

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ALEX ZIRON GOMES
BRUNO TADEU RODRIGUES SIMÕES**

**ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELAS RODOVIAS:
O COMPARATIVO DA RODOVIA ANCHIETA COM A NOVA RODOVIA
IMIGRANTES**

Santos-SP

Jun/2019

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ALEX ZIRON GOMES
BRUNO TADEU RODRIGUES SIMÕES**

**ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELAS RODOVIAS:
O COMPARATIVO DA RODOVIA ANCHIETA COM A NOVA RODOVIA
IMIGRANTES**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como exigência parcial para obtenção de título de
Bacharel à Faculdade de Engenharia da
Universidade Santa Cecília, sob a orientação do
Professor Eng. Atila Csobi.**

Santos-SP

Jun/2019

ALEX ZIRON GOMES
BRUNO TADEU RODRIGUES SIMÕES

**ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELAS RODOVIAS:
O COMPARATIVO DA RODOVIA ANCHIETA COM A NOVA RODOVIA
IMIGRANTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Santa Cecília.

Data da aprovação: ___/___/___ Nota: _____
Banca Examinadora

Prof.(a) Me/Dr.(a)
Orientador (a): Atila Csobi

Prof.(a) Me/Dr.(a)

Prof.(a) Me/Dr.(a)

DEDICATÓRIA

A

Deus, em primeiro lugar, pela força e coragem durante toda essa caminhada, aos nossos pais e amigos pela inspiração e incentivo constantes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao **Engº Atila Csobi**, orientador deste trabalho, pela paciência e atenção dedicada,

Agradecemos à nossa **família** por todo amparo que recebemos durante toda nossa vida e, em especial, durante o Curso de Graduação.

Agradecemos também a nossos **amigos e colegas**, que por muitas vezes nos deram incentivo para continuar focado no objetivo.

Por último, mas não menos importante, agradecemos a toda **Universidade Santa Cecília**, por proporcionar um ensino de qualidade e formar profissionais muito bem qualificados.

Triunfam aqueles que sabem quando lutar e quando esperar.

Sun Tzu

RESUMO

A situação atual do Brasil, no que se refere ao sistema rodoviário, encontra-se em acentuada degradação, o modal mais utilizado no país é o rodoviário, e podemos observar que o sistema viário, necessita de novos projetos e reparos em sua atual infraestrutura. Com o passar dos anos a burocratização documental relacionada a impactos ambientais na construção civil (rodovias) aumentou muito. O presente trabalho, apresenta uma revisão bibliográfica sobre aspectos, impactos ambientais, processos e documentação exigida para construção de uma rodovia, com o objetivo de apontar as etapas do processo de licenciamento ambiental para a construção de uma rodovia e através de um estudo de caso comparar estas etapas da construção da Rodovia Anchieta com da nova Rodovia Imigrantes, e verificar as possíveis melhorias para o caso de uma construção nos dias atuais e avaliar os impactos.

Palavras-chave: Impacto Ambiental; Rodovias; Avaliação de Impactos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação do conceito de impacto ambiental.	15
Figura 2: Exemplo de Fauna local	19
Figura 3: Alteração de topografia.....	20
Figura 4: Fluxograma do Licenciamento ambiental.....	25
Figura 5: Rodovia Anchieta década de 1950.....	32
Figura 6: Rodovia dos Imigrantes em 1976	33
Figura 7: Nova pista Rodovia Imigrantes.....	34
Figura 8: TD1 - Túnel Imigrantes.....	40
Figura 9: Vão do projeto original, com 45m de comprimento.	41
Figura 10: Vão do NOVO projeto, com o dobro do comprimento.....	41
Figura 11: Sistema de drenagem túneis	42
Figura 12: Tubulação metálica - drenagem viadutos.....	42
Figura 13: Caixa coletora de materiais perigosos.....	43
Figura 14: Águas turvas no Rio Pilões	43
Figura 15: Incrustação carbonática em cursos d'água afluente do Rio Cubatão	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1:Medidas atenuadoras e compensatórias.....	22
Quadro 2: Emissões de licenças ambientais 2001 a 2010	29
Quadro 3: Análise e Ação do PGA.....	39

SIMBOLOGIA

ASV – Autorização de Supressão de Vegetação.

CGMAB – Coordenação Geral do Meio Ambiente.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes.

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

EIA – Estudo de Impacto Ambiental.

FUNAI – Fundação Nacional do Índio.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

ISO 14.001 – Norma de Sistemas de Gestão Ambiental.

LI – Licença de Instalação.

LP – Licença Prévia.

LO – Licença de Operação.

RIMA – Relatório de Impacto ao Meio Ambiente.

PBA – Plano Básico Ambiental.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 HIPÓTESES	13
1.2 JUSTIFICATIVA	13
2. OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1 IMPACTO AMBIENTAL.....	15
3.2 IMPACTO AMBIENTAL GERADO PELA CONSTRUÇÃO DE RODOVIAS	16
3.2.1 Impactos Negativos	18
3.2.2 Impactos Positivos	21
3.3 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PARA CONSTRUÇÕES DE RODOVIAS	23
3.3.1 Licença Prévia (LP)	26
3.3.2 Licença de Instalação (LI)	27
3.3.3 Licença de Operação (LO)	27
3.3.4 Estudo de Impacto Ambiental (EIA)	27
3.3.5 Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA)	28
3.3.6 Plano Básico Ambiental (PBA)	28
4. METODOLOGIA	30
5. ESTUDO DE CASO: RODOVIAS ANCHIETA E IMIGRANTES	31
5.1 IMPACTOS	35
5.1.1 Impactos sobre o meio Biofísico	35
5.1.2 Impactos sobre o meio Antrópico	36
5.2 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	36
5.3 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	37

5.3.1 Detalhamento de mitigações na construção da Imigrantes	39
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
REFERÊNCIAS	48

1. INTRODUÇÃO

“O Brasil encontra-se em uma situação de acentuada degradação no sistema rodoviário, tanto no sentido de carecer de novos projetos viários, quanto de necessitar de reparos em sua atual infraestrutura” (SIMONETTI, 2010, p. 10). Diante desse cenário, para que sejam realizadas todas as ações necessárias para melhorias nesse setor, será necessário um grande investimento de capital e de trabalho nos próximos anos, com o intuito de expandir o crescimento do País.

A construção de uma rodovia traz benefícios socioeconômicos para a população, principalmente na atividade econômica da região onde a rodovia será construída, por outro lado, gera impactos ambientais negativos de extrema complexibilidade, desde o planejamento até a sua construção e uso, por causar alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, demonstrando assim a necessidade de identificar esses impactos e adequar a sua construção aos conceitos de consciência ambiental.

Atualmente a preocupação com o meio ambiente é uma responsabilidade mundial e que tem motivado inúmeras pesquisas com relação aos diversos problemas ambientais, que devido a ação do homem vem surgindo, como o efeito estufa, mudanças climáticas, derretimento das geleiras, degradação da camada de ozônio, desmatamentos florestais, poluição dos rios, entre outros.

Essa preocupação dentro do setor de construção civil é uma tendência crescente, uma vez que os recursos do meio ambiente estão cada vez mais escassos, além de existir pressão do mercado pela incorporação de práticas sustentáveis em diversas áreas de atuação, dessa forma buscar entender os impactos ambientais que algumas obras construídas no passado tiveram, nos leva a encontrar soluções sustentáveis e economicamente viáveis.

Sustentabilidade é a situação desejável que permite a continuidade da existência do ser humano e de nossa sociedade, é o objetivo máximo do processo de desenvolvimento sustentável. Ela busca integrar aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade humana com a preocupação principal de preservá-los, para que os limites do planeta e a habilidade e a capacidade das gerações futuras não sejam comprometidas (Guia de Sustentabilidade na Construção, 2008, p.13).

Com a finalidade de identificar e prever os impactos ambientais, de acordo com o DNIT (2009), existe algumas etapas a serem vencidas para a construção de uma rodovia: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO).

Diante desse cenário, buscamos realizar uma pesquisa e utilizando de um estudo de caso comparativo entre as construções das Rodovias Anchieta e nova Rodovia Imigrantes, que foram construídas em épocas diferentes, para verificar os impactos ambientais causados pela construção de ambas, avaliando quais seriam as medidas mitigadora no caso de uma nova construção do mesmo porte.

1.1 HIPÓTESES

Quais impactos ao meio ambiente trouxeram as construções das Rodovias Anchieta e Imigrantes?

Quais são as exigências atualmente para a construção de uma rodovia?

Quais são as possíveis melhorias no caso de uma construção do mesmo porte atualmente?

1.2 JUSTIFICATIVA

Um dos setores mais importantes para economia atualmente é o setor da construção civil, além disso a malha viária do Brasil está defasada e necessita de investimentos, uma vez que o crescimento do país está atrelado ao setor por ser responsável por uma maior empregabilidade e também por fornecer infraestrutura necessária ao seu desenvolvimento, em especial se tratando de rodovias, que é o meio mais utilizado para transporte de mercadorias, entre outros.

Qualquer construção gera diversos impactos ambientais durante todas fases de sua vida, por consumirem recursos, por seus efluentes, emissões ou por resíduos. Diante disso o presente trabalho justifica-se pela necessidade de estudarmos os impactos que obras realizadas sem o pensamento sustentável causaram ao meio ambiente, para diante disso, encontrar possíveis soluções em uma obra futura.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do trabalho é apontar as etapas do processo de licenciamento ambiental para a construção de uma rodovia, verificando os aspectos e impactos ambientais, comparando as construções da Rodovia Anchieta com da nova Rodovia Imigrantes, a fim de identificar os impactos e propor ações de melhoria para obras futuras.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são:

- Apontar as etapas do processo de licenciamento ambiental;
- Verificar os aspectos e impactos ambientais causados pelas construções das Rodovias Anchieta e Imigrantes;
- Identificar boas práticas que estão sendo incorporadas nas construções de rodovias para redução dos impactos ambientais.

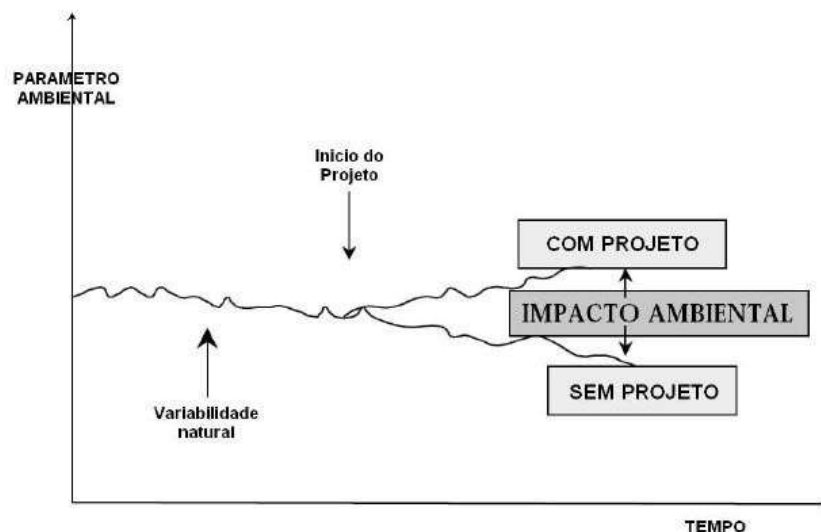
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 IMPACTO AMBIENTAL

Impacto ambiental “é qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização” (ABNT ISO NBR 14001, 1996).

De acordo com Simonetti (2010), impacto ambiental é a variação de um parâmetro no ambiente, em função da ação humana. Ou seja, impacto ambiental é a diferença incremental de um parâmetro ambiental entre a situação sem e com o projeto de Engenharia, conforme representado na Figura 1.

Figura 1: Representação do conceito de impacto ambiental.



Fonte: Simonetti, 2010

Segundo Sánchez (2013), na prática da avaliação do impacto ambiental, nem sempre é possível empregar esse conceito, devido à dificuldade de se prever a evolução da qualidade ambiental em uma dada área. O conceito operacional de impacto ambiental torna-se a principal diferença entre a possível situação futura de um indicador ambiental e a sua situação atual.

Os impactos ambientais podem ser medidos com a ajuda de indicadores, na prática se enfrentam inúmeras dificuldades, pois nem todos os impactos significativos são passíveis de

descrição adequada por meio de indicadores ou ainda a coleta de dados para mensuração pode ser demasiada onerosa ou demorada (SÁNCHEZ, 2013).

Outra definição de Impacto Ambiental é dada pela norma ISO 14.001 (2004). Segundo a tradução oficial brasileira da Norma Internacional, impacto ambiental é “qualquer modificação do meio ambiente adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização”.

É importante saber o conceito de impacto ambiental adotado por essa norma, uma vez que diversas organizações vêm adotando esse sistema de gestão ambiental, baseado na norma ISO 14.001. Diante desse cenário, impacto ambiental é resultado das atividades, produtos ou serviços de uma empresa, ou seja, um processo industrial (atividade), um cosmético (produto) ou transporte de mercadoria (serviço ou atividade) são as causas de modificações ambientais ou impactos.

Segundo Bellia e Bidone (1993, p. 55), é uma característica intrínseca dos projetos de obras de Engenharia causar impactos no meio ambiente para gerar sua produção, seja ela uma habitação familiar, uma ferrovia, uma rodovia ou um porto. Os impactos são gerados tanto através da sua própria construção quanto por permitir o uso e exploração dos recursos naturais ao seu redor.

3.2 IMPACTO AMBIENTAL GERADO PELA CONSTRUÇÃO DE RODOVIAS

De acordo com Fereguetti (2018), no que se refere a impactos ambientais gerados por rodovias, primeiramente precisamos segmentar a rodovia por área/trecho, uma vez que, cada impacto terá maior ou menor intensidade em determinadas áreas do que em outras.

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

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

Os impactos devem ser analisados em todas as etapas de construção do empreendimento, não somente ao final (fase de operação).

Obras com significativos impactos ambientais estão sujeitos à elaboração de Estudo de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA para o licenciamento.

De acordo com a Resolução CONAMA nº. 001/86, Art. 2º, as seguintes atividades potencialmente causadoras de impactos ambientais necessitam dos seguintes documentos:

- i. estradas de rodagem com 2 (duas) ou mais faixas de rolamento;
- ii. ferrovias;
- iii. portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos;
- iv. aeroportos conforme definidos pelo inciso I, artigo 48, do Decreto Lei 32, de 18 de novembro de 1966;
- v. oleodutos, gasodutos, minerodutos, troncos coletores e emissários de esgotos sanitários;
- vi. linhas de transmissão de energia elétrica, acima de 230 KV;
- vii. obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como: barragem para quaisquer fins hidrelétricos, acima de 10 MW, de saneamento ou de irrigação, abertura de canais para navegação, drenagem e irrigação, retificação de cursos d'água, abertura de barras e embocaduras, transposição de bacias, diques;
- viii. extração de combustível fóssil (petróleo, xisto, carvão);
- ix. extração de minério, inclusive os da classe II, definidas no Código de Mineração;
- x. aterros sanitários, processamento e destino final de resíduos tóxicos ou perigosos;
- xi. usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, acima de 10MW;
- xii. complexo e unidades industriais e agroindustriais (petroquímicos, siderúrgicos, cloroquímicos, destilarias de álcool, hulha, extração e cultivo de recursos hidróbios;
- xiii. distritos industriais e Zonas Estritamente Industriais - ZEI;
- xiv. exploração econômica de madeira ou de lenha, em áreas acima de 100ha (cem hectares) ou menores, quando atingir áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental;
- xv. projetos urbanísticos, acima de 100 ha (hectares) ou em áreas consideradas de relevante interesse ambiental a critério da SEMA e dos órgãos municipais e estaduais competentes;

- xvi. qualquer atividade que utilizar carvão vegetal, derivados ou produtos similares, em quantidade superior à dez toneladas por dia;
- xvii. projetos agropecuários que contemplem áreas acima de 1.000ha, ou menores, neste caso, quando se tratar de áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental, inclusive nas áreas de proteção ambiental. (BRASIL, 1986)

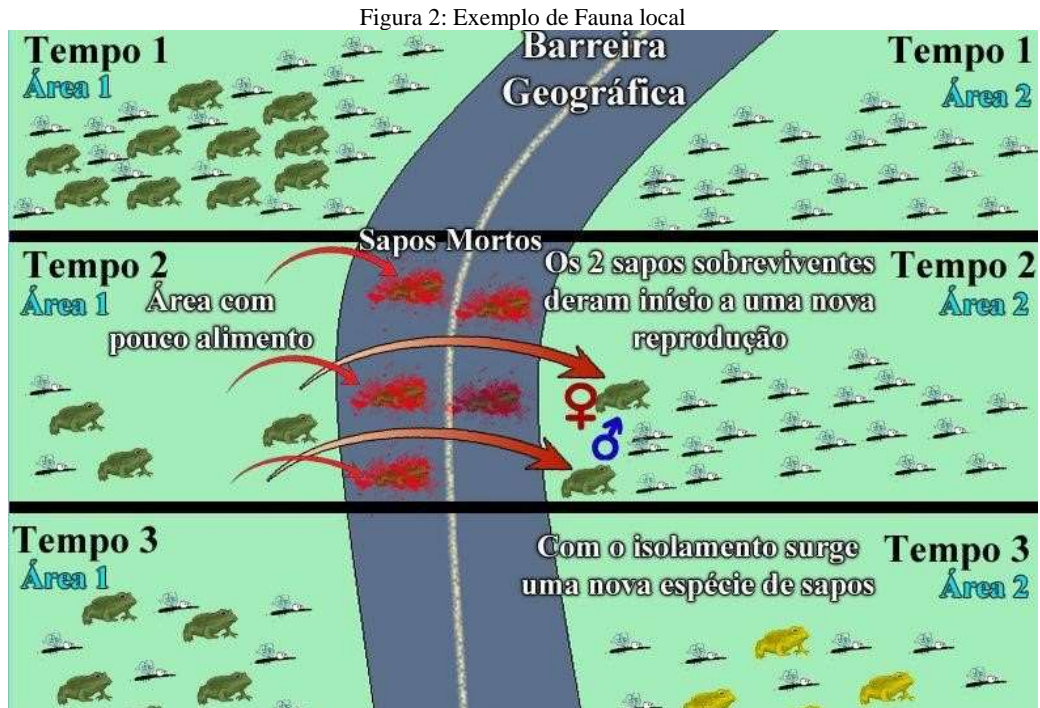
3.2.1 Impactos Negativos

- **Meio biótico**

No meio biótico deve-se detalhar os aspectos da fauna e da flora, observando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e/ou econômico, raras e ameaçadas de extinção, além das áreas de preservação permanente. Os principais impactos negativos nesse meio são: Supressão de vegetação e de ambientes terrestres e transitórios, barreiras de deslocamento de animais e afugentamento da fauna e Proliferação de vetores e reservatórios de doenças e acúmulo de resíduos.

Quando se fala de vegetação, mesmo que algumas construções de rodovias já tenham casas, edifícios e comércios em seu entorno, muitas construções de rodovias demandaram a retirada da vegetação existente, e as mais antigas não foram tomadas as medidas ambientais corretas para preservação do meio ambiente.

Outro ponto importante é que após a construção das rodovias, elas se tornam um obstáculo e atrapalham a passagem dos animais. É comum vermos animais mortos em beiras de estrada. Anualmente, cerca de 500 milhões de animais são mortos, atropelados em estradas. As estradas também segmentam o ambiente, podendo acarretar no isolamento reprodutivo das espécies, conforme Figura 2.



Fonte: Fereguetti, 2018

Sobre a retirada do material do solo, esta retirada pode acarretar em locais para a reprodução de alguns vetores. Além disso, se a população que utiliza a via joga resíduos nela, pode acumular água e agravar o problema, inclusive atraindo animais para o local (FEREGUETTI, 2018).

- **Meio Físico**

No meio físico deve-se observar as características do subsolo, das águas, do ar e do 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 (BRASIL 1986, Art. 6°).

As construções mexem na topografia local, além disso, a movimentação do solo e a perda da cobertura vegetal, a impermeabilização e a compactação do solo podem causar impactos negativos como a erosão, assoreamento e inundação, conforme Figura 3.

Figura 3: Alteração de topografia



Fonte: Fereguetti, 2018

A remoção de vegetação e a movimentação do solo e outros fatores podem ocasionar a desestruturação e compactação do solo, reduzindo a permeabilidade e a porosidade.

A contaminação dos recursos hídricos pode acontecer tanto durante a obra quanto após a sua conclusão, pelas mais diversas formas (FEREGUETTI, 2018).

▪ **Meio Antrópico**

No meio antrópico, é necessário estudar sobre o uso e a ocupação do solo, os usos da água, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais, a potencial utilização futura desses recursos e sobre o meio socioeconômico.

Alguns impactos negativos neste meio, são: acidentes, alteração no fluxo de veículos e pedestres e na malha viária, alteração de áreas produtivas e impactos em sítios arqueológicos.

As aparelhagens e veículos que circulam pelo canteiro de obras podem vir a causar acidentes no local, o aumento do tráfego pode alterar e prejudicar a qualidade de vida da população, como por exemplo, o aumento da poluição sonora e atmosférica, além de, dependendo da área, a construção da rodovia pode reduzir a produção agropecuária local e pode danificar o patrimônio cultural, histórico e arqueológico local.

Dependendo da área, a construção da rodovia pode diminuir a produção agropecuária local e inserção da rodovia pode danificar o patrimônio cultural, histórico e arqueológico local (FEREGUETTI, 2018).

3.2.2 Impactos Positivos

A construção de uma rodovia pode trazer impactos positivos na economia da região, devido maior mobilidade e a maior geração de empregos decorrente da alteração da economia local. Mesmo que os impactos positivos sejam poucos, diante dos diversos impactos negativos no meio ambiente, eles servem para justificar a construção de muitas rodovias pelo país. E essa é a principal busca atualmente, mitigação de impactos negativos e maximização de impactos positivos.

É muito importante que os responsáveis pelo projeto, possam propor medidas mitigadoras e programas (de controle de ruídos, particulados, controle de processos erosivos, de acidentes, de monitoramento de recursos hídricos entre outros). As medidas necessárias são apresentadas no Plano Básico Ambiental (PBA), na fase de requerimento da Licença de Instalação (LI).

Pra construção de uma rodovia é importante a elaboração de um EIA/RIMA e fica sob responsabilidade dos profissionais envolvidos no projeto, a análise correta dos impactos e a sugestão de medidas e programas que serão realmente eficientes e cabe ao órgão ambiental a avaliação correta do EIA. A população local também tem o direito de opinar a respeito do projeto na consulta pública. Todo esse método visa impor um equilíbrio entre o homem e o ambiente, de forma que o crescimento seja sustentável (FEREGUETTI, 2018).

No Quadro 1 pode-se verificar as principais medidas atenuantes e compensatórias, seus objetivos e o alcance de tal medida, utilizadas nas obras rodoviárias.

Quadro 1: Medidas atenuadoras e compensatórias

MEDIDAS	OBJETIVOS	ALCANCE
1) Criação de reserva ecológica com banco de germoplasma	Atendimento de legislação ambiental	Buscar a variabilidade genética intra e entre populações; Propagação da vegetação por sementes; Domesticação das espécies; Evitar erosão genética; Estudos biológicos e de diversificação de espécies e germinação de sementes; Estudos ecológicos.
2) Afastamento s de muro de arrimo	Aumento do volume de aterro sob a pista; Redução de botaforas.	Redução do Volume de bota-foras; Diminuição de impactos; Diminuição dos custos
3) Otimização do eixo da rodovia	Reduzir os volumes de corte; Reduzir supressão de vegetação.	Aumento do volume de aterro sob a pista; Redução do volume de bota-fora; Preservação da vegetação.
4) Otimização de banquetas de cortes	Reduzir os volumes de corte; Minorar os impactos.	Redução dos volumes de bota-fora; Preservação da vegetação; Diminuição dos custos.
5) Construção de viadutos	Preservação da vegetação.	Redução de cortes; Permitir a livre circulação de animais silvestres entre as margens das rodovias; Preservação da vegetação.
6) Construção de túneis	Reduzir o volume de corte; Preservar a vegetação	Reduzir o volume de bota-foras; Preservação da vegetação; Atração turística
7) Construção de passa-fauna	Permitir a livre circulação de animais silvestres sob a pista.	Redução de cortes; Permitir a livre circulação de animais silvestres entre as margens da rodovia; Preservação da fauna.
8) Construção de caixas-pulmão e sinalização	Aumentar a segurança da rodovia contra cargas tóxicas e fluxo em geral.	Controle de poluição hídrica; Redução do risco de acidentes com cargas perigosas; Diminuição de acidentes na operação em geral.
9) Otimização das jazidas de empréstimos	Limitação da abertura de pedreiras; Limitação da abertura de jazida de solo e areia.	Redução no volume de bota-fora; Redução sobre a possibilidade de impacto sobre o meio físico; Diminuição dos custos de recuperação de áreas; Preservação da vegetação.
10) Cortes e aterros	Redução de erosão.	Enleivamento, valetas, drenagens e dissipadores de energia de água superficial; Redução da inclinação dos taludes.

Fonte: adaptado de NAIME (2002).

3.3 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PARA CONSTRUÇÕES DE RODOVIAS

As estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento fazem parte da lista de obras que requerem elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da Resolução CONAMA 001/86.

De acordo com a Resolução CONAMA nº. 001/86, Art. 1º podemos definir impacto ambiental como todo tipo de modificação nas propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, em decorrência de qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que de forma direta ou indireta 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. (BRASIL, 1986)

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) tem como principal objetivo, identificar e prever os impactos ambientais. Podemos existir impactos tanto positivos quanto negativos. Portanto, essa avaliação serve tanto para identificar e propor ações que reduzam os impactos negativos, quanto para identificar e propor oportunidade de melhorias para aumentar os impactos positivos.

De acordo com o que estabelece o Art. 80, da Lei 10.233/2001 o objetivo do DNIT é implementar, dentro de sua esfera de atuação, a política formulada para a administração da infraestrutura do Sistema Federal de Viação, compreendendo sua operação, manutenção, restauração ou reposição, adequação de capacidade, e ampliação mediante construção de novas vias e terminais, seguindo as exigências legais existentes, atividades essas passíveis de licenciamento ambiental.

Assim, conforme definido no Art. 10, da Lei no 6.938/81, os referidos empreendimentos ou atividades dependerão de licenciamento prévio por órgão competente, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA.

Para complementar, o Artigo 2º da Resolução CONAMA no 001/86 definiu os tipos de atividades modificadoras do meio ambiente que devem ser licenciadas, dentre elas: “I - Estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento; II - Ferrovias; (...)”

Conforme DNIT (2009), para que seja possível agilizar o processo de licenciamento de empreendimentos de transporte, é de suma importância a interação entre a CGMAB e diversos partícipes. Entre eles destacam-se: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Fundação Nacional do Índio (FUNAI), Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Fundação Cultural Palmares e Órgãos Estaduais e Municipais de Meio Ambiente.

Se forem cumpridas rigorosamente todas as etapas do processo de licenciamento ambiental, desde a aprovação do Termo de Referência para os estudos ambientais até a emissão das licenças prévia (LP), de Instalação (LI) e Operação (LO), respectivamente, é possível que a implantação dos projetos seja realizada conforme às normas ambientais vigentes, garantindo a adoção de medidas mitigadoras, controle e compensação dos impactos deles decorrentes.

De acordo com o regimento interno do DNIT, Art. 77, compete à Coordenação Geral de Meio Ambiente – CGMAB, a qual é subordinada à Diretoria de Planejamento e Pesquisa – DPP:

Coordenar, controlar, administrar e executar as atividades de gestão ambiental, em todas as fases, dos empreendimentos de infraestrutura de transportes; propor a política de gestão ambiental do DNIT; desenvolver, implantar e coordenar o sistema de gestão ambiental rodoviária, aquaviária e ferroviária, especificamente dos empreendimentos do DNIT e suas Superintendências Regionais; representar, por delegação, o DNIT, nos fóruns que tratem da questão ambiental.

Deste modo, é de responsabilidade da CGMAB, o controle, coordenação, administração e execução das atividades de gestão ambiental em todas as fases dos empreendimentos de infraestrutura de transportes licenciados pelo IBAMA e dar apoio à superintendência nas demais situações, conforme a portaria no 488 de 22/05/2012, para garantir que as obras sejam implantadas em estrita observância à legislação ambiental vigente, objetivando implementar práticas sustentáveis de gestão ambiental e de execução de obras para preservação do meio ambiente, nos aspectos físicos, bióticos e socioeconômicos.

Para cada etapa do licenciamento é necessária a elaboração e implementação de estudos e ações ambientais específicos, cabendo à CGMAB a contratação e o

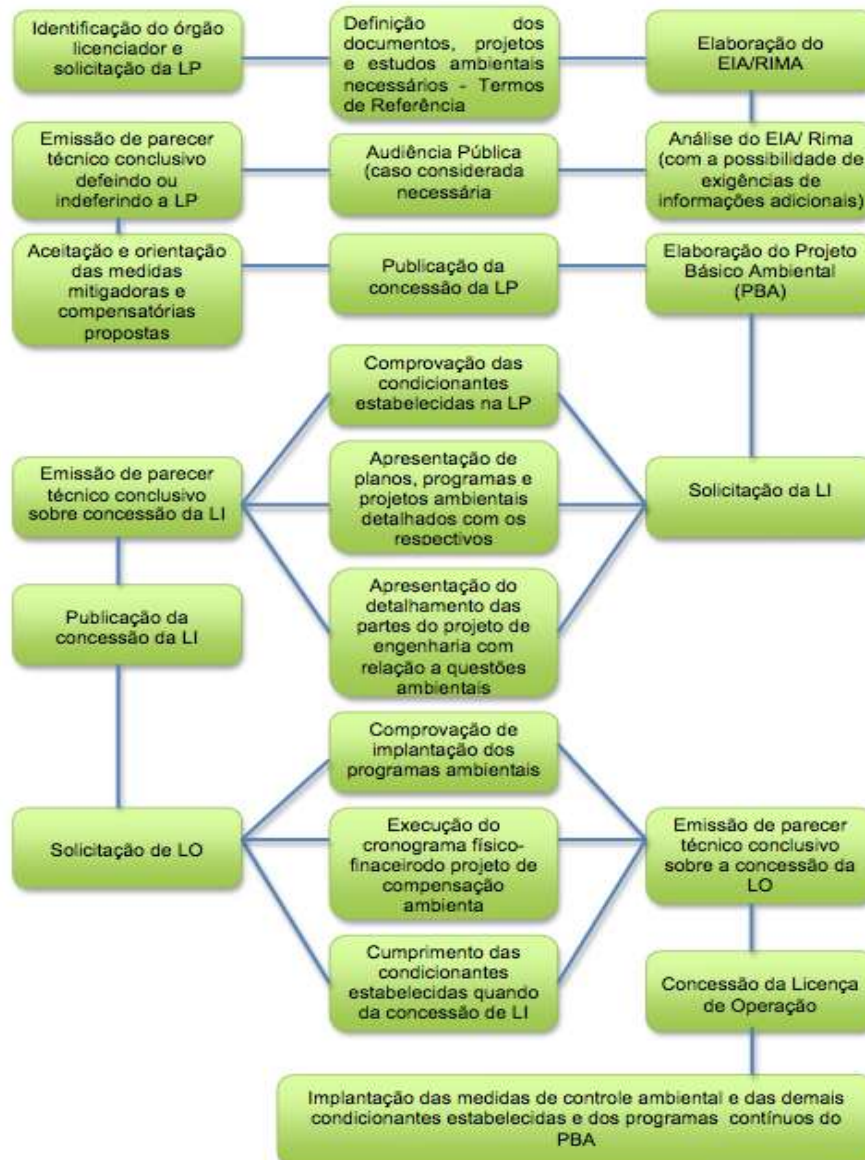
acompanhamento dos serviços ambientais executados no âmbito dos processos de licenciamento dos empreendimentos sob responsabilidade do DNIT.

Visando o desempenho de suas funções e o cumprimento da legislação ambiental, a CGMAB promove a contratação, por meio de licitações, convênios, termos de cooperação e outros, dos seguintes tipos de serviços ambientais:

- Elaboração de Estudos Ambientais;
- Execução de Medidas;
- Projetos e Programas Ambientais; e
- Execução de Gestão Ambiental

A figura 4 demonstra o fluxograma para licenciamento ambiental:

Figura 4: Fluxograma do Licenciamento ambiental



Fonte: Site GESTÃO AMBIENTAL, 2019.

3.3.1 Licença Prévia (LP)

A Resolução CONAMA nº 237/97 conceituou a licença ambiental prévia em seu artigo 8º:

I - Licença Prévia (LP) – concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes à serem atendidos nas próximas fases de sua implementação.

Dessa forma, o processo de licenciamento ambiental tem início quando o empreendedor, como disposto na lei solicita a licença prévia, mediante recolhimento de percentual de taxa de licença, de projetos e estudos que devem acompanhar o pedido, ou seja, a LP é exigida na fase de planejamento do projeto, e sua concessão está vinculada a aprovação do EIA/RIMA pelo órgão ambiental.

Este pedido é objeto de análise pelo órgão ambiental, que por sua vez, tem autoridade para exigir outros esclarecimentos acerca do empreendimento, se julgar necessário, com o objetivo de melhor instruir o processo de licenciamento.

O Estudo de Impacto Ambiental deve ser composto por objetivos, justificativas, caracterização e delimitação da área de influência direta e indireta do empreendimento, legislação ambiental, alternativas tecnológicas e diagnóstico ambiental, que envolve os seguintes parâmetros: Meio Físico; Geologia; Geomorfologia; Solos; Recursos Hídricos; Meio Biótico; Meio Antrópico; Uso e Ocupação dos Solos e Aspecto Sociodemográfico.

O Relatório de Impacto Ambiental compreende os objetivos, justificativas e da área de influência do projeto, síntese do diagnóstico ambiental, descrição dos impactos ambientais, caracterização da qualidade ambiental futura das áreas de influência, descrição do efeito esperado das medidas mitigadoras, programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos e recomendações quanto à alternativa mais favorável.

A LP contém condicionante que devem ser seguidas e estabelece a necessidade de elaboração do Plano Básico Ambiental – PBA, o qual corresponde ao conjunto de programas ambientais a serem implantados na área de influência do empreendimento.

3.3.2 Licença de Instalação (LI)

De acordo com definição apresentada no Decreto nº 88.351/83 e na Resolução do CONAMA nº 237/97, “autoriza a instalação do empreendimento da atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes previstos na LP, da qual constituem motivo determinante.”

A LI é concedida mediante a apresentação do detalhamento em nível de projeto básico das medidas mitigadoras previstas no EIA aprovada, e é emitida pelo órgão ambiental após a análise do estudo e do PBA. Permite a instalação do empreendimento, mediante a execução dos programas ambientais e o cumprimento de condicionantes. Juntamente com a LI, o órgão ambiental expede a autorização de Supressão da Vegetação (ASV) com base no inventário florestal apresentado. A ASV tem por finalidade autorizar as intervenções em Área de Preservação Permanente, conforme o Art. 4 do Código Florestal.

3.3.3 Licença de Operação (LO)

Conforme o Decreto nº 88.351/83 e na Resolução CONAMA nº 237/97 A Licença de Operação: “autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para operação”.

A LO é concedida após a verificação da efetiva implantação das medidas de mitigação ambiental exigidas, e é emitida pelo órgão ambiental após a implantação do empreendimento com adequada implementação do Plano Básico Ambiental. Para empreendimentos que já estavam em operação quando do advento da legislação de licenciamento, a CGMAB busca a regularização ambiental através da obtenção da licença de operação, cumprindo as condicionantes que o órgão licenciador indicar.

3.3.4 Estudo de Impacto Ambiental (EIA)

Um dos elementos do processo de avaliação de impacto ambiental. Trata-se da elaboração por equipe multidisciplinar de documento técnico destinado a analisar, sistematicamente, as consequências da implantação de um projeto no meio ambiente, por meio de métodos de AIA e técnicas de previsão dos impactos ambientais.

O EIA/RIMA é obrigatório para a construção de estradas com duas ou mais faixas de rolamento. O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) deve obedecer às seguintes diretrizes presentes na Resolução CONAMA nº. 001/86, Art. 5º:

I - contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização do projeto, confrontando-as com a hipótese de não execução do projeto;

II - identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade;

III - definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza;

IV - considerar os planos e programas governamentais propostos e em implantação na área de influência do projeto, e sua compatibilidade

Esses documentos tem como objetivo diagnosticar a viabilidade ambiental de determinado empreendimento, para evitar ou, pelo menos, minimizar os problemas ambientais que possam decorrer na obra, aumentando os seus benefícios.

3.3.5 Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA)

O relatório de impacto ambiental é o documento que apresenta os resultados do Estudo de Impacto Ambiental em linguagem acessível ao público em geral. Segundo a Resolução CONAMA nº. 001/1986, Art. 9º, o RIMA deve ser apresentado de forma objetiva e adequada à sua compreensão. Portanto, deve esclarecer todos os elementos da proposta em estudo, de modo que possam ser divulgados e apreciados pelos grupos sociais interessados e por todas as instituições envolvidas na tomada de decisão.

3.3.6 Plano Básico Ambiental (PBA)

Conforme DNIT (2009), O PBA é um conjunto integrado de programas que devem ser executados nas etapas de instalação e operação, que inclui, pelo menos os itens abaixo:

- Plano ambiental de construção;
- Monitoramento e controle de processos erosivos e corpos d'água;
- Recuperação de áreas degradadas e passiva ambiental;
- Ação de emergência com cargas perigosas;
- Proteção e monitoramento da fauna e flora;
- Saúde e segurança ocupacional e capacitação de mão-de-obra;

- Prospecção e salvamento do patrimônio histórico-cultural e arqueológico;
- Componente indígena e comunidades tradicionais;
- Desapropriação, reassentamento e ordenamento territorial na faixa de domínio;
- Comunicação social e educação ambiental;
- Compensação ambiental.

Para adquirir Licença Ambiental dos órgãos estaduais e federais de meio ambiente os empreendimentos de Gestão Ambiental da CGMAB/DNIT precisam estar rigorosamente dentro das especificações exigidas acima. O quadro 2 apresenta as emissões de licenças nos anos de 2001 a 2010.

Quadro 2: Emissões de licenças ambientais 2001 a 2010

Ano	LP	LI	ASV	LO
2010	11	15	14	—
2009	15	42	7	2
2008	20	42	16	5
2007	13	30	15	4
2006	5	37	11	1
2005	3	7	3	—
2004	1	11	—	—
2003	4	1	—	—
2002	1	4	—	—
2001	1	4	—	—

Fonte: DNIT, 2009

4. METODOLOGIA

Realizamos uma pesquisa exploratória, através de estudos, realizados com levantamento bibliográfico e utilizando um estudo de caso, para possibilitar melhor aprofundamento na investigação dos impactos ambientais decorrentes da construção de uma Rodovia. O estudo de caso é o método mais adequado quando o fenômeno de interesse não pode ser estudado fora do seu ambiente natural, não havendo a necessidade de manipulação de sujeitos ou eventos.

Escolheu-se utilizar do método comparativo, entre as construções das Rodovias Anchieta e nova Rodovia Imigrantes, para verificar os impactos ambientais causados pela construção de ambas, uma vez que foram construídas em épocas distintas, para discutir quais seriam as medidas mitigadora no caso de uma nova construção do mesmo porte.

O trabalho compreende a observação, avaliação e pesquisa relativas as construções das Rodovias Anchieta e Imigrantes, onde será feito levantamento dos principais impactos ocasionados para buscar possíveis medidas mitigadoras.

No TCC I buscamos realizar o levantamento bibliográfico para entendimento do assunto em livros, artigos, teses entre outros, e através de pesquisa e entrevista com funcionário da Ecovias, identificar alguns dos impactos e riscos socioambientais que ocorreram nas construções das rodovias Anchieta e Imigrantes.

No TCC II observamos que a comparação específica entre os impactos ambientais que ocorreram nas Rodovias Anchieta e Imigrantes não são possíveis, uma vez que foram construídas em épocas distintas e os erros na construção da Rodovia Anchieta na realidade serviram de aprendizado para a construção da Rodovia Imigrantes. Dessa forma, buscamos apresentar a avaliação dos impactos ambientais e suas medidas mitigadoras e a legislação atual para a construção de uma rodovia do mesmo porte, através de pesquisa bibliográfica e conversa com Engenheiro da Ecovias, levantemos os dados necessários para construção do estudo de caso e finalizando com nossas considerações finais.

5. ESTUDO DE CASO: RODOVIAS ANCHIETA E IMIGRANTES

A Serra do mar, conhecida como “Cordilheira Brasileira”, devido a sua formação montanhosa, conta com cerca de 1000 km de extensão e altitudes que variam de 1200 a 2200 metros acima do nível do mar, e que acompanha a costa do Oceano Atlântico, desde o Estado de Santa Catarina até o Rio de Janeiro, foi desde a época da colonização um grande desafio cruzar entre o planalto e a baixada litorânea, por isso foram empreendidas diversas travessias, mas quase meio milênio após as primeiras intervenções, ainda é um desafio a realização de obras de engenharia.

As primeiras trilhas registradas na história, foram realizadas pelos colonizadores com o auxílio dos índios e até próximo ao ano de 1.800, as formas de chegar da Baixada Santista para o Planalto não passavam de algo pouco melhor que as trilhas indígenas. Mesmo após a implantação de estradas tecnicamente mais modernas, como o Caminho do Mar, a falta de recursos e tecnologia para enfrentar as chuvas sobre as encostas íngremes, além de demais problemas geológico-geotécnicos enfrentados pela operação e manutenção dessas vias eram tão difíceis, que a Serra do Mar continuou por mais quase 2 séculos sendo um entrave para o desenvolvimento do Estado de São Paulo.

Somente no início do século XX, devido a prosperidade da região da baixada santista e a intensificação da imigração para cultivo de café no estado de São Paulo impulsionaram a necessidade de uma nova rodovia que proporcionasse melhores condições de transitar, a obra levou cerca de 30 anos, finalizando assim a pista ascendente, a segunda foi entregue em 1953. (SÃO PAULO, 1989).

A Via Anchieta possui, nos 55,9 km de extensão, cinco tuneis, sendo a primeira rodovia brasileira a contar com esse tipo de solução de engenharia. Com o avanço do domínio das técnicas na construção civil de obras grandiosas, como a Anchieta, foi possível desenvolver com mais tecnologia posteriormente a Rodovia dos Imigrantes.

Os engenheiros responsáveis por esse projeto foram Ariovaldo Viana e Dario de Castro Bueno e, na época, a capacidade prevista para a pista era de 16 a 18 mil veículos, diariamente, porém, logo se tornou ineficiente com o aumento significativo da demanda.

Figura 5: Rodovia Anchieta década de 1950



Fonte: ECOVIAS, 2002.

Conforme os meios de transporte avançavam tecnologicamente, demandavam também de estradas mais largas e com aclives menos acentuados, foi então necessárias obras, como cortes e aterros, que obviamente alteraram o equilíbrio natural das encostas da serra. Era uma obra extremamente cara e que contava com diversos problemas e desafios, como o grande desnível topográfico, acentuadas declividades do terreno e escorregamentos de solos e rochas das encostas, o que fez com que tanto a obra, quanto o uso da estrada tivesse diversos acidentes trágicos.

Embora não tenha sido realizado estudos sobre o assunto, podemos considerar que ocorreram impactos ambientais diretos e indiretos sobre os componentes dos meios físicos e bióticos ocorridos com a construção da Rodovia Anchieta, em especial, por não haver na época entendimento ambiental, nem legislação pertinente, foi desmatada uma grande área sem nenhum tipo de estudo e as encostas da serra do mar sofreram impactos, somente bem mais recentemente a Engenharia Brasileira se convenceu que para vencer esse impasse geológica e geotécnica, era imprescindível avançar no estudo sobre o comportamento das encostas da Serra (deslizamentos, desmoronamentos, corridas de lama), buscando ainda na fase de projeto tentar contornar as dificuldades colocadas pela natureza.

Diante da grande demanda de veículos na Rodovia Anchieta, em 1969 a proposta de uma nova transposição da Serra do Mar surgiu com um dos objetivos da criação da DERSA. (SÃO PAULO, 1989). No ano de 1974 a Rodovia dos Imigrantes trecho Planalto havia sido finalizado. A obra foi entregue em 1976, porém somente a pista ascendente e em 2002 foi entregue a descendente (ECOVIAS, 2002).

Figura 6: Rodovia dos Imigrantes em 1976



Fonte: Site CETENCO ENGENHARIA S.A., 2018

Foram realizadas para construção da Rodovia imigrantes, as análises das condições geológicas e geotécnicas da região. Sob responsabilidade do Engenheiro José Carlos de Figueiredo Ferraz, que definiu a necessidade de utilizar novas técnicas na sua construção, para garantir a segurança e eficiência do empreendimento.

O projeto então foi pensado de forma diferente da Rodovia Anchieta, pois, ao invés de um projeto que acompanhasse a encosta, o projeto priorizou a utilização de tuneis e viadutos, evitando interferências nas encostas da Serra do Mar.

Portanto, a pista ascendente da Imigrantes teria, em seus 11,5 quilômetros de trecho de serra concluídos em 1976, 11 túneis, somando 3.825 metros; além de 18 viadutos, com extensão total de 8.135 metros (SANTOS, 2004, p. 100).

Atualmente a administradora de ambas rodovias é a Ecovias, consórcio que arrematou o direito de concessão no ano de 1998, ficando responsável pela construção da sua pista Sul, inaugurada em 2002.

Figura 7: Nova pista Rodovia Imigrantes



Fonte: ECOVIAS, 2002.

Apesar do avanço na tecnologia para construção da Rodovia Imigrantes, reduzindo os movimentos de terra e os impactos associados, sua construção refletiu em um grande desmatamento na Serra do Mar, uma vez que, para sua construção foi necessário a abertura de uma estrada de serviço, com condições similares a estrada Caminho do Mar.

Além disso, de acordo com PINOTI (1976), “apesar da preocupação constante de se desmatar o mínimo possível”, para execução do projeto, “tornou-se inevitável o desmatamento de uma faixa com largura média em torno de 150 m, que multiplicada pela extensão do trecho somam 2.000 ha. Ou seja, houve remoção da vegetação nos entornos da

obra, nos acessos aos apoios dos viadutos, emboques dos tuneis e áreas de despejo do material escavado dos tuneis.

A mudança das condições ambientais locais, foram profundas, porém nos dois primeiros anos da obra, foram cultivadas mais de um milhão de mudas em um viveiro para posterior replantio e reconstrução da vegetação nas áreas desmatadas.

5.1 IMPACTOS

Conforme podemos observar no histórico das transposições viárias na Serra do Mar, o conhecimento das características da Serra foi decorrente da necessidade do homem de intervir nesse ambiente e posterior experiência, aprimorando assim, as técnicas de engenharia empregadas. Nos dias atuais a preocupação e estudo também está voltado a minimização de impactos ambientais.

As construções das Rodovias Anchieta e Imigrantes trouxeram impactos positivos para economia, representou o crescimento da Baixada Santista com a instalação de polos petroquímicos na região de Cubatão, e ao Planalto, na Região metropolitana de São Paulo, com a criação de importantes polos industriais.

Esse crescimento sem planejamento e desenfreado, acarretou em um desequilíbrio no meio biofísico da Serra do Mar, pela supressão vegetal e poluição atmosférica.

5.1.1 Impactos sobre o meio Biofísico

De acordo com Gallardo (2004, p. 157), os impactos com a construção da Rodovia imigrantes foram:

- Soterramento de vegetação com morte de espécimes da flora;
- Atulhamento e obstrução de curso d'água;
- Erosão e ruptura de talude;
- Escorregamento e ruptura de talude;
- Assoreamento;
- Alteração na qualidade da água (assoreamento / poluição);
- Alteração na qualidade do solo (poluição);
- Ruptura de contenção;
- Alteração da geometria da encosta;
- Ruptura de taludes do bota-fora.

5.1.2 Impactos sobre o meio Antrópico

O impacto direto no meio antrópico está relacionado intimamente com a construção e consolidação dos Bairros Cota, que tem sua origem ligada ao tempo de construção da Via Anchieta, iniciada em 1939 e terminada (segunda pista) em 1953. Os operários da obra ficavam alojados em acampamentos instalados nas encostas da Serra, e após finalização da obra, diversos trabalhadores decidiram continuar a morar no local. A partir do final da década de 70, refletindo o grande impulso de industrialização de Cubatão e a construção civil a ele associada, houve uma verdadeira explosão habitacional nos Bairros-Cota, que passaram a abrigar, muito rapidamente, de apenas alguns milhares de moradores para perto de 25 mil.

5.2 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

Na construção da Rodovia Anchieta não havia nenhum tipo de regra conhecida para construção, nem se pensava em riscos ambientais, já na construção da primeira pista da Rodovia Imigrantes, existiam decretos estaduais, mas estes não possuíam nenhum mecanismo impeditivo para a execução do empreendimento e supressão vegetal, ou seja, não foram capazes de evitar os impactos realizados.

Somente na década de 70, impulsionados pela discussão sobre meio ambiente a nível mundial, que o Brasil começou se iterar desses assuntos. Em 1977 foi criado o Parque Estadual da Serra do Mar (PESM), pelo Decreto 10.251/77, ou seja, a pista descendente da Rodovia dos Imigrantes, foi a única planejada a partir da observação dos aspectos restritivos, contidos nos instrumentos reguladores legais.

As etapas do licenciamento ambiental foram estruturadas conforme o Decreto 99.274/90, em Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI), Licença de Operação (LO).

Em 1989, a LP da segunda pista da rodovia dos Imigrantes foi concedida à Dersa, com base na deliberação Consema 038/89 que aprovou o EIA (TRÂNSITO, TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES – TTC, 1988) e as conclusões do parecer técnico DAIA, de 30/10/89, da SMA referente à análise da viabilidade ambiental do empreendimento.

Como a pista interferia nas áreas legalmente protegidas, a LP necessitou ser autorizada pela Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. Assim, a permissão para desafetar o trecho do Parque Estadual Serra do Mar, atravessado pelo traçado e para construção da obra foi referendada pela Lei 9.444/96.

A empresa responsável pela obtenção da LI, foi a Ecovias. Devido as características técnicas da pista, o planejamento da logística da obra e as variáveis ambientais do meio, foram necessários pedidos de LI por segmentos do empreendimento.

Dessa forma a finalização do projeto básico para os viadutos da Baixada estavam mais adiantados do que no trecho Serra, já que o detalhamento do traçado requeria estudos complementares. Os trechos localizados nos extremos do empreendimento e em regiões com fácil acesso, não necessitando do uso da estrada de serviço para sua execução, foram licenciados primeiro.

O trecho Serra, foi o último a ser licenciado, pois necessitava de uso de infraestrutura mais complexa e da recuperação da estrada de serviço, utilizada na construção da pista ascendente. A construção deste trecho, que seria executada pelo Estado (DER), foi repassada à Concessionária Ecovias, somente no início de 2002, sendo as licenças concedidas, após análise de relatórios técnicos.

5.3 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Para a construção da Imigrantes pista de descida, a concessionária ECOVIAS contratou o Consórcio ECOENGE, liderado pela projetista Figueiredo Ferraz Consultoria e Engenharia de Projeto Ltda, objetivando que a construção fosse realizada com uma filosofia ecológica, uma vez que os problemas anteriormente enfrentados nas construções da Anchieta e Imigrantes pista ascendente, serviram de aprendizado.

Sem dúvida, a importância do Sistema Anchieta Imigrantes é enorme e deve-se ao fato deste ligar a RMSP- Região Metropolitana de São Paulo ao Porto de Santos. A rodovia Imigrantes Descida no total tem 22.069 metros, quando excluído os percursos do Planalto e Baixada Santista, o trecho da serra tem 11.515 metros, medidos entre a posição do km 45 mais 957 metros até o pé da Serra do Mar, no km 57 mais 457 metros (ECOVIAS).

A ECOENGE, além de atender as diretrizes da EIA, nas recomendações da LP - Licença Prévia e do PBA- Plano Básico Ambiental, que eram obrigatórios, foi além e resolveram implementar no projeto o SGA-Sistema de Gestão Ambiental, com principal objetivo de padronizar e sistematizar sua gestão através da Política Ambiental preconizada pela norma NBR – ISO 14.001.

O SGA não era obrigatório, seu objetivo principal é realizar: projetos, produtos ou serviços de interesse econômico-financeiro, mas que sejam ecologicamente corretos. Ficou claro que a implementação do SGA no projeto Imigrantes descida, trouxe diversos benefícios e vantagens, sendo essa ação definida no PGA- Programa de Gestão Ambiental. O PGA define: objetivos e metas ambientais, através da análise dos aspectos ambientais e da determinação dos impactos ambientais mais significativos, os quais vão definir: o controle e a monitoração.

Mesmo que, a norma NBR ISO 14.001 não estabeleça uma metodologia específica para a identificação e avaliação de aspectos e impactos ambientais, cabe ao empreendedor (projetista e/ou construtora) desenvolver essa metodologia de modo a ser: sistemática, reproduzível e defensável cientificamente.

A projetista Figueiredo Ferraz, que havia realizado a Concepção do Projeto Original, no final da década de 60, retornou como responsável do Projeto Executivo em 1999. A experiência adquirida nesse de tempo possibilitou que a projetista identificasse e avaliasse as ações, que na construção da pista ascendente provocaram os maiores impactos ambientais.

Os efeitos mais impactantes observados pela projetista, foram:

- 1- Instabilidade nas encostas, que exigiram um grande número de cortinas atirantadas;
- 2- grandes intervenções em áreas da encosta, devido à construção dos emboques dos túneis;
- 3- escavações de túneis em posições da serra que apresentava péssimas características geomecânicas e uma forte ação crítica provocada pela percolação d'água, exigindo túneis de drenagem;
- 4- o escorregamento de talude, provocado pelo lançamento de material (bota-fora) moro a baixo, a jusante

Os resultados obtidos ao final da construção foram frutos da ação do SGA, através do PGA, que identificou os aspectos ambientais (causas) e dimensionou o impacto ambiental (efeito).

O PGA desenvolveu métodos e processos para a mitigação dos efeitos ao meio ambiente, segundo Quadro 3, por ações de prevenção e redução das causas.

Quadro 3: Análise e Ação do PGA

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MITIGAÇÃO
ESCAVAÇÃO E CONSTRUÇÃO DE TÚNEL	PÓ DE PEDRA; CALDA DE CIMENTO; ÁGUA COM SEDIMENTO	CONSTRUÇÃO DE ETA-ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA
EMBOQUE	INSTABILIDADE NA ENCOSTA	CORTINA ATIRANTADA
CENTRAL DE BRITAGEM	PARTICULADO NA ÁGUA	BACIA DE RETENÇÃO DE SEDIMENTOS
CENTRAL DE CONCRETO	CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA	LAVAGEM DAS BETONEIRAS EM CIRCUITO FECHADO
BOTA-FORA	CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA	BACIA DE CONTENÇÃO
CONSTRUÇÃO DE VIADUTO	DESMATAMENTO E INSTABILIDADE DE MASSA DE TÁLUS	REDUÇÃO DO NÚMERO DE PILARES E RECOMPOSIÇÃO DO SOLO ORGÂNICO E DA VEGETAÇÃO

Fonte: TCC(1988) apud Gallardo

O projeto da construção da Rodovia dos Imigrantes pista de descida, contou com a implementação do gerenciamento com práticas de desenvolvimento sustentável, resultando na criação e utilização de métodos e processos que deram ao projeto diversas vantagens ambientais:

1- Redução na intervenção na área florestal, de 600.000 m² no E2 para 51.446 m² no E4, devido a redução de: emboques de 22 para 6 e de pilares de 63 para 18;

2- um menor impacto na flora e fauna como consequência de: aumento do trecho em túnel, com a redução em trecho viaduto e por terraplanagem;

3- redução do risco ambiental: em vez de se utilizar bacias de retenção para a água com sedimentos proveniente da construção dos túneis foram construídas 4 ETAs - Estação de Tratamento de Água, com capacidade de processar 700.000 litros/hora, as quais retiveram 25.143 m³ de sedimentos, evitando-se assim o assoreamento dos rios Pilões e Cubatão.

5.3.1 Detalhamento de mitigações na construção da Imigrantes

Foi usada tecnologia de ponta na construção da Rodovia Imigrantes e métodos construtivos mais atualizados, o que fez como que fosse reduzido em 40 vezes o impacto

ambiental causado à Mata Atlântica, em relação à construção da primeira pista na década de 70.

De acordo com ECOVIAS (2012) foi utilizado o pavimento rígido de concreto por toda a extensão da Rodovia, que possui maior resistência ao desgaste em relação ao pavimento flexível asfáltico, sendo possível desta forma reduzir a carência de manutenção e, conseqüentemente, de obras de conservação que atrapalhariam o tráfego.

A rodovia conta com três túneis, que totalizam 8,23 quilômetros, entre eles, encontra-se o maior túnel rodoviário do Brasil (TD1), com 3.146 metros de comprimento. Este túnel ajudou a reduzir sete pontos de interferência com a floresta nativa, sendo então, apenas três entradas e saídas dos túneis e uma “janela” utilizada para agilizar a construção do TD1. O túnel que observamos na Figura 8 serviu como saída operacional, em caso de emergência, na época da construção da Rodovia.

Figura 8: TD1 - Túnel Imigrantes



Fonte: Site Santa Portal, 2017

O ponto de maior dificuldade técnica seria na crista da Serra do Mar próximo ao planalto, o viaduto era inicialmente previsto com 1.490m e alguns pilares com mais de 90m de altura, porém foram substituídos por três viadutos menores e pilares com as fundações mais próximas, em função do ajuste do eixo do traçado, ampliando assim o vão padrão de

45m, para 90m, conforme figuras 9 e 10 o que reduziu os impactos necessários de abertura de clareiras e escavações para as fundações.

Figura 9: Vão do projeto original, com 45m de comprimento.



Fonte: Fonte: Gallardo, 2004

Figura 10: Vão do NOVO projeto, com o dobro do comprimento



Fonte: Fonte: Gallardo, 2004

Também foram eliminados dois viadutos planejados, para minimização da interferência a montante da captação de água. Além disso, foi feita uma grande racionalização de instalações de apoio, onde anteriormente contava com 16 canteiros, passou a contar com apenas dois integralmente inseridos em áreas degradadas aproveitadas da construção da primeira pista. O sistema de drenagem definitivo constituiu-se, basicamente, por canaletas, caixas de

captação, escadas hidráulicas e alguns componentes para amortecimento do fluxo. Nos túneis foram projetados dois sistemas de drenagem independentes: drenos de infiltração, que servem para coletar águas provenientes do maciço rochoso e lança-las diretamente nas drenagens e dispositivo de coleta superficial como mostra a figura 11. Já nos viadutos, o sistema de drenagem foi projetado para coletar toda a água superficial por tubulação metálica conforme a figura 12.

Figura 11: Sistema de drenagem túneis



Fonte: Gallardo, 2004

Figura 12: Tubulação metálica - drenagem viadutos



Fonte: Gallardo, 2004

Buscando atender as exigências ambientais, foi também realizado a tubulação da caixa de coleta da captação do túnel, onde o material coletado fica armazenado, aguardando

que uma empresa especializada faça a retirada, evitando o lançamento no meio ambiente, conforme figura 13.

Figura 13: Caixa coletora de materiais perigosos



Fonte: Gallardo, 2004

Outro dos fatores, sendo ele o que mais gerou impacto na obra da pista descendente, foi a água de infiltração dos túneis que saíam por emboques contaminada com pó de pedra das atividades de perfuração, e concreto, que foram tratadas por cinco estações especialmente projetadas, com aplicação de floculantes químicos e procedimentos de correção do pH. Conforme figuras 14 e 15 a mesma representou a contaminação da água nos rios Pilões e Rio Cubatão com a incrustação carbonática. Após o tratamento as águas eram lançadas com características similares às verificadas nos cursos d'água receptora.

Figura 14: Águas turvas no Rio Pilões



Fonte: Gallardo, 2004

Figura 15: Incrustação carbonática em cursos d'água afluente do Rio Cubatão



Fonte: Gallardo, 2004

A Cetesb autuou e o Ministério Público embargou, em 11/00, o empreendimento que permaneceu paralisado apenas um dia, pois a Ecovias entrou com liminar, tendo sido firmado um termo de ajustamento de conduta.

O valor de turbidez estabelecido pela Sabesp é menos restritivo que a legislação. A possibilidade de condução de todas as águas servidas pela escavação dos túneis após captação da Sabesp foi aventada e descartada, pois, segundo o empreendedor, seria inviável economicamente.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As rodovias são estruturas complexas, cujo principal objetivo é servir de vias de transportes para pessoas e cargas, além disso são símbolo de progresso social e econômico, uma vez que é através da utilização delas para interligar as regiões, que as pessoas podem se conectar, vender e comprar produtos, entre outros. A sua construção traz diversos impactos ao meio ambiente, tanto positivos quanto negativos. O presente trabalho buscou apresentar, através de um estudo de caso, as construções das rodovias Anchieta e Imigrantes, que ligam São Paulo ao maior porto da América Latina, responsáveis pelo transporte de carga a ser exportada e carga importada, muito importante para o crescimento do país.

Nos dias atuais as questões ambientais vêm sendo mais discutidas, principalmente porque a cada dia surgem novos profissionais e novo conteúdo especializado no assunto, além da legislação ambiental que se encontra em constante desenvolvimento. As leis ambientais brasileiras são de extrema importância para construção de qualquer empreendimento, é a partir delas que se define o que pode e deve ser feito a fim de impactar o mínimo possível o meio, seja físico, biótico ou antrópico.

A viabilidade ambiental da construção de uma rodovia é definida a partir do Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), onde se definem todas as características da rodovia, determinando o melhor traçado, onde seus impactos mais relevantes sejam de menor intensidade em comparação com os demais traçados. Além disso, tais documentos elucidam quais medidas mitigadoras devem ser utilizadas no empreendimento. Mesmo o melhor traçado pode trazer impactos significativos para o meio ambiente, sendo assim as medidas mitigadoras se tornam essenciais para a manutenção do meio onde o empreendimento está inserido.

O empreendimento só recebe suas licenças (LP, LI, LO) se forem seguidos os passos determinados pelo órgão responsável, atendendo todos os critérios ambientais previamente estabelecidos. Porém nem sempre foi dessa maneira, o estudo da construção de uma rodovia antiga, nos permitiu identificar como houve o crescimento na legislação. Hoje em dia, caso um empreendimento descumpra a legislação, este está sujeito a perda da licença e ter suas atividades paralisadas, independente da fase em que o projeto esteja. A fase de construção traz diversos impactos significativos já explicados, tais impactos são de extrema importância e devem ser mitigados a medida do possível a fim de diminuir a influência do homem no meio

ambiente natural. Os principais impactos vistos em tais obras são decorrentes da própria natureza da obra, como por exemplo, a impermeabilização do solo através do asfaltamento. Sendo assim, deve haver um estudo ambiental detalhado do meio onde se deseja inserir tal empreendimento para ponderar a viabilidade do mesmo quanto aos possíveis impactos gerados pela obra.

No caso das rodovias Anchieta e Imigrantes, objeto de nosso estudo, elas foram construídas em épocas distintas, não nos permitindo assim comparação específica e sim notamos que a rodovia Imigrantes sofreu influência do entendimento prévio da dinâmica da Serra do mar, já conhecida pelos projetistas que trabalharam na construção da rodovia Anchieta. Apesar disso, o estudo de caso foi importante para visualizarmos e analisarmos casos práticos de construção de Rodovias, a fim de identificar os principais pontos com relação aos impactos ambientais e legislação vigente para o caso de uma construção futura.

Também observamos, que o caso da Rodovia Imigrantes é atípico, uma vez que entre a aprovação e o início do projeto houve um lapso no tempo de praticamente uma década, onde houve alteração do cenário, das leis ambientais e até mesmo técnicas de engenharia e avanço da tecnologia empregada, em especial no que diz respeito a questões ambientais, o que torna o cenário ainda mais complicado.

O projeto de construção dessas rodovias foi um desafio para a engenharia devido à complexidade do meio ambiente ao qual elas foram inseridas. Observamos que seria muito complicado construir essas rodovias sem afetar o meio ambiente, porém o conhecimento da legislação e as medidas mitigadoras foram importantíssimas para evitar que os impactos fossem extremos.

Dessa forma, concluímos que para realização de um projeto de construção de uma rodovia, é de suma importância que seja seguida a legislação ambiental brasileira, complementando com uso de técnicas para mitigação dos problemas encontrados a fim de impactar de forma negativa o mínimo possível.

Acreditamos que, o nosso trabalho possa ser usado como base para projetos futuros, por apresentar os impactos ambientais que ocorreram em uma época onde a legislação não era aplicada, no caso da construção da Rodovia Anchieta, e os impactos ambientais e mitigação da construção da Rodovia Imigrantes, demonstrando assim, a importância no avanço da

preocupação com o meio ambiente, esperando que continue e cada vez mais sejam estudados métodos de engenharia que ajudem a reduzir os impactos negativos das construções em geral.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12264**: Sistema da gestão ambiental – Requisitos com orientação para uso. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14001**: Sistema de gestão ambiental – diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio. Rio de Janeiro, 2004.

BELLIA, V.; BIDONE, E. D. **Rodovias, recursos naturais e meio ambiente**. Niterói: EDUFF/DNER, 1993. 360 P.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº. 001 de 1986**. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília, DF Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>> Acesso em: 30 Out. 2018.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº. 237 de 19 de dezembro de 1997**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>> Acesso : 14 Mar. 2019.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 32, de 18 de novembro de 1966**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/1965-1988/De10032.htm> Acesso em: 28 Out. 2018.

BRASIL. **Decreto nº 10.251, de 30 de agosto de 1977**. Cria o Parque Estadual da Serra do Mar e dá providências correlatas. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1977/decreto-10251-30.08.1977.html>> Acesso em: 30 Out. 2018.

BRASIL. **Decreto nº 10.233, de 5 de junho de 2001**. Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10233.htm> Acesso em: 15 Mar. 2019.

BRASIL. **Decreto nº 88.351, de 1 de junho de 1983**. Regulamenta a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, que dispõem, respectivamente, sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D88351.htm> Acesso em: 15 Mar. 2019.

BRASIL. **Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990**. Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/Antigos/D99274.htm> Acesso em: 30 Out. 2018.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Política Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm> Acesso em: : 15 Mar. 2019.

CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Guia de Sustentabilidade na Construção.** Belo Horizonte: FIEMG, 2008.

CETENCO ENGENHARIA S.A. **Túneis e Viadutos da Rodovia dos Imigrantes: Trecho VI - Serra.** Disponível em: <<http://www.cetenco.com.br/br/obras/realizadas/7/82>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Licenciamento Ambiental.** 2015. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/planejamento-e-pesquisa/coordenacao-geral-de-meio-ambiente/licenciamento-ambiental>>. Acesso em: 06 Set 2018.

ECOVIAS DOS IMIGRANTES S.A. **A conquista da Serra do Mar.** São Paulo: 2002. 151 p.

FEREGUETTI, Larissa. **Quais são os impactos ambientais gerados por rodovias?** 2018. Disponível em: <<https://blogdaengenharia.com/quais-sao-os-impactos-ambientais-gerados-por-rodovias/>>. Acesso em: 30 out. 2018.

GALLARDO, Amarilis Lucia Casteli Figueiredo. **Análise das práticas de gestão ambiental da construção da pista descendente da Rodovia dos Imigrantes.** 2004. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. doi:10.11606/T.3.2004.tde-08102004-113012. Acesso em: 10 Dez 2018.

GESTÃO AMBIENTAL: rodovias, hidrovias e ferrovias do Brasil. **Licenciamento Ambiental.** Disponível em: <<http://gestaoambientalrodovias.blogspot.com/p/licenciamento-ambiental.html>>. Acesso em: 10 Fev. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Estudos de viabilidade de construção de túneis longos para transposição da Serra do Mar, SP.** São Paulo: IPT, 1994a. 67 p. (Relatório no 32.194).*

NAIME, Roberto. **Impacto ambiental em estradas – Impacto ambiental das obras civis.** Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (programa de pós-graduação em engenharia ambiental), Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do RS (projetos de EIA-RIMA - programa de atualização permanente do CREA), 2002.

SANTA PORTAL. **Tarifas de pedágio no SAI serão reajustadas a partir de amanhã (1º).** Disponível em: <<http://santaportal.com.br/noticia/22954-tarifas-de-pedagio-no-sai-serao-reajustadas-a-partir-de-amanha-1-confira-os-novos-valores>>. Acesso em: 04 Abr

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos.** 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SÃO PAULO (Estado). Desenvolvimento Rodoviário S.A. **Memória técnica 20 anos – 1969 – 1989.** São Paulo, 1989. 288 p.

SIMONETTI, Henrique. **Estudo de Impactos Ambientais Gerados pelas Rodovias: Sistematização do Processo de Elaboração do EIA/RIMA**. Dissertação (Graduação) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. 2010.

SANTA PORTAL. **Tarifas de pedágio no SAI serão reajustadas a partir de amanhã (1º)**. Disponível em: <<http://santaportal.com.br/noticia/22954-tarifas-de-pedagio-no-sai-serao-reajustadas-a-partir-de-amanha-1-confira-os-novos-valores>>. Acesso em: 04 Abr. 2019