

## RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR CONSTRUÇÃO DE RODOVIAS

### RECOVERY OF DEGRADED AREAS BY ROAD CONSTRUCTION

Amanda Rodrigues da Silva Oliveira<sup>1</sup>; Mariana de Athayde Salomão<sup>2</sup>; Rosana Campos dos Santos<sup>3</sup>; Jonathas Batista Gonçalves Silva<sup>4</sup>.

<sup>1,2</sup>Engenheira Civil, mestranda do Programa de Pós Graduação em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora -UFJF- Faculdade de Engenharia, Rua José Lourenço Kelmer, s/n. Campus Universitário – Martelos 36036-330, Juiz de Fora – MG. E-mails: amanda.rodrigues@engenharia.ufjf.br, mariana.salomao@engenharia.ufjf.br

<sup>3</sup>Engenheira de Produção, mestranda do Programa de Pós Graduação em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF-Faculdade de Engenharia, Rua José Lourenço Kelmer, s/n. Campus Universitário – Martelos 36036-330, Juiz de Fora – MG. E-mail: campos.rosana@engenharia.ufjf.br

<sup>4</sup>Professor D. Sc., Departamento de Hidráulica, Universidade Federal de Juiz de Fora -UFJF- Faculdade de Engenharia, Rua José Lourenço Kelmer, s/n. Campus Universitário – Martelos 36036-330. Juiz de Fora – MG. E-mail: jonathas.silva@engenharia.ufjf.br

#### RESUMO

As rodovias permitem o desenvolvimento social e econômico de uma população e seu entorno, entretanto, geram passivos ambientais e antrópicos causados pela sua instalação. Por isto, deve-se realizar estudos de avaliação dos impactos ambientais em todas as fases de projeto, implantação e operação das estradas, de forma a mitigar os possíveis danos causados ao meio biótico, físico e ambiental. Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo identificar os impactos que são gerados ao meio ambiente devido a construção de rodovias e contemplar ações de recuperação das áreas degradadas em decorrência de obras rodoviárias por meio de uma ampla pesquisa bibliográfica. Com isto, espera-se apresentar uma contribuição aos estudos de impacto de avaliação ambiental em rodovias de modo a garantir que a intervenção humana seja a menor possível para o meio ambiente, bem como atuar como debate para futuras discussões que possam vir a acrescentar para a melhoria do planejamento de obras rodoviárias em prol da sustentabilidade.

**Palavras-chave:** Construção de rodovias. Avaliação de impactos ambientais. Recuperação de áreas degradadas.

#### ABSTRACT

The highways allow the social and economic development of a population and its surroundings; however, they generate environmental and anthropic liabilities caused by their installation. For this reason, studies should be carried out to assess the environmental impacts in all phases of the road implantation and operation project, in order to mitigate the possible damage caused to the biotic, physical and environmental environment. Given the above, this work aims to identify the impacts that are generated on the environment due to the construction of highways and contemplate actions to recover degraded areas as a result of road works through extensive bibliographic research. With this, it is expected to present a contribution to the studies of the impact of environmental assessment on highways in order to ensure that human intervention is as little as possible for the environment, as well as to act as a debate for future discussions that may add to the improved planning of road works in favor of sustainability.

**Keywords:** Highway construction. Assessment of environmental impacts. Recovery of degraded areas.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui um histórico de planejamento urbano baseado no modelo rodoviarista, por isso, possui uma extensa malha rodoviária constituída por estradas municipais, estaduais e federais. O país conta com 1.720.700 km de rodovias sendo 213.453 km pavimentados. Segundo dados do boletim

estatístico de 2016 da Confederação Nacional de Transporte (CNT), a malha rodoviária em extensão no território brasileiro é dividida da seguinte forma:

- Federal – 64.804,7 km (pavimentada) / 114.998,2 km (não pavimentada)
- Estadual – 119.747,0 km (pavimentada) / 105.600,6 km (não pavimentada)
- Municipal – 26.826,7 km (pavimentada) / 1.234.918,3 km (não pavimentada)

Devido à extensa malha rodoviária no país, as rodovias desempenham papel importante no escoamento de produtos, transportes de cargas e pessoas, e fornecem acesso aos serviços comerciais e sociais disponíveis nas cidades. O modal rodoviário é responsável por mais de 60% da matriz de transporte de carga no Brasil, sendo o gerador de 70% dos empregos no transporte terrestre, de acordo com a CNT (2019).

As construções de rodovias propiciam desenvolvimento econômico e social para a população e seu entorno, conectam municípios, estados e nações, permitindo a reorganização do trânsito das cidades e facilitando novas formas de expansão. Apesar disso, as intervenções realizadas pela construção e reestruturação dessas vias causam impactos, o que torna o empreendimento complexo, suscetível a questionamentos e avaliações (Brito, Vasconcellos e Oliveira, 2013).

Mesmo com todos os benefícios trazidos pela construção das estradas, como por exemplo, aumento da geração de renda e novas oportunidades de emprego para a população, quando não há planejamento correto da construção, pode acarretar diversos impactos ambientais, tais como descaracterização de paisagens, com a retirada da vegetação e desaparecimento progressivo da fauna, degradação de mananciais, entre outros, além de ser fonte de poluição (De Sousa, 2006 *apud* Fragomeni, 1999 e Bublitz, 1999).

Ainda sobre os impactos causados sobre o meio ambiente, pode-se citar desmatamentos, diminuição da biodiversidade, alteração dos sistemas de drenagem naturais e degradação do solo. Segundo Bager (2012 *apud* Aurélio et al, 2015), as estradas causam impactos de diferentes níveis de intensidade, sendo difícil mensurá-los, portanto, deve-se compatibilizar os projetos de construção rodoviária com a conservação ambiental, utilizando técnicas e métodos capazes de minimizar os danos.

De acordo com o Termo de Compromisso de Regularização Ambiental de Rodovias Federais, determinado pela Portaria Interministerial do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e do Ministério dos Transportes (MT), número 364, estabelecido em 30 de setembro de 2014, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) passa a ter que apresentar ao Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis (IBAMA), o Programa Padrão de Recuperação de Áreas Degradadas associado aos empreendimentos rodoviários (DNIT, S/D).

Os impactos sofridos pelo meio ambiente em decorrência da construção de estradas como a retirada ou transporte de sedimentos da superfície que causam erosões, realização de cortes, aterros e bota-fora que causam instabilidade nos maciços, além de assoreamentos das linhas de drenagem, turvação nas águas e redução dos habitats da fauna, podem ser minimizados ou mesmo eliminados quando o projeto de obras rodoviárias contempla um Plano de Recuperação das Áreas Degradadas associado aos empreendimentos rodoviários (DNIT, S/D).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho é identificar os impactos que são gerados ao meio ambiente devido a construção de rodovias e contemplar ações de recuperação das áreas degradadas em decorrência dessas obras rodoviárias. Para tanto, será realizada uma ampla pesquisa bibliográfica de caráter qualitativo e exploratório. Marconi e Lakatos (1992), definem a pesquisa bibliográfica como o levantamento de toda a bibliografia já publicada, em forma de livros, revistas, publicações avulsas e imprensa escrita.

Com isto, o trabalho visa alertar para a geração de áreas impactadas pelas obras de estradas e garantir que a intervenção humana seja a menor possível para o meio ambiente, tornando o empreendimento não somente um fator de desenvolvimento econômico e social, mas também de desenvolvimento sustentável. Além disso, espera agir como estímulo para futuras discussões e debates que possam vir a acrescentar para a melhoria do planejamento de obras rodoviárias em prol da sustentabilidade.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Construção de estradas

Os projetos de rodovias têm como objetivos a avaliação de diversos aspectos como a topografia do terreno, o tipo de solo, os níveis de chuva da região a ser implantada a estrada, a fim de se prever possíveis consequências como erosão, deslizamentos e escorregamentos de terras (Bellia Bidone, 1993 *apud* Damasceno e Alves, 2019).

O manual de implantação de rodovias do DNIT, segundo IPR 742 (2010), estabelece a divisão da fase executiva dos projetos em nove etapas, sendo elas:

- Atividades preliminares, como por exemplo a instalação do canteiro de obras;
- Limpeza, desmatamento e destocamento;
- Execução dos cortes;
- Execução de aterros;
- Taludes de corte, aterro e escalonamento;
- Acabamento final, que engloba a compactação dos solos e a utilização de solos melhores nas camadas mais superficiais;
- Execução de aterros sobre solos moles;
- Serviços de drenagem, como a execução de valetas, bueiros, drenos profundos, entre outros;
- Serviços complementares, como por exemplo, proteção vegetal dos taludes, sinalização de rodovias, cercas delimitadoras de faixas de domínios, entre outros.

A primeira etapa de execução das rodovias, segundo o *American Association of State Highway Officials* (1996, *apud* Damasceno e Alves, 2019), é a fase de limpeza da área (retirada de vegetação, resíduos sólidos, árvores, entre outros), apenas no limite necessário para a utilização e construção, procurando evitar a retirada de materiais desnecessários para se reduzir os impactos negativos.

Na fase seguinte, que se refere aos serviços de terraplanagem, a formação de nuvens de poeiras e lamas é um dos impactos negativos, causando interferência nas regiões próximas à obra (Brasil, 1996). Durante os processos de corte e aterro a vegetação é retirada, causando processos erosivos, que podem assorear os cursos d'água, além de ocorrer soterramento nas laterais das vias construídas (Jesus, 1999).

Já na etapa dos serviços de drenagem, deve ocorrer a drenagem superficial e subterrânea, responsáveis pelo desvio das águas, remoção e controle, e escoamento das águas abaixo do solo, de modo a garantir que não ocorra o colapso da estrutura. Os sistemas de drenagem das rodovias são um dos principais causadores de problemas rodoviários, muitas vezes por sua má execução ou ausência desse sistema (Bellia Bidone, 1993).

Por último, nas fases finais de execução das rodovias, deve-se retomar a área utilizada pelo canteiro de obras para seu uso original de projeto, e também reconstituir as áreas desmatadas com a própria vegetação retirada do local (Simonetti, 2010).

A correta execução das fases de implantação das estradas evita que ocorra danos e prejuízos ao ambiente, como surgimento de ravinas devido a erosão dos solos, inundação das estradas, escorregamentos de terras e quedas de pedras e rochas (Damasceno e Alves, 2019).

Algumas medidas importantes são negligenciadas durante a execução das rodovias, por isto, deve-se realizar inspeções rotineiras nas faixas de domínios das estradas, detectando os problemas decorridos tanto da execução quanto da operação das estradas logo no início, de modo a garantir um eficiente controle do impacto ambiental decorrente da construção de estradas (Puppi e Nascimento, 2005).

As rodovias brasileiras, muitas vezes, são resultantes de projetos de grande porte que geram custos ambientais, sociais e econômicos devido à ausência de precauções quanto aos riscos dos impactos que podem ser gerados. Algumas consequências da construção de estradas como a extinção de espécies

animais e vegetais, o extermínio de minorias étnicas, a disseminação de doenças humanas, entre outros, transformaram estes projetos em passivos ambientais de longo prazo (Avena, 2003).

Portanto, ao construir uma rodovia deve-se primeiramente realizar o levantamento dos impactos ambientais que serão gerados na área de construção e entorno, buscando conhecer os danos que poderão ocorrer ao meio físico, biótico e antrópico. A partir da avaliação dos impactos ambientais durante as fases de planejamento de obra, que contemple as etapas de implantação, operação e manutenção das estradas, deve-se pensar maneiras de reduzir os possíveis danos negativos ao meio ambiente.

## 2.2 Avaliação de Impactos Ambientais (AIA)

Em 31 de agosto de 1981, foi estabelecido nacionalmente, por meio da Lei Federal nº 6.938, o licenciamento ambiental, que estabelece a política nacional de meio ambiente e define os objetivos, princípios e penalidades que direcionam a gestão do meio ambiente, visando a preservação da qualidade ambiental. A importância desse documento é reconhecer e formalizar as atividades realizadas pelos empreendedores e licenciar as atividades de localização, instalação, ampliação e operação, considerando que atividades que utilizem os recursos ambientais e sejam poluidoras causam degradação ambiental (Oliveira, 2018).

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), em sua resolução Nº 001, de 23 de janeiro de 1986, define impacto ambiental como:

“Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem:

- I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II – as atividades sociais e econômicas;
- III – a biota;
- IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V- a qualidade dos recursos ambientais.”

Visando minimizar os efeitos ambientais indesejáveis pela construção das rodovias, surgiram diversos estudos nessa área, uma vez que, antigamente, projetos de estradas se restringiam apenas a realizar análises de viabilidade técnica e custo-benefício. Dessa forma, com relação às modalidades dos estudos ambientais, a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) utiliza dois documentos, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).

Segundo Braga et al (2005 *apud* Simonetti, 2010), o principal objetivo do EIA é identificar, categorizar, interpretar e antever todos os impactos decorrentes de um empreendimento. A partir do EIA é feito um relatório conclusivo que compila os dados de levantamento e os seus resultados em uma linguagem mais clara e objetiva, chamado RIMA. Nesse aspecto, ambos possuem como princípios básicos compor os procedimentos de avaliação do impacto ambiental no campo das políticas públicas, contribuindo para a prevenção dos danos.

Para identificar, antever e analisar os impactos de um projeto de rodovia, é necessário decompor o empreendimento em todas as fases do seu ciclo de vida, que são planejamento, implantação, operação e desativação (Sanchez, 2000). Durante a fase de implantação das rodovias os impactos decorrem dos processos de desapropriação, da implantação dos canteiros de obras, da limpeza do terreno, do desmatamento e abertura de caminhos, da terraplanagem, do bota-fora, da drenagem e da exploração de materiais. Já na etapa da operação, os impactos, embora sejam menores, podem atingir áreas maiores e, geralmente, são irreversíveis. Um exemplo seria o reordenamento do trânsito e a poluição causada pelo tráfego de veículos (Fogliatti et al, 2004).

Dessa forma, os estudos ambientais agem como um importante instrumento de proteção e recuperação de áreas degradadas por atividades de construção, sendo de extrema importância que as

autoridades competentes cumpram as leis e que também fiscalizem o andamento de processos de obras rodoviárias, para que ocorram da maneira correta e causem o menor impacto possível.

Na resolução do CONAMA nº 001, de acordo com Simonetti (2010), são estabelecidos critérios de análise dos impactos que devem ser observados para a confecção do EIA e do RIMA, dentre os quais podemos citar: o meio em que ocorrem, a fase do empreendimento em que ocorrem, se é positivo ou negativo, a magnitude, a probabilidade de ocorrência, a severidade, a significância, o intervalo em que ocorrem, a área de abrangência, a reversibilidade, entre outros.

Dentre os instrumentos de gestão ambiental, o Licenciamento Ambiental e Avaliação de Impacto Ambiental são os que mais têm sido aplicados, talvez pela própria exigência da lei (Roman, 2016). Neste contexto, os documentos realizados para a AIA permitem que sejam identificados e quantificados os impactos negativos e assim tornam possível que sejam aplicadas medidas mitigadoras e/ou compensatórias.

Dessa forma, Silva e Silva (2013), realizaram um estudo de campo para avaliar os impactos ambientais decorrentes do projeto rodoviário no município de Americana, no estado de São Paulo. Os métodos utilizados para a identificação dos impactos ambientais foram pesquisa bibliográfica, visita *in loco* e interpretação de imagens de satélite. Para o diagnóstico foram considerados os meios biótico, físico e socioeconômico e adotado o critério de impacto positivo e negativo segundo as orientações de Fogliatti, Filippo e Gourdard (2004), Sanchez (2006) e as diretrizes e manuais do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT, 2006).

Durante a caracterização dos meios físico, biótico e socioeconômico foram identificados 24 impactos ambientais, positivos ou negativos, associados às fases de planejamento, construção e operação das obras de melhoramento viário. Desses 24, 10 são relacionados ao meio socioeconômico, 10 ao meio físico e 4 ao meio biótico. Seguem abaixo as tabelas com os impactos identificados pelos autores conforme Tabela 1 e Tabela 2 abaixo (Silva e Silva, 2013).

Tabela 1 – Identificação dos Impactos Ambientais Positivos.

| Impactos Ambientais               |           |                              | Fases do Empreendimento |            |          |
|-----------------------------------|-----------|------------------------------|-------------------------|------------|----------|
|                                   |           |                              | Planejamento            | Construção | Operação |
| Compartimentos ambientais (meios) | Antrópico | Valorização imobiliária      | X                       | X          |          |
|                                   |           | Melhora na qualidade de vida |                         | X          | X        |
|                                   |           | Redução do tempo de viagem   |                         |            | X        |
|                                   |           | Desenvolvimento regional     | X                       | X          | X        |
|                                   |           | Segurança viária             |                         | X          | X        |
|                                   |           | Redução do trânsito          |                         |            | X        |
|                                   | Físico    | Melhoria na drenagem         |                         | X          | X        |
|                                   | Biótico   | Melhoria na vegetação        |                         | X          | X        |

Fonte: Autores, Adaptado de Silva e Silva (2013)

Tabela 2 – Identificação dos Impactos Ambientais Negativos.

| Impactos Ambientais               |           |                                       | Fases do Empreendimento |            |          |
|-----------------------------------|-----------|---------------------------------------|-------------------------|------------|----------|
|                                   |           |                                       | Planejamento            | Construção | Operação |
| Compartimentos ambientais (meios) | Antrópico | Alterações econômicas                 | X                       | X          | X        |
|                                   |           | Mudanças das atividades humanas       | X                       | X          | X        |
|                                   |           | Alteração da saúde humana             |                         | X          |          |
|                                   |           | Desvalorização imobiliária            |                         | X          | X        |
|                                   | Físico    | Alteração dos parâmetros do solo      |                         | X          |          |
|                                   |           | Contaminação do solo                  |                         | X          | X        |
|                                   |           | Mudanças climáticas                   |                         |            | X        |
|                                   |           | Poluição atmosférica                  |                         | X          | X        |
|                                   |           | Desvio do tráfego e bloqueio das ruas |                         | X          |          |
|                                   |           | Erosão                                |                         | X          |          |
|                                   |           | Modificação da drenagem natural       |                         | X          |          |
|                                   |           | Aumento do nível de ruído             |                         | X          | X        |
|                                   |           | Descaracterização da paisagem local   |                         | X          |          |
|                                   | Biótico   | Perda de espécies vegetais            |                         | X          |          |
|                                   |           | Atropelamento de animais              |                         | X          | X        |
|                                   |           | Proliferação de insetos               |                         | X          |          |

Fonte: Autores, Adaptado de Silva e Silva (2013)

Já os autores Magalhães, Martins e Santos (2011), realizaram um estudo de campo para identificar os impactos ambientais relacionados à pavimentação da rodovia MG-307, no município de Grão Mogol, no estado de Minas Gerais. A metodologia utilizada foi um estudo de caso de caráter qualitativo, que se concentrou na compreensão dos fatos em vez de sua mensuração.

A pesquisa de Magalhães, Martins e Santos (2011) baseou-se na análise dos dados coletados em campo através da metodologia de Avaliação de Impactos (AIA) e da matriz de interação, onde foram identificados os impactos ambientais gerados pela obra da rodovia. As atividades seguiram a seguinte sequência: marcação dos pontos com GPS nos locais em que se verificaram os impactos; observação do sistema de drenagem; observação da presença de resíduos nas margens da rodovia; e verificação da ocorrência de perda da fauna local.

Os dados levantados foram relacionados aos meios físico, biótico e antrópico de forma a realizar uma previsão do meio mais afetado. Além disto, a matriz de Leopold identifica os impactos e atribui a eles os valores de importância e magnitude. Os danos são classificados de acordo com a sua

expressão (benéficos ou adversos), origem (indireto ou direto), duração (temporário ou permanente), temporalidade (imediato, curto, médio ou longo prazo), reversibilidade (reversível ou irreversível) e espacialidade (abrangência local, regional ou global).

A seguir apresenta-se os resultados, conforme Tabelas 3, 4 e 5 das matrizes de impacto, que utilizou a seguinte legenda (Magalhães, Martins e Santos, 2011):

Meio Receptor (M): Físico (F), Biológico (B) ou Antrópico (A).

Natureza (N): Positiva (+) ou Negativa (-).

Abrangência (A): Local (L) ou Regional (R).

Incidência (I): Direta (D) ou Indireta (I).

Temporalidade (T): Temporária (T) ou Permanente (P).

Reversibilidade (R): Reversível (R) ou Irreversível (I).

Valoração (V): Baixo (B), Médio (M), Alta (A).

Tabela 3 – Matriz de Impacto Ambiental – Meio Físico.

| Fator indutor                     | Descrição do impacto                                                      | M | N | A | I | T | R | V |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Desmatamento da área              | Modificação do relevo                                                     | F | - | L | D | M | I | M |
|                                   | Intensificação de processos erosivos                                      | F | - | L | D | M | R | M |
|                                   | Alteração das propriedades físicas e biológicas do solo                   | F | - | L | D | M | R | M |
|                                   | Aumento da carga de sedimentos e assoreamento de corpos d'água            | F | - | L | I | M | I | M |
| Pavimentação da rodovia           | Risco de contaminação das águas superficiais                              | F | - | R | I | B | R | B |
|                                   | Risco de instabilidade de taludes                                         | F | - | L | D | M | R | M |
|                                   | Formação e desenvolvimento de processos erosivos                          | F | - | L | D | A | R | A |
|                                   | Risco de alteração da qualidade ambiental do solo por líquidos percolados | F | - | L | I | M | I | M |
|                                   | Risco de indução de inundações (aumento da intensidade e frequência)      | F | - | L | D | B | R | B |
| Movimentação de veículos na pista | Alteração do ambiente sonoro                                              | F | - | L | D | B | R | B |
|                                   | Alteração da qualidade do ar                                              | F | - | L | D | B | R | B |

Fonte: Autores, Adaptado de Magalhães, Martins e Santos (2011)

Tabela 4- Matriz de Impacto Ambiental – Meio Biótico.

| Fator indutor                     | Descrição do impacto                                      | M | N | A | I | T | R | V |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Pavimentação da rodovia           | Destruição e desfragmentação de habitats de vida selvagem | B | - | L | D | T | R | B |
|                                   | Estresse sobre a vegetação natural                        | B | - | L | I | T | R | B |
|                                   | Risco de poluição da água e solo com substâncias químicas | B | - | R | D | P | R | M |
|                                   | Modificações na cadeia alimentar                          | B | - | L | I | T | R | M |
| Movimentação de veículos na pista | Perda e afugentamento de espécimes da fauna               | B | - | L | D | T | R | B |
|                                   | Perturbação da fauna (ruído)                              | B | - | L | D | T | R | M |

Fonte: Autores, Adaptado de Magalhães, Martins e Santos (2011).

Tabela 5 – Matriz de Impacto Ambiental – Meio Antrópico.

| Fator indutor                     | Descrição do impacto                            | M | N | A | I | T | R | V |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Pavimentação da rodovia           | Alteração das formas de uso e ocupação do solo  | A | - | L | I | P | I | B |
|                                   | Impacto visual                                  | A | - | L | I | P | I | A |
|                                   | Deslocamento de pessoas e atividades econômicas | A | + | R | D | T | R | B |
|                                   | Aumento da oferta de emprego                    | A | + | R | D | T | R | B |
|                                   | Aumento da demanda de bens e serviços           | A | + | R | D | T | R | B |
| Movimentação de veículos na pista | Exposição dos funcionários a gases veiculares   | A | - | L | D | T | R | B |
|                                   | Risco de acidentes                              | A | - | L | D | T | R | B |

Fonte: Autores, Adaptado de Magalhães, Martins e Santos, (2011).

Pode-se observar que na Tabela 3 o impacto de maior relevância foi a erosão, que necessitará de um trabalho a longo prazo para a recuperação do entorno. Já na Tabela 4, o que mais afetou o meio ambiente foi em relação ao ruído, o que acarretou a perturbação da fauna. E por último, na Tabela 5, o maior dano causado foi o impacto visual causado pela deposição de resíduos sólidos.

Vale frisar que a AIA nem sempre é capaz de identificar todos os danos causados pelas obras de rodovias, portanto, é importante que haja o acompanhamento ambiental em conjunto com uma gestão adequada, para que minimizem os danos gerados.

### 2.3 Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD)

Além do EIA e RIMA existem outros estudos ambientais necessários ao licenciamento ambiental, como o Programa de Controle Ambiental (PCA), o Relatório de Controle Ambiental (RCA) e o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). Antigamente estes documentos eram exigidos somente em atividades de mineração, porém, atualmente são também obrigatórios para o licenciamento de outras atividades (Absy et al,1995 e Fogliatti et al,2004).

O artigo 225 da Constituição Federal de 1988 e o Decreto de Lei nº 97.632/89, deram origem a Lei nº 6.938/81, que regulamenta o PRAD, que obriga a recuperação de área degradada como elemento do Relatório de Impacto Ambiental, podendo ser empregado de maneira preventiva e corretiva. O objetivo principal do PRAD é a criação de um roteiro que contenha informações e caracterizações técnicas, de modo organizado, para auxiliar na recuperação ambiental.

Anteriormente à realização do PRAD deve ser realizado um estudo que apresente a magnitude dos impactos gerados, bem como apresentar os fatores relacionados à área a ser recuperada, como caracterização do solo, da água, da fauna e flora.

De acordo com o Programa de Rodovias Federais Ambientalmente Sustentáveis (PROFAS), do DNIT, as medidas corretivas que devem ser realizadas após a implantação das estradas são:

- Revegetação por cobertura vegetal composta de gramíneas e leguminosas herbáceas, que visam manter a estrutura fértil do solo alterada, ou até mesmo erradicada, em decorrência das obras.
- Revegetação por meio de plantio de espécies arbóreas e arbustivas regionais, objetivando a consolidação da vegetação existente, a preservação do meio biótico e a recomposição paisagística local.
- Implantação de drenagem superficial, objetivando conduzir as águas superficiais adequadamente, de modo a não causar erosões, ravinamentos, enchentes, alagamentos e assoreamentos.

Nas rodovias, a recuperação de áreas degradadas em taludes é indispensável para a segurança dos usuários, pois áreas inclinadas não recuperadas são suscetíveis a desmoronamento sobre a pista,

causando interrupção do tráfego, risco de acidentes, prejuízos ambientais, econômicos e sociais. Vale salientar, que na recuperação de áreas inclinadas em taludes não é recomendável a utilização de espécies arbóreas, mas sim de gramíneas (Almeida, 2016).

Além disto, em áreas onde ocorrem remoção de vegetação, podem ocorrer processos erosivos que devem ser corrigidos por meio de canaletas e caixas de drenagem, visando desviar o fluxo da água no solo erodido (Almeida, 2016).

O monitoramento das práticas estabelecidas no PRAD deve ser feito pela fiscalização de obras com o objetivo de verificar se a execução dos serviços relacionados no projeto de Engenharia está em conformidade com as questões ambientais (DNIT, S/D).

Para a avaliação do desempenho do PRAD nas rodovias, devem ser realizadas vistorias técnicas periódicas nos trechos de obras, feitas pela equipe do DNIT ou de empresas contratadas para este fim, com a função de verificar se as áreas degradadas estão sendo recuperadas e nos casos em que as áreas já foram recuperadas se estão estáveis, conforme orientações do documento (DNIT, S/D).

Uma das técnicas de recuperação de áreas degradadas citada pelo autor Coan et al (2004), é a paliçada ou cordão vegetal conforme Figura 1 abaixo, que diminui a entrada de água no interior de regiões afetadas por processos erosivos, como voçorocas, e assim, controla o avanço da erosão e estabiliza a área. As espécies utilizadas nesta técnica podem ser braquiárias, mucuna preta e feijão guandu.



Figura 1- Técnicas do Cordão Vegetal.

Fonte: Imagens Google – Técnica do Cordão Vegetal (2020)

Outra técnica utilizada é a introdução de leguminosas arbóreas e arbustivas. A associação entre plantas, rizóbios e fungos micorrízicos permite um rápido crescimento das espécies. A tecnologia é utilizada para a contenção de encostas, diminuindo o risco de deslizamentos de terra e, ainda, pode ser usada para a recuperação de áreas degradadas por erosão severa do solo (Embrapa, 2011).

Também existe a técnica da hidrossemeadura, que consiste no processo de revestimento vegetal e estabilização dos solos através do lançamento por via líquida de uma emulsão que contém sementes de gramíneas e leguminosas, condicionador aglutinante, fertilizantes, adubo orgânico e *mulch*. Este método é utilizado para recuperação de grandes áreas íngremes de corte ou aterro, para evitar ou reduzir o processo erosivo (Affonso, 2003).

Portanto, através do PRAD é possível recuperar os danos causados ao meio ambiente pela construção de rodovias, através de práticas de recomposição das áreas degradadas, preservando sempre que possível as características originais do local do empreendimento.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção de rodovias gera impactos tanto positivos quanto negativos ao meio ambiente. As estradas levam desenvolvimento econômico à região, garantem o acesso da população aos serviços

básicos de educação, saúde, lazer, entre outros aspectos positivos. Porém, geram também danos irreversíveis ao meio ambiente do entorno, como por exemplo, a extinção de espécies da fauna e flora.

Visando a redução dos efeitos negativos é de extrema relevância a análise dos danos causados pelas obras, realizados por meio de estudos de Avaliação dos Impactos Ambientais (AIA), entre outros. Neste sentido, para a implantação de rodovias deve-se realizar anteriormente ao projeto um estudo ambiental da área a ser inserido o empreendimento, bem como executar a obra dentro dos padrões exigidos pela legislação e pelos órgãos ambientais.

Em decorrência das alterações causadas pelas obras devem ser adotadas medidas corretivas para a recuperação de áreas degradadas, através de procedimentos de recuperação, como por exemplo, a revegetação da área desmatada. É necessário ainda que haja uma fiscalização eficiente dos empreendimentos rodoviários durante as fases de projeto, construção, operação e manutenção, de forma a contribuir com o desenvolvimento urbano, econômico e sustentável.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABSY, M. L.; ASSUNÇÃO, F. N. A.; FARIA, S. C. **Avaliação de impacto ambiental: agentes sociais, procedimentos e ferramentas**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1995.

AFFONSO, Carlos Henrique A.; FREITAS, LGB de. **Implantação e manejo de gramíneas em estradas e rodovias**. VILLAS BÔAS, RL; GODOY, LJ SIGRA: Produção, Implantação e Manutenção. Botucatu: GEMFER, p. 194-201, 2003.

ALMEIDA, DS. Plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD). In: **Recuperação ambiental da Mata Atlântica [online].3rd ed. rev. and enl. Ilhéus**, BA: Editus, 2016, pp. 140-158. ISBN 978-85-7455-440-2. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.

AURÉLIO, Sílvia Olinda Soares et al. **Utilização de resíduo florestal para a recuperação de áreas degradadas em empreendimentos rodoviários-estudo de caso da br-448**. Engenheiro Adriano Peixoto Panazzolo Coordenador de Meio Ambiente da STe SA, p. 31.

AVENA, R. C. S. **Construções rodoviárias, bacias hidrográficas, geração de passivos ambientais e riscos associados: o caso da Rodovia RJ - 165 – Paraty - Cunha**. Rio de Janeiro, 2003. 283f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual do Rio de Janeiro.

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

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

COAN, Luiz Fernando Burigo et al. Recuperação de área degradada por construção de rodovia na Praia Mole, Florianópolis, SC. **Extensio: Revista Eletrônica de Extensão**, v. 1, n. 1, 2004.

CONAMA, RESOLUÇÃO. 001/1986. **Regulamenta a Avaliação de Impactos Ambientais**, 2011.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – **Pesquisa CNT de Rodovias em 2019**. 2019. Disponível em: < <https://pesquisarodovias.cnt.org.br/Paginas/relatorio-gerencial>> . Acesso em: 27 de julho de 2020.

DAMASCENO, J. de O. L.; ALVES, M. A. M. **Estudo dos impactos socioeconômicos e ambientais para implementação de uma rodovia**. Trabalho de Conclusão de Curso. Anápolis GO. 2019. 88 p.

DE BRITO, Tiago Silva Alves; VASCONCELLOS, Fernanda Carla Wasner; OLIVEIRA, Fernando Luís Pereira. Avaliação de impactos ambientais na rodovia MG-010: Estudo de caso no vetor norte de Belo Horizonte (MG). **Ciência e Natura**, v. 35, n. 2, p. 206-214, 2013.

DE SOUSA, Letícia Penno et al. **Avaliação do crescimento de espécies arbóreas nativas em solo reconstituído e compactado: Rodovia BR-277, Porto Amazonas,PR**. Embrapa Florestas-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT – PROFAS. **Programa de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD**. S/D.

DNIT, 2006. **Manual para atividades ambientais rodoviárias**. - Rio de Janeiro, 2006. 437 p. (IPR. Pub.730).

EMBRAPA. **Recuperação de Áreas Degradadas**. Documento. 2011. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355054/1527012/4h+-+Recupera%C3%A7%C3%A3o+de+%C3%A1reas+degradadas.pdf/45b7e814-e2fd-4822-80ef-e10a72647aca>> . Acesso em: 04/03/2021.

FOGLIATTI, M.C.; FILIPPO, S.; GOUDARD, B. **Avaliação de impactos ambientais: aplicação aos sistemas de transporte**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. 249p.

JESUS, R. M. de. **Recuperação de áreas degradadas**. In: SEMINÁRIO NACIONAL A VARIÁVEL AMBIENTAL EM OBRAS RODOVIÁRIAS, 1999, Curitiba. Anais...Curitiba: FUPEF, 1999. p. 125-136

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Ciência e conhecimento científico**. Metodologia Científica, v. 6, 1992.

MAGALHÃES, Ivo Augusto Lopes; MARTINS, Renata Farah; DOS SANTOS, Alexandre Rosa. Identificação dos impactos ambientais relacionados à pavimentação da rodovia MG 307 no município de Grão Mogol-MG. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 5, p. 10-16, 2011.

OLIVEIRA, Renata Luzia Cavalcante de et al. **Avaliação de impactos ambientais na obra da duplicação da Rodovia AL-145 em Delmiro Gouveia**. 2018.

PUBLICAÇÃO IPR – 742. **Manual de implantação básica de rodovia**. 2010. Disponível em: <<http://ipr.dnit.gov.br/>> . Acesso em: 08/02/2021.

PUPPI, R. F. K.; NASCIMENTO, N. A. Recuperação de áreas degradadas às margens da rodovia de acesso à jazida da Fábrica de Cimento Itambé. In: **SIMPÓSIO NACIONAL E CONGRESSO LATINO-AMERICANO [SOBRE] RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**, 6., 2005, Curitiba. Anais. Curitiba: SOBRADE, 2005. p. 201-209.

ROMAN, Maína. **Avaliação de impactos ambientais de rodovias: análise de projetos de ampliação da capacidade rodoviária e proposição de diretrizes para o licenciamento ambiental.** 2016.

SÁNCHEZ, L.E. **Avaliação de impacto ambiental de rodovias.** Trabalho técnico. 2000.

SÁNCHEZ, L.E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 496 p.

SILVA, Maycon P.; DA SILVA, D. S. Avaliação de impactos ambientais em projeto rodoviário urbano: estudo de caso Americana/SP. **Revista Ciência e Tecnologia**, v. 16, n. 28/29, 2013.

SIMONETTI, Henrique. **Estudo de impactos ambientais gerados pelas rodovias: Sistematização do processo de elaboração de EIA/RIMA.** Porto Alegre, 2010. Disponível em: <  
<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28531/000769150.pdf?msckid=9cb95ea7d0d711eca1e7e8d2c2b17d75>> . Acesso em: 08/02/2021.