dentre os animais que, normalmente, são levados pelos moradores, tem-se aves domésticas (galinha, pombo doméstico) e mamíferos (cães, gatos, porcos, cavalos, entre outros) (CEC, 2006).

Neste caso, a ideal medida mitigadora compreende a implantação de programas de Educação Ambiental e de Comunicação Social, que forneçam informação e orientação a respeito da criação de animais confinados, de modo a desestimular os orientados a criarem os seus animais em ambientes nativos (ECOPLAN, 2002).

### 3.3.2.2.7 Geração e deposição de resíduos e efluentes

Para a construção ou duplicação das rodovias/ferrovias torna-se necessário a implantação de canteiros de obra, a utilização de bota-foras e o emprego de métodos de preparação, entretanto, estas ações são responsáveis por gerar uma grande quantidade de efluentes líquidos (oleosos/sanitários) e resíduos sólidos, que, normalmente, seguem armazenados e dispostos de forma inadequada no ambiente. Constituinto assim, um sério risco a fauna, a flora, ao equilíbrio dos ecossistemas e, conseqüentemente, a capacidade de suporte do planeta (ECOPLAN, 2002).

Uma vez que, a disposição inadequada destes materiais é capaz de proporcionar graves impactos sobre o meio ambiente e sobre a qualidade de vida, em razão, principalmente, do nível de poluição (SD CONSULTORIA E ENGENHARIA, 2011). Quando os resíduos se encontram dispostos sobre o solo são responsáveis por provocar a poluição do solo e das águas superficiais próximas, a poluição de águas subterrâneas e a poluição visual. Além disso, proporcionam odores e atraem vetores (moscas, bactérias, vírus, roedores), contribuindo para o aparecimento de doenças, bem como contaminações prejudiciais a vida. Em alguns casos, o resíduo pode chegar a lançar quantidades significativas de gases na atmosfera e líquidos tóxicos ao solo, devido à falta de armazenamento adequado e degradação do material (SIMONETTI, 2010).

Estes resíduos contaminam o solo e podem demorar dezenas ou até centenas de anos para serem degradados, o que modifica o habitat do meio e traz sérios impactos ambientais. A decomposição dos resíduos sólidos obriga que a natureza absorva produtos químicos e outras substâncias que não fazem parte da sua composição geológica original, contaminando assim, solos e lençóis freáticos (por meio da produção de chorume) (SD CONSULTORIA E ENGENHARIA, 2011).

Sendo assim, os resíduos sem tratamento e destinação adequada, são capazes de alterar as propriedades físicas (estrutura, porosidade e compactidade), químicas (pH) e biológicas (microrganismos) do solo (VEJA ENGENHARIA, 2004).

Os principais efeitos da contaminação de resíduos sólidos nos corpos hídricos, são resumidos em: aumento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), redução dos níveis de oxigênio dissolvido, maior carga de sedimentos, formação de correntes ácidas, aumento da presença de coliformes, aumento da turbidez e intoxicação de organismos presentes em

determinado ecossistema (CSL, 2009). Desta forma, podem ainda, ocasionar um impacto indireto de alteração na qualidade das águas (CEC, 2006).

A decomposição do resíduo pode promover a geração de gases como metano (CH<sub>4</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Estes gases contribuem diretamente para o fenômeno de chuvas ácidas e para o agravamento do efeito estufa, além de serem gases tóxicos para diversos organismos (CSL, 2009).

As ações de manutenção da pista de rolamento, assim como a conservação e recuperação do pavimento da rodovia podem, também, gerar uma quantidade significativa de resíduos e efluentes, aumentando o potencial de contaminação que estas regiões estarão expostas, durante a vida útil deste sistema viário (CSL, 2009).

A disposição inadequada de lixo às margens de uma rodovia ou ferrovia, tende ainda a atrair a fauna local que se encontra na busca de abrigo e alimento, contribuindo para o aumento dos índices de atropelamento (PANAZZO *et al.*, 2012). Além disso, este impacto negativo pode ocorrer em todas as fases do empreendimento e ser de natureza permanente, caso não sejam adotadas medidas de controle, que visem coletar, armazenar e destinar de forma adequada os efluentes e resíduos gerados. Ste Ambiental (2004) destaca um dos principais problemas encontrados na construção de uma rodovia/ferrovia, que correspondem aos locais de disposição de resíduos sólidos, os quais, quase sempre, apresentam deficiências. Há ainda, uma grande quantidade de resíduos abandonados e despejados nos acostamentos, na fase de operação destes empreendimentos, que tendem a agravar o cenário encontrado nestas regiões, contribuindo para uma maior degradação do ambiente.

O mesmo autor ressalta que para mitigar este impacto é necessária a adoção de medidas como a remoção periódica de detritos nas fases de construção (gerados pela obra e pelos trabalhadores), acompanhamento das atividades relacionadas a implantação de aterros sanitários (STE AMBIENTAL, 2004). Além disso, deve-se buscar implantar um plano eficiente de gerenciamento de resíduos sólidos e efluentes que atuem na coleta, armazenamento, tratamento e destinação adequada destes elementos, que tendem a reduzir a potencialidade de ocorrência do impacto (CEC, 2006). Já na fase de operação, é necessário o estudo de atividades relacionadas a fiscalização e, em casos graves, a aplicação de multa (SIMONETTI, 2010).

### **3.3.2.2.8 Poluição Sonora (ruídos e vibrações)**

As atividades envolvendo o desmatamento da área, o transporte de materiais e equipamento, a abertura de caminhos de serviço, a terraplenagem e a pavimentação de desvios constitui as principais fontes de poluição sonora, em especial, nas etapas de execução e operação do empreendimento (BECK DE SOUZA, 2004). O ruído é proveniente, em geral, do movimento de máquinas e equipamentos utilizados em tais serviços como, por exemplo, bate-estacas (CSL, 2009). Entretanto, há, também, o aumento dos níveis sonoros, em decorrência do crescimento do volume do tráfego de veículos (PETCON, 2007).

A emissão de níveis significativos de ruídos e vibrações podem afetar permanentemente a fauna silvestre e aos núcleos habitacionais (localizados no entorno das áreas do empreendimento), ou até mesmo, os operários da obra. Perante a fauna, os ruídos podem promover a migração e/ou a inibição da natalidade das espécies, enquanto que, para a população local, pode vir a reduzir a qualidade de vida e, promover uma maior sensação de desconforto e mal-estar (BECK DE SOUZA, 2004).

A mitigação deste impacto esta associada ao controle e monitoramento dos ruídos, com a finalidade de mantê-los dentro dos padrões exigidos pelas Resoluções CONAMA nº 1/1990, 1/1993 e 2/1993. Além disso, se torna fundamental que os funcionários e operários que apresentem uma proximidade maior com este, utilizem equipamentos de proteção individual, em especial, os protetores auditivos, com o objetivo de estabelecer segurança e saúde (BECK DE SOUZA, 2004).

### **3.3.2.3 Meio Antrópico**

No meio antrópico, os impactos tendem a ser menores, uma vez que, a população nem sempre está em contato direto com a obra e/ou suas ações danosas. Dentre os impactos ocasionados neste campo, além dos já citados em meios aos tópicos anteriores, é possível citar: a interferência no fluxo de veículos e pedestres; modificação da malha viária; intensificação do tráfego de veículos; redução de áreas produtivas, destinadas a agropecuária; alteração de sítios arqueológicos, impactos direcionados ao patrimônio cultural e histórico; e a ocorrência de acidentes, devido a crescente circulação de veículos e de maquinário, durante a

etapa de construção, que poderá favorecer possíveis acidentes e atropelamentos, envolvendo tanto trabalhadores da obra, quanto a população que reside próxima a faixa. Além disso, destaca-se os acidentes provenientes do contato com a flora e fauna, seja pelas atividades de limpeza da vegetação, quanto da instalação de acampamentos, que tendem a expor funcionários das obras (PANAZZO *et al*, 2012). Além disso, o aumento do risco de acidentes se dá, também, pelas modificações, estrangulamentos e desvios, provocados pela implantação da rodovia ou ferrovia (BECK DE SOUZA, 2004).

De acordo com CEC (2006), a diminuição do estresse por medo e traumas de acidentes pelos usuários da rodovia, assim como da população em geral, tende a complementar este último. Entretanto, a única medida passível de ser aplicada compreende a implantação de programas de Educação Ambiental, tanto para os usuários, quanto moradores das faixas, que tendem a evitar acidentes e, conseqüentemente, garantir a conservação da rodovia e/ou ferrovia. Já a empresa Beck de Souza (2004), evidencia a importância de proporcionar, nestes locais, uma sinalização adequada, que seja suficiente para informar e/ou orientar a população, reduzindo assim, a ocorrência de acidentes.

Um outro grande impacto, decorrente da implantação de uma rodovia e/ou ferrovia constitui a desapropriação de terrenos lindeiros à via, que tendem a promover a relocação de famílias que residem as áreas em estudo. Esta ação é responsável por desativar desde estabelecimentos industriais, comerciais e de prestação de serviços, como de moradias (CEC, 2006).

Em relação a relocação de famílias residentes, é possível perceber que este impacto interfere diretamente na dinâmica de vida da população, que vem a perder os seus hábitos diários e/ou ligações com a vizinhança (CEC, 2006). Levando em consideração este fato, a empresa SD Consultoria e Engenharia (2011), ressalta que a medida mitigadora mais apropriada é a transferência dos moradores para outras áreas, urbanizadas e caracterizadas por uma melhor infraestrutura social como, abastecimento de água, energia, saneamento, transporte, entre outros.

### 3.4 CONCLUSÃO

A partir das pesquisas desenvolvidas foi possível constatar que, a malha rodoviária e o sistema ferroviário, podem proporcionar inúmeros impactos socioambientais negativos a uma região, podendo alterar o equilíbrio dos ecossistemas, a dinâmica das populações e a qualidade de vida dos indivíduos, bem como intensificar a degradação ambiental e promover, conseqüentemente, redução da capacidade de suporte do planeta, que tende a favorecer um cenário precário, com condições adversas a vida.

Levando em consideração que o Brasil possui uma vasta estrutura rodoviária e ferroviária, estes impactos podem ser considerados mais graves, uma vez que, há um grande número de regiões expostas a estes danos. Este fato caracteriza um quadro preocupante no país, visto que, há, também, inúmeros registros de espécies atropeladas, incêndios, colisões e/ou quedas (devido a processos de erosão) registradas e documentadas por inúmeros canais jornalísticos.

Neste contexto, é possível notar a importância da execução de Estudos de Impacto Ambiental e da elaboração do Relatórios de Impacto Ambiental para a construção, bem como operação destes empreendimentos. É fundamental que seja estabelecido um estudo sobre a área (que será submetida a construção da rodovia e/ou ferrovia), buscando levantar os principais e mais importantes dados da região, em relação ao meio físico, biótico e socioeconômico. Que devem servir como base para a escolha da medida mitigadora mais eficiente a cada impacto que, conseqüentemente, irá atuar no controle, neutralização e na eliminação de danos. Dentre os impactos mais relevantes, é possível observar a grande importância do programa de educação ambiental, que pode ser visto como um dos recursos base para a redução de impactos, uma vez que, só através da conscientização de profissionais, moradores e turistas, será possível implantar as medidas de forma adequada.

### 3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BECK DE SOUZA. **Relatório de Impacto Ambiental**: Duplicação da BR 116/392. Pelotas: DNIT, 2004, 112p.

CEC. **Relatório de Impacto Ambiental:** Projeto de Ampliação da Capacidade e Modernização da Rodovia BR 381. Minas Gerais: DNIT, 2006, 79 p.

CNT. **O Sistema Ferroviário Brasileiro.** Brasília: CNT, 2013, 58 p.

CONAMA. **Resolução n° 001/1986.** Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 07 de novembro de 2018.

CONAMA. **Resolução n° 237/1997.** Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Disponível em: 07 de novembro de 2018.

CSL. **Relatório de Impacto Ambiental:** Obra de duplicação Rodovia BR 153/GO. Belo Horizonte: DNIT, 2009, 106 p.

ECOPLAN. **Relatório de Impacto Ambiental:** Obras de pavimentação da Rodovia BR-163/PA e Rodovia-230/PA. Amapá: DNIT, 2002, 74p.

LAUXEN, M. S. **A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: Um guia de procedimentos para tomada de decisão.** 2012. 163p. Monografia (Especialização em Diversidade e Conservação da Fauna). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.

PANAZZOLO, A. P.; FRANTZ, S. O. S. A.; COSTA, F. L.; MUÑOS, C. **Gestão ambiental na construção de rodovias:** O caso da BR-448 – Rodovia do Parque. 3° Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, Rio Grande do Sul, v.1, n.1, p. 1 – 8, 2012.

PETCON. **Relatório de Impacto Ambiental:** Obras de Adequação (Duplicação e Ruas Laterais) da BR-070/GO. Brasília: DNIT, 2007, 135p.

SANCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental:** Conceito e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 497p.

SD CONSULTORIA E ENGENHARIA. **Relatório de Impacto Ambiental.** Porto Alegre: DNIT, 2011, 148p.

SETR. **Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias.** Curitiba: Secretaria do Estado de Transportes, 2010, 163p.

SILVA JÚNIOR, S. B.; FERREIRA, M. A. G. **Rodovias em áreas urbanizadas e seus impactos na percepção dos pedestres.** Sociedade & Natureza, Uberlândia, p. 221-237, 2008.

SIMONETTI, H. **Estudo de Impactos Ambientais gerados pelas Rodovias: Sistematização do processo de elaboração de EIA/RIMA.** 2010. 57 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.

STE AMBIENTAL. **Relatório de Impacto Ambiental:** Ferrovia Transnordestina. Petrolina: DNIT, 2004, 132p.

ROSA, A.O.; MAUHS, J. **Atropelamento de animais silvestres na Rodovia RS-040.** Caderno de Pesquisa Sér. Bio., Santa Cruz do Sul, v. 16, n.1, p. 35-42, 2004.

VEGA ENGENHARIA. **Relatório de Impacto Ambiental:** Contorno ferroviário de Joinville. Curitiba: DNIT, 2004, 151p.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Por meio de todos os dados e informações levantadas, bem como apresentadas no presente trabalho é possível concluir que a implantação de uma rodovia e/ou ferrovia possui inúmeras etapas, capazes de proporcionar diferentes impactos socioambientais que, em conjunto, configuram um grave cenário em relação a preservação de recursos naturais e a qualidade de vida. Os impactos gerados pelas obras e até mesmo, pela operação do empreendimento, caso não sejam mitigados, podem vir a proporcionar graves danos ao equilíbrio dos ecossistemas, a proteção da fauna e flora locais, assim como ao bem-estar dos indivíduos, que tende a descaracterizar e/ou alterar de forma negativa o ambiente de estudo (de implantação da obra). Estes fatores, aliados, podem favorecer o esgotamento de recursos naturais, promover a excessiva degradação ambiental e a ocorrência de inúmeros acidentes, uma vez que, estes empreendimentos podem se encontrar em condições precárias, portanto é necessário que os empreendimentos lineares (rodovias/ferrovias) tenham sempre um plano de manejo ambientais com ações de reparo e mitigação para que o equilíbrio seja mantido.

#### **5. CONCLUSÃO**

A partir das pesquisas desenvolvidas foi possível constatar que, a malha rodoviária e o sistema ferroviário, podem proporcionar inúmeros impactos socioambientais negativos a uma região, podendo alterar o equilíbrio dos ecossistemas, a dinâmica das populações e a qualidade de vida dos indivíduos, bem como intensificar a degradação ambiental e promover, consequentemente, redução da capacidade de suporte do planeta, que tende a favorecer um cenário precário, com condições adversas a vida.

Levando em consideração que o Brasil possui uma vasta estrutura rodoviária e ferroviária, estes impactos podem ser considerados mais graves, uma vez que, há um grande número de regiões expostas a estes danos. Este fato caracteriza um quadro preocupante no país, visto que, há, também, inúmeros registros de espécies atropeladas, incêndios, colisões e/ou quedas (devido a processos de erosão) registradas e documentadas por inúmeros canais jornalísticos.

Neste contexto, é possível notar a importância da execução de Estudos de Impacto Ambiental e da elaboração do Relatório de Impacto Ambiental para a construção, bem como operação destes empreendimentos. É fundamental que seja estabelecido um estudo sobre a área (que será submetida a construção da rodovia e/ou ferrovia), buscando levantar os principais e mais importantes dados da região, em relação ao meio físico, biótico e socioeconômico. Que devem servir como base para a escolha da medida mitigadora mais eficiente a cada impacto que, conseqüentemente, irá atuar no controle, neutralização e na eliminação de danos. Dentre os impactos mais relevantes, é possível observar a grande importância do programa de educação ambiental, que pode ser visto como um dos recursos base para a redução de impactos, uma vez que, só através da conscientização de profissionais, moradores e turistas, será possível implantar as medidas de forma adequada.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

SD CONSULTORIA E ENGENHARIA. **Relatório de Impacto Ambiental**. Porto Alegre: DNIT, 2011, 148p.

ABCR (**Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias**). São Paulo/SP. Disponível em: <http://www.abcr.org.br/>

DNIT (**Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes**). Brasília/DF. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/>

Percília, Eliene. **Transporte ferroviário no Brasil**. Goiânia/GO. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/brasil/transporte-ferroviario-brasileiro.htm>

Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Resolução 237. Brasília 1997. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama>

Munhoz, Wilson Roberto Holgado. **História das ferrovias no Brasil**. São Paulo/SP. Disponível em: <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/iniciacao-profissional/historia-das-ferrovias-no-brasil/56080>

Nacional Transportes. **Privatização de estradas é um bom negócio?** Lauro de Freitas/BA. Disponível em: <https://nacionaltransportes.com/blog/estradas-brasileiras/privatizacao-de-estradas-bom-negocio/>

Smartia Seguros. **Privatização das rodovias**. São Paulo/SP. Disponível em: <https://www.smartia.com.br/blog/2013/10/24/privatizacao-de-rodovias/>

PETCON. **Relatório de Impacto Ambiental: Obras de Adequação (Duplicação e Ruas Laterais) da BR-070/GO**. Brasília: DNIT, 2007, 135p.

SANCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: Conceito e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 497p.