

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANA PAULA GABRIEL WOSNIAK

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SEMIQUANTITATIVA PARA  
AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE O MEIO FÍSICO  
REFERENTE AS OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO DA RODOVIA SC-458  
ENTRE OS MUNICÍPIOS DE CELSO RAMOS E ANITA GARIBALDI

CURITIBA

2012

ANA PAULA GABRIEL WOSNIAK

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SEMIQUANTITATIVA PARA  
AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE O MEIO FÍSICO  
REFERENTE AS OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO DA RODOVIA SC-458  
ENTRE OS MUNICÍPIOS DE CELSO RAMOS E ANITA GARIBALDI

Relatório Técnico apresentado para obtenção do título de Especialista em Análise Ambiental no Curso de Pós-Graduação em Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> MSc. Sandra Mara Pereira de Queiroz, Bióloga

CURITIBA

2012



## PARECER

O relatório técnico intitulado "APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SEMIQUANTITATIVA PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE O MEIO FÍSICO REFERENTE AS OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO DA RODOVIA SC-458 ENTRE OS MUNICÍPIOS DE CELSO RAMOS E ANITA GARIBALDI", de autoria de ANA PAULA GABRIEL WOSNIAK, discente do curso de Especialização em Análise Ambiental, o qual é ofertado pelo Departamento de Geografia da Universidade Federal do Paraná, sob orientação da Professora Sandra Mara Pereira Queiroz, foi submetido apreciação no corrente ano.

Após recomendações para realização de modificações, as quais foram integralmente implementadas pela autor do documento, o relatório foi **APROVADO.**

Curitiba, 20 de junho de 2013

  
Prof. Dr. Marciel Lohmann

  
Prof. Ms. Roberto Carlos Pinto

WOSNIAK, Ana Paula Gabriel. **Aplicação da metodologia semiquantitativa para avaliação de impactos ambientais sobre o meio físico referente as obras de pavimentação da rodovia SC-458 entre os municípios de Celso Ramos e Anita Garibaldi.** 2012. Relatório Técnico (Especialização em Análise Ambiental - Departamento de Geografia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

## RESUMO

A avaliação de impactos ambientais (AIA) é um instrumento da política ambiental que tem como finalidade identificar, prever e interpretar os efeitos de uma determinada ação proposta (projeto, programa, plano ou política) causará sobre o ambiente. Os métodos de AIA caracterizam-se por mecanismos estruturados para identificar, coletar e organizar os dados de impacto ambiental, permitindo a sua apresentação em formatos visuais que facilitem a interpretação pelas partes interessadas. Este trabalho aborda a avaliação de impactos ambientais sobre o meio físico, gerados pela pavimentação de rodovias. Dentre as diversas metodologias existentes, optou-se pelo Método Semiquantitativo proposto por Lopes e Queiroz, aplicando-se no caso do projeto da pavimentação da rodovia SC-458, entre os municípios de Celso Ramos e Anita Garibaldi. Quando se pode prever, tanto qualitativa como quantitativamente as interferências geradas pelas obras de engenharia rodoviária, tanto na fase de construção, quanto na operação, é possível propor uma série de medidas capazes de mitigar tais impactos.

Palavras-chave: Rodovias. Avaliação de impactos ambientais. Meio físico. Metodologia semiquantitativa.

WOSNIAK, Ana Paula Gabriel. **Semiquantitative methodology for assessment of environmental impacts on the physical environment for the works of paving of highway SC-458 between the municipalities of Celso Ramos and Anita Garibaldi.** 2012. Technical Report (Specialization in Environmental Analysis - Department of Geography) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

## ABSTRACT

The environmental impact assessment (EIA) is an instrument of environmental policy that aims to identify, predict and interpret the effects of a particular proposed action (project, program, plan or policy) will cause on the environment. EIA methods characterised by structured mechanisms to identify, collect and organize environmental impact data, allowing your presentation Visual formats that facilitate the interpretation by interested parties. This work deals with the assessment of environmental impacts on the physical environment, generated by paving highways. Among the various existing methodologies, we opted for the Semi-quantitative Method proposed by Lopes and Queiroz, applying in the case of paving project of highway SC-458, between the municipalities of Celso Ramos and Anita Garibaldi. When you can predict both qualitatively and quantitatively the interference generated by road engineering works, both in the construction phase, as in the operation, it is possible to propose a series of measures to mitigate such impacts.

Keywords: Highways. Evaluation of environmental impacts. Physical environment. Semiquantitative methodology.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - RODOVIA SC-458 ENTRE OS MUNICÍPIOS DE CELSO RAMOS E ANITA GARIBALDI .....	32
FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO DA RODOVIA SC-458 EM PROJETO.....	33
FIGURA 3 - CONDIÇÕES ATUAIS DA SC-458, VIA NÃO PAVIMENTADA.....	34
FIGURA 4 - PONTO FINAL DO SEGMENTO EM PROJETO.....	35
FIGURA 5 - CASCALHEIRA INDICADA PARA UTILIZAÇÃO DAS OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO DA SC-458.....	38
FIGURA 6 - CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA SEGUNDO KÖEPPEN. ....	42
FIGURA 7 - TEMPERATURAS MÉDIAS MENSAIS NO PERÍODO ENTRE 1980 E 2011 ...	43
FIGURA 8 - TEMPERATURAS MÉDIAS MENSAIS MÁXIMAS, MÍNIMAS E AMPLITUDE TÉRMICA. ....	43
FIGURA 9 - TEMPERATURAS MÉDIAS MENSAIS NO PERÍODO ENTRE 1980 E 2011 ...	44
FIGURA 10 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL NO PERÍODO ENTRE 1965 E 2011 .....	44
FIGURA 11 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA SAZONAL NO PERÍODO ENTRE 1965 E 2011 .....	45
FIGURA 12 - PRECIPITAÇÃO MÁXIMA ANUAL NO PERÍODO ENTRE 1965 E 2011 .....	45
FIGURA 13 - GEOLOGIA DA REGIÃO EM ESTUDO.....	47
FIGURA 14 - MATRIZ DE IDENTIFICAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS .....	56
FIGURA 15 - MATRIZ DE QUALIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS.....	66
FIGURA 16 - MATRIZ DE HIERARQUIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA FASE DE CONSTRUÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....	67
FIGURA 17 – MATRIZ DE HIERARQUIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA FASE DE OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....	67
FIGURA 18 - MATRIZ DE SOMATÓRIAS E MÉDIAS DE VALORES DE IMPACTOS AMBIENTAIS POR FASE DE EMPREENDIMENTO .....	68

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA DE RODOVIAS.....	29
QUADRO 2 - DADOS DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE ANITA GARIBALDI .....	40
QUADRO 3 - VALORAÇÃO PARA CADA UM DOS TIPOS DE CLASSIFICAÇÃO DOS IMPACTOS.....	52
QUADRO 4 - RELAÇÃO ENTRE O PRODUTO OBTIDO NA "MATRIZ DE HIERARQUIZAÇÃO" E SEU RESPECTIVO CONCEITO.....	53
QUADRO 5 - FASES DO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO E AÇÕES POTENCIALMENTE IMPACTANTES.....	54
QUADRO 6 - FATORES CONSIDERADOS NA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS .....	55

## **LISTA DE SIGLAS**

ANA - Agência Nacional das Águas

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A.

IAIA - International Association for Impact Assessment

OMM – Organização Meteorológica Mundial



## **LISTA DE ABREVIATURAS**

AIA - Avaliação de Impacto Ambiental

AID - Área de Influência Direta

AII - Área de Influência Indireta

MEc – Massa Equatorial Continental

MPa – Massa Polar Atlântica

MTa – Massa Tropical Atlântica

MTc – Massa Tropical Continental

SDR – Secretaria de Desenvolvimento Regional

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>14</b>
2.1 RODOVIAS E MEIO AMBIENTE.....	14
2.2 ATIVIDADES NECESSÁRIAS PARA IMPLANTAÇÃO DE RODOVIAS.....	17
2.2.1 Instalação, operação e posterior desativação de canteiro de obras.....	18
2.2.2 Abertura de trilhas, acessos e caminhos de serviço .....	19
2.2.3 Desmatamento ou remoção da cobertura vegetal e limpeza de terrenos .....	19
2.2.4 Exploração de jazidas e caixas de empréstimos.....	19
2.2.5 Instalação e operação de usinas de asfalto, central de concreto e solo e central de britagem .....	20
2.2.6 Execução de terraplenagem - cortes e aterros.....	20
2.2.7 Execução de bota-foras.....	21
2.2.8 Execução de dispositivos de drenagem .....	21
2.2.9 Execução de obras de pavimentação .....	21
2.2.10 Execução de obras de arte corrente e especiais.....	21
2.3 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS.....	22
2.3.1 Método Espontâneo ( <i>Ad-Hoc</i> ).....	23
2.3.2 Listagens de Controles ( <i>Check Lists</i> ).....	23
2.3.3 Matrizes de Interação .....	24
2.3.4 Redes de Interação ( <i>Networks</i> ).....	25
2.3.5 Superposição de Mapas ( <i>Overlay Mapping</i> ) .....	25
2.3.6 Modelo Fuzzy .....	26
2.4 CLASSIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	26
2.5 ÁREA DE INFLUÊNCIA E DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	29
2.6 IMPACTOS AMBIENTAIS DE OBRAS RODOVIÁRIAS NO MEIO FÍSICO .....	30

2.7 MEDIDAS MITIGADORAS .....	31
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>32</b>
3.1 O EMPREENDIMENTO .....	32
3.1.1 Localização geográfica do corredor .....	32
3.1.2 Condições da rodovia existente e aspectos gerais da região.....	33
3.1.3 Traçado proposto .....	34
3.1.4 Geometria, características técnicas e terraplenagem .....	35
3.1.5 Pavimentação.....	36
3.1.6 Drenagem.....	36
3.1.7 Sinalização e obras complementares.....	37
3.1.8 Fontes de materiais .....	37
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	38
3.2.1 Definição das áreas de influência.....	38
3.2.1.1 Área de Influência Indireta.....	38
3.2.1.2 Área de Influência Direta .....	38
3.2.2 Diagnóstico ambiental das áreas de influência .....	39
3.2.2.1 Clima .....	39
3.2.2.2 Geologia .....	46
3.2.2.3 Geomorfologia.....	47
3.2.2.4 Solos .....	49
3.2.2.5 Hidrografia.....	50
3.3 METODOLOGIA ADOTADA .....	51
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>54</b>
4.1 IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	54
4.1.1 Análise do projeto e seleção das ações impactantes do empreendimento .....	54
4.1.2 Seleção dos fatores ambientais impactáveis.....	54
4.1.3 Elaboração da matriz de impactos .....	55

4.1.4 Descrição dos impactos ambientais identificados e proposição de medidas mitigadoras.....	56
4.1.4.1 Impacto 1 - Aumento da emissão de ruídos, vibrações, poeiras e gases.....	56
4.1.4.2 Impacto 2 - Interferências com a qualidade das águas superficiais e subterrâneas .....	58
4.1.4.3 Impacto 3 - Início e/ou aceleração de processos erosivos .....	59
4.1.4.4 Impacto 4 - Carreamento de sólidos e assoreamento da rede de drenagem	61
4.1.4.5 Impacto 5 - Extração, movimentação e deposição de solos e outros materiais inservíveis (bota-foras).....	62
4.1.4.6 Impacto 6 - Instabilização de encostas e taludes artificiais .....	64
4.2 Matrizes de qualificação dos impactos ambientais detectados .....	65
<b>5 CONCLUSÕES E/OU RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>69</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>70</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A motivação para a realização desse Relatório Técnico veio de um trabalho executado para o componente ambiental, parte integrante do Projeto de Engenharia da Pavimentação da Rodovia SC-458, no centro sul catarinense, no segmento compreendido entre os municípios de Celso Ramos e Anita Garibaldi, elaborado para empresa ENGEMIN Engenharia e Geologia Ltda.

A malha rodoviária brasileira atual é de 1,8 milhão de quilômetros, incluindo as que estão sob a jurisdição dos governos estaduais e municipais. Dessas rodovias, apenas 11% são pavimentadas (CIA, 2009; *WORLD BANK*, 2009; ROSA; SENNA; LINDAU, 2009 *apud* MOTTA e BERTÉ, 2010). Consequentemente, as rodovias ainda não pavimentadas tendem a ser objeto de obra de pavimentação no futuro, que irão requerer cuidados ambientais.

A construção e ampliação de rodovias são indispensáveis para o desenvolvimento de importantes atividades como o transporte de pessoas, de matérias primas e produtos. Possibilitam, também, o desenvolvimento econômico e social de uma região, além da geração de empregos nas próprias rodovias em construção (MOTTA e BERTÉ, 2010).

Os impactos ambientais de uma rodovia iniciam-se no seu planejamento, continuam na fase de implantação e construção, até a fase operacional, quando a qualidade de sua manutenção tem grandes implicações. A avaliação de impacto ambiental das rodovias deve incluir todas as fases, todavia, no Brasil ainda é incipiente na de operação, sendo pouco ou nada exigido pela legislação nesta fase, embora talvez crie mais impactos do que as demais, pois tem um prazo de duração indefinido, podendo chegar a séculos (BANDEIRA e FLORIANO, 2004).

Neste contexto, e de acordo com GALVES (1998 *apud* GARIBALDI *et al.*, 2004), um empreendimento rodoviário deve ser regido segundo um sistema estruturado que considere, integre e articule todos os elementos ligados à questão ambiental, em todas as atividades e operações que o caracterizem garantindo assim, um desempenho eficaz e atendimento aos requisitos ambientais.

A Avaliação de Impacto Ambiental - AIA é um instrumento de planejamento e de política ambiental adotado atualmente em diversas esferas (países, regiões ou governos locais) assim como, por organizações internacionais (bancos de

desenvolvimento) e entidades privadas. É reconhecida como um mecanismo potencialmente eficaz de prevenção de dano ambiental e de promoção do desenvolvimento sustentável. Assim, ao ser incorporada às legislações nacionais modificam radicalmente os processos decisórios então existentes, tanto públicos como privados (GARIBALDI *et al.*, 2004).

Diversos são os métodos de AIA desenvolvidos e consolidados, sendo estes replicados e/ou adaptados à realidade do estudo no qual se insere (ARAÚJO, 2012). Pode-se citar dentre os métodos mais utilizados, a Metodologia Espontânea (*Ad Hoc*), Listas de Controle (*Checklists*), Matrizes de Interação, Superposição de Mapas, Modelos de Simulação, Redes de Interação, Projeção de Cenários, Combinação/Interação de Métodos.

Os principais impactos ambientais negativos consequentes de obras rodoviárias são gerados devido às atividades relacionadas tais como: instalação de canteiro de obras, supressão de vegetação, abertura de caminhos de serviços, utilização de caixas de empréstimo e bota-fora, serviços de terraplenagem, implantação de obras de arte corrente e especial e pavimentação.

Para a avaliação dos impactos ambientais advindos da pavimentação da SC-458, no segmento entre os municípios de Celso Ramos e Anita Garibaldi, optou-se pelo método semiquantitativo, desenvolvido por Lopes e Queiroz, que combina quatro tipos de matrizes para qualificar os impactos.

Tão importante quanto identificar e qualificar os impactos, é a proposição de ações para a mitigação de tais impactos, desde as fases de elaboração e planejamento dos projetos de obras rodoviárias até as fases de implantação, operação.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 RODOVIAS E MEIO AMBIENTE

A seleção dos traçados no planejamento das primeiras rodovias, projetadas e construídas através de métodos da engenharia moderna, considerava somente aspectos geométricos e geotécnicos, baseados no custo mínimo para a construção, com um relativo retorno financeiro dos investimentos. Havia pouca ou praticamente nenhuma participação da sociedade na definição da diretriz dos traçados rodoviários, que eram totalmente determinados pelo Poder Público (LOBER e WILSON, 1988 *apud* LISBOA, 2003). Esta situação, somada ao descontrole do uso e ocupação do solo, resultou em severas consequências ao meio ambiente em todo o mundo, principalmente nas áreas lindeiras às rodovias.

Segundo Ian McHarg (LISBOA, 2003), na concepção de novas rodovias, os projetistas consideravam apenas o *mix* do tráfego entre automóveis, caminhões e ônibus; o volume de tráfego durante o horário de pico; a capacidade das novas estradas quando percorridas na velocidade de projeto; o tipo de pavimento; estruturas; alinhamentos horizontais e verticais. O autor conclui que estas considerações estão associadas a uma fórmula falsa de benefício/custo e que as consequências desta miopia institucionalizada são vistas nas cicatrizes deixadas no campo e nas cidades ao redor do mundo. Apenas a partir da década de 1970, nos países desenvolvidos passou a fazer parte dos processos de planejamento rodoviário a preocupação com o meio ambiente e com o bem estar da população, localizada principalmente na área de influência direta do empreendimento.

A questão ambiental no Brasil teve como marco disciplinador a Lei Federal n.º 6.938 de 1981, que instituiu a Política Nacional de Meio Ambiente e criou a estrutura institucional e legal para sua implementação. Definiu as responsabilidades das entidades encarregadas de sua aplicação e instituiu a obrigatoriedade do licenciamento ambiental das atividades potencialmente causadoras de impacto, condicionada, em certos casos à Avaliação de Impactos Ambientais.

Também está contemplada, a conservação ambiental, no artigo 225 da Constituição Federal de 1988, que estabelece que: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à

sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Outro importante instrumento legal é a Resolução CONAMA n.º 001 de 1986, que disciplina a Avaliação de Impactos Ambientais, AIA e se refere ao Estudo de Impacto Ambiental – EIA e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Apresenta ainda definição de impacto ambiental e exemplifica a tipologia de empreendimentos sujeitos a Estudo de Impacto Ambiental, dentre eles as rodovias:

*"Art. 1.º: Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:*

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

*II - as atividades sociais e econômicas;*

*III - a biota;*

*IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;*

*V - a qualidade dos recursos ambientais.*

*Art. 2.º - Dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental - RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e do IBAMA em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, tais como:*

*I - Estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento;"*

Assim, os referidos dispositivos legais, particularmente a Lei n.º 6.938 de 1981, conduziram à obrigatoriedade da incorporação, ao Projeto de Engenharia Rodoviária, da variável ambiental – traduzida, em termos práticos, pela definição de um “tratamento ambiental” a ser implementado e implantado, com a finalidade de promover, principalmente, a eliminação/mitigação/compensação de impactos ambientais negativos, suscetíveis de ocorrer, em toda a sua abrangência, como decorrência de processo construtivo ou da operação da via (DNIT, 2006).

Tradicionalmente, as relações consideradas isoladamente e de forma interativa entre rodovias e meio ambiente, são analisadas sob os seguintes aspectos (DNIT, 2006):

- Meio Físico: movimentação de solos (terraaplanagem, empréstimos e bota-foras); indução ao processo erosivo; instabilidade de encostas e taludes; rompimento de fundações; degradação em áreas de uso do canteiro de obras, trilhas, caminhos de serviços; rebaixamento de



lençóis freáticos; risco na qualidade da água superficial e subterrânea, por concentração de poluentes; e qualidade do ar.

- Meio Biótico: supressão no processo de intercâmbio ecológico, pela dicotomia; interferências em áreas protegidas por lei e a biótopos ecológicos importantes; redução da cobertura vegetal e perda do patrimônio biótico; pressão sobre ecossistemas terrestres e aquáticos.
- Meio Socioeconômico: conflito de uso e ocupação do solo; alteração nas atividades econômicas; condições de emprego e qualidade de vida para as populações ou comunidades lindeiras à rodovia; segurança viária; ruídos; vibrações; emissões atmosféricas; desapropriação para áreas de uso e faixas de domínio; riscos aos patrimônios cultural, histórico, arqueológico e espeleológico; e riscos de interferências nas culturas indígenas e outras etnias.

Na forma do disposto na legislação específica, o empreendimento rodoviário - aqui entendido como o complexo da atividade rodoviária, abrangendo as ações inerentes à infraestrutura viária e a operação de rodovia - deve se enquadrar dentro das premissas do desenvolvimento sustentável (DNIT, 2006).

É de se notar que, a par dos benefícios proporcionados pelo empreendimento rodoviário – os quais em linguagem ambiental se traduzem em impactos positivos, o respectivo processo construtivo tende a gerar impactos ambientais negativos diversos, incidindo sobre os três meios ambientais (DNIT, 2006).

Em razão deste fato e com o objetivo de promover a conservação do meio ambiente em toda a sua abrangência e considerando os seus componentes básicos (meio físico, meio biótico e meio antrópico), tal complexo da atividade rodoviária deve ser submetido a adequado tratamento ambiental (DNIT, 2006).

O tratamento ambiental, de conformidade com o exposto, consiste em buscar a adequada eliminação e mitigação/compensação de impactos ambientais negativos, suscetíveis de ocorrer, em toda a sua abrangência, como decorrência do processo construtivo e da posterior operação da via (DNIT, 2006).

Para tanto, quando constatada, a partir de competentes estudos, a efetiva previsibilidade de impacto ambiental negativo significativo, para cada um dos componentes do meio ambiente então afetados, serão definidas medidas de caráter

mitigador e/ou compensatório, a serem implementadas *pari-passu* com a execução dos serviços e obras pertinentes ao empreendimento rodoviário - estudos estes, cuja consecução demanda, em geral, a participação de equipe técnica multidisciplinar extremamente diversificada (DNIT, 2006).

Da mesma maneira, quando da previsão da ocorrência de impactos positivos, serão definidas medidas objetivando a otimização/potencialização de tais impactos positivos (DNIT, 2006).

Ao se projetar uma rodovia, a equipe responsável deve estar ciente dos efeitos que sua construção e posterior operação podem causar sobre o meio ambiente. Assim sendo, as fases de planejamento, anteprojeto e projeto podem ser conduzidas com a maior segurança, aumentando as chances de contornar, evitar, minimizar os impactos que de outra forma poderiam degradar mais acentuadamente o ambiente e exigir implantação de medidas corretivas, muitas vezes de baixa efetividade, comprometendo recursos destinados a investimentos (DER-PR, 2000).

Assim, o conhecimento pelo projetista dos impactos que uma obra rodoviária costuma causar e a adoção de medidas para evitá-los ou contorná-los, pode contribuir para (DER-PR, 2000):

- evitar perdas ou modificações de projeto;
- evitar ou reduzir atritos com comunidades atingidas;
- tornar as medidas de mitigação menos onerosas;
- reduzir ações de correção posteriores à construção.

É importante ressaltar que muitas das medidas, normalmente propostas para eliminar ou reduzir os impactos negativos de obras rodoviárias sobre o meio ambiente físico, não são externas ou exógenas ao projeto de engenharia. Na verdade, trata-se de diretrizes gerais de projeto e de procedimentos executivos associados com a boa técnica da engenharia rodoviária (DER-PR, 2000).

## 2.2 ATIVIDADES NECESSÁRIAS PARA IMPLANTAÇÃO DE RODOVIAS

Basicamente, a construção de uma rodovia consiste da mobilização de máquinas e operários, com a instalação do canteiro de obras e demais áreas de apoio, a implantação da obra e a desmobilização do pessoal. Para toda essa

operação são necessários desmatamentos, abertura de caminhos de serviço, exploração de jazidas, bota-foras, desapropriações, dentre outras atividades, descritas a seguir.

### 2.2.1 Instalação, operação e posterior desativação de canteiro de obras

O canteiro de obras agrega toda a infraestrutura administrativa e operacional da construção da rodovia. É constituído por escritório, almoxarifado, depósitos, oficina, instalações de lavagem e lubrificação de veículos, posto de abastecimento, laboratório de solos, alojamento, vestiário, refeitório, sanitários, entre outros (FOGLIATTI *et al.*, 2004).

São condições básicas para instalação do canteiro de obras, inclusive conservação e limpeza (BELLIA e BIDONE, 1993):

- disponibilidade de água potável em abundância;
- disposição de esgotamento sanitários em distância segura de poços de abastecimento de água e de talvegues naturais;
- disponibilidade de dispositivos de filtragem e contenção de óleos e graxas oriundos da lavagem/limpeza/manutenção de equipamentos na oficina de campo;
- localização das instalações afastadas de áreas insalubres naturais, onde proliferem mosquitos e outros vetores;
- as áreas usadas devem ser limpas de solo vegetal, sendo esse material depositado em áreas não sujeitas a erosão e, após desmobilização, espalhadas, com o intuito de recuperação mais rápida da revegetação;
- as áreas utilizadas para estoque de agregados, de asfalto, ou usinas devem ser totalmente limpas;
- os tanques de asfalto, tambores e outros materiais tornados inservíveis, assim como o lixo orgânico, devem ser recolhidos e dispostos em lixeiras, pré-selecionadas, para correta destinação;

- tanto a rodovia como seu entorno e, principalmente, os talvegues devem ser mantidos limpos e livres de entulhos das obras (sobras de materiais, restos de vegetação, latas, tambores), e c
- localização do acampamento em posição favorável em relação à dispersão de poluentes gerados pela obra (pó de britadores, fumaça de usinas de asfalto).

### 2.2.2 Abertura de trilhas, acessos e caminhos de serviço

Para o tráfego de veículos e máquinas durante o tempo necessário para execução de obras na plataforma sobre a qual será implantada a rodovia, se faz necessária a abertura de caminhos alternativos, denominados caminhos de serviço. Preferencialmente são executados dentro da faixa de domínio (FOGLIATTI *et al.*, 2004).

### 2.2.3 Desmatamento ou remoção da cobertura vegetal e limpeza de terrenos

Durante a implantação da rodovia, antes da execução das obras de terraplenagem, por vezes há a necessidade de remoção da cobertura vegetal, em locais tais como a faixa de domínio, canteiro de obras, usinas de asfalto e de solos, nas vias de acesso, nas áreas de jazidas, nos locais de execução de bota-foras (FOGLIATTI *et al.*, 2004).

O desmatamento deve ser amplo o suficiente para garantir a insolação da obra, e restrito às necessidades mínimas exigidas para as operações de construção e para garantir a visibilidade dos usuários da rodovia (BELLIA e BIDONE, 1993).

### 2.2.4 Exploração de jazidas e caixas de empréstimos

A exploração de jazidas e caixas de empréstimos é necessária para a execução de corpos de aterros, composição de pavimento, sistema de drenagem,

entre outros. Trata-se da exploração (escavação/desmote), carga e transporte de argila, areia, cascalho, saibro e rocha (FOGLIATTI *et al.*, 2004).

#### 2.2.5 Instalação e operação de usinas de asfalto, central de concreto e solo e central de britagem

A massa asfáltica empregada na execução do pavimento é produzida na usina de asfalto. Essa instalação é constituída por sistemas de alimentação de agregados, de sistemas de secagem e misturador, sistemas de exaustão e recuperador de finos, sistemas de estocagem, unidade central de comando e operação, sistemas de asfalto e óleo combustível, tanque de armazenamento, aquecedor acumulador de asfalto, filtros e sistemas de carregamento (FOGLIATTI *et al.*, 2004).

A central de concretos tem a função de fornecer material para a construção dos dispositivos de drenagem, obras de arte e outros serviços como a própria estrutura da via (FOGLIATTI *et al.*, 2004).

A central de solos armazena o material necessário a fabricação de misturas betuminosas, agregados e concretos, objetivando um processo contínuo e ágil de produção. Já a central de britagem, concentra a produção de brita (FOGLIATTI *et al.*, 2004).

#### 2.2.6 Execução de terraplenagem - cortes e aterros

Constituem-se pelas operações de escavação, carga, transporte, descarga, compactação e acabamento, ou seja, serviços de movimentação de terra executados para planar o terreno no qual será implantada a rodovia (FOGLIATTI *et al.*, 2004).

Os cortes consistem na escavação, remoção do solo e desmote de rocha com a finalidade de preparar o terreno para a implantação da rodovia, colocando o eixo estradal nas cotas topográficas estabelecidas nos projetos.

Os aterros são realizados com a finalidade de preparar o terreno para recebimento da infraestrutura, constituindo-se em deposição do material,

distribuição, compactação e acabamento. O material utilizado para aterros é proveniente dos cortes ou áreas de empréstimos específicos.

#### 2.2.7 Execução de bota-foras

São áreas nas quais são depositados os materiais imprestáveis como entulhos de obras, restos de formas, material de limpeza, excedentes de cortes, etc. (FOGLIATTI *et al.*, 2004).

#### 2.2.8 Execução de dispositivos de drenagem

São obras que conduzem as águas superficiais ou subterrâneas quando o fluxo natural delas sofre consequências das intervenções humanas, como abertura de trilhas e acessos, cortes e aterros, exploração de jazidas, desmatamento, etc., que afetam a ocupação e uso do solo e criam obstáculos e interrupções ao escoamento espontâneo das águas (FOGLIATTI *et al.*, 2004).

Podem ser usadas sarjetas, valetas de proteção, drenos, camadas drenantes, grama e outras soluções para proteção das superfícies expostas à processos erosivos e no controle de águas pluviais.

#### 2.2.9 Execução de obras de pavimentação

A pavimentação é executada após a regularização do leito estradal (FOGLIATTI *et al.*, 2004).

#### 2.2.10 Execução de obras de arte corrente e especiais

As obras de arte corrente são baseadas nos resultados dos estudos hidrológicos desenvolvidos e consistem na implantação de tubos e galerias para transposição de cursos d'água ao longo do traçado da via. As obras de arte

especiais consistem em pontes e passagens superior e inferior de pessoas, veículos e animais (FOGLIATTI *et al.*, 2004).

### 2.3 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

O termo avaliação de impacto ambiental (AIA) surgiu a partir da legislação pioneira que criou esse instrumento de planejamento ambiental, ou seja, a lei de política nacional do meio ambiente dos Estados Unidos, que entrou em vigor em 1.º de janeiro de 1970. Essa lei exige a preparação de uma "declaração detalhada" sobre o impacto ambiental de iniciativas do governo federal americano (SÁNCHEZ, 2008).

Segundo Moreira (1985 *apud* BRITO, 2001), avaliação de impactos ambientais:

“é um instrumento de política ambiental formado por um conjunto de procedimentos capaz de assegurar, desde o início do processo, que se faça um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta (projeto, programa, plano ou política) e de suas alternativas, e que os resultados sejam apresentados de forma adequada ao público e aos responsáveis pela tomada de decisão, e por eles devidamente considerados”.

Os principais objetivos da AIA, segundo *International Association for Impact Assessment* - IAIA, são:

- assegurar que o ambiente seja explicitamente considerado e incorporado no processo de decisão sobre propostas de desenvolvimento;
- antecipar e evitar, minimizar ou compensar os efeitos adversos significativos - biofísicos, sociais e outros relevantes - de propostas de desenvolvimento;
- proteger a produtividade e a capacidade dos sistemas naturais e dos processos ecológicos que mantêm as suas funções, e
- promover um desenvolvimento que seja sustentável e que otimize o uso dos recursos e as oportunidades de gestão.

Bisset (1992 *apud* FOGLIATTI, 2004) define métodos de Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) como mecanismos estruturados para identificar, comparar e organizar dados sobre impactos ambientais, permitindo que as informações sejam apresentadas em diversos formatos visuais para que possam ser interpretadas pelos responsáveis na tomada de decisão e pelos membros do público.

A seguir são descritos os principais métodos de avaliação de impactos comumente utilizados.

### 2.3.1 Método Espontâneo (*Ad-Hoc*)

É um método que utiliza a prática de reuniões entre especialistas de diversas áreas com o intuito de se obter dados e informações em tempo reduzido, imprescindíveis à conclusão dos estudos. O método sofre muitas críticas, pois ainda não se compreendeu em que situações deve ser empregado, como, por exemplo, quando não se dispõe de tempo suficiente para a realização de um estudo convencional (FOGLIATTI *et al.*, 2004).

### 2.3.2 Listagens de Controles (*Check Lists*)

É um dos primeiros métodos de avaliação de impactos ambientais, tendo em vista sua facilidade de aplicação. Ajusta-se bem ao método *Ad-hoc*, pois num esforço multidisciplinar pode-se efetuar uma listagem dos impactos mais relevantes, mesmo com ausência de dados.

Caracteriza-se por listas elaboradas nas fases de diagnóstico ambiental e estudo de alternativas de projeto onde se enumeram os fatores ambientais de um projeto específico e seus impactos. Servem de guia para obtenção de informações mais detalhadas na caracterização dos indicadores ambientais, fundamentais para a hierarquização e avaliação, determinando o grau de significância do impacto. Tem como objetivo principal, levantar os impactos mais relevantes nos meios físicos, biótico e antrópico e a caracterização das variáveis sociais e ambientais das áreas impactadas (FOGLIATTI *et al.*, 2004).



São cinco os tipos de listagem: simples, descritiva, comparativa, de controle escalar e de controle ponderáveis.

### 2.3.3 Matrizes de Interação

A aplicação de matrizes é muito utilizada para relacionar as ações de um projeto e seus efeitos sobre o meio ambiente. Tem como principal função a identificação dos impactos por meio impactado. Há a necessidade do emprego de outros métodos ou técnicas complementares para o desenvolvimento de uma avaliação global da alternativa (FOGLIATTI *et al.*, 2004).

Geralmente as matrizes apresentam no eixo vertical as ações de implantação do projeto, e no eixo horizontal, os fatores ambientais possíveis de serem impactados. O impacto de cada ação sobre cada fator ambiental é dado pela interseção das linhas e colunas (FOGLIATTI *et al.*, 2004).

A Matriz de Leopold está entre as mais utilizadas, tendo sido desenvolvida pelo Serviço Geológico do Ministério do Interior dos Estados Unidos. Trata-se de uma matriz bidimensional simples que relaciona as ações de um projeto a vários fatores ambientais (FOGLIATTI *et al.*, 2004).

Cada elemento da matriz possui dois valores referentes à magnitude e à importância do impacto medido. A magnitude indica a medida da extensão do impacto que uma intervenção causa em um determinado fator ambiental e sua valoração é objetiva ou empírica, pois se refere ao grau de alteração provocado pela ação ou fator ambiental. Já a importância indica a medida da relevância da intervenção sobre um atributo ambiental afetado para o que, um peso é atribuído (FOGLIATTI *et al.*, 2004).

Os dois valores atribuídos a cada célula são multiplicados e a soma dos valores de cada coluna da matriz determina um índice parcial que adicionados entre si geram um índice global. Este índice permite análise de alternativas indicando a mais favorável ecologicamente (FOGLIATTI *et al.*, 2004).

Diversos autores destacam que a Matriz de Leopold apresenta uma grande deficiência por não considerar em sua análise, aspectos temporais e espaciais e leva em conta somente os impactos diretos do projeto. Entretanto, o método apresenta várias vantagens, dentre as quais se destacam (FOGLIATTI *et al.*, 2004):

- necessidade de poucos dados para elaboração;
- abrangência dos fatores ambientais físicos, biológicos e socioeconômicos;
- comunicação dos resultados de forma compreensível;
- constitui um guia inicial para prosseguimento de projetos e estudos futuros;
- apresenta baixo custo e caráter multidisciplinar, e
- trata dados qualitativos e quantitativos.

#### 2.3.4 Redes de Interação (Networks)

As redes de interação permitem estabelecer relações do tipo causa-efeito, retratando, a partir do impacto inicial, o conjunto de ações que o desencadearam direta ou indiretamente. Com este método é possível visualizar a cadeia de relacionamentos entre os diferentes impactos que surgem das intervenções humanas no meio ambiente (FOGLIATTI *et al.*, 2004).

#### 2.3.5 Superposição de Mapas (*Overlay Mapping*)

Este método é associado à técnica de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), uma vez que deve ser assistido por computador para a aquisição, o armazenamento, a análise e a representação de dados ambientais, e consiste na confecção de uma série de cartas temáticas (solo, categoria de declividade, vegetação, etc.), uma para cada fator ambiental. Quando superpostas, as cartas reproduzem a síntese da situação ambiental de uma área geográfica. A carta base apresenta a localização do projeto e sua área de influência, as demais cartas apresentam cada uma das atividades a serem avaliadas. As áreas impactadas podem ser sombreadas com intensidade diferente de acordo ao impacto causado (FOGLIATTI *et al.*, 2004).

### 2.3.6 Modelo Fuzzy

O Modelo Fuzzy integra a técnica *Ad-hoc*, a lógica Fuzzy e a arquitetura hierárquica das redes neurais (CURY, 1999 *apud* FOGLIATTI *et al.*, 2004) e permite a avaliação global das alternativas. Este método possibilita o tratamento de variáveis tanto qualitativas quanto quantitativas e permite incluir a participação de especialistas assim como da comunidade afetada na avaliação dos impactos.

## 2.4 CLASSIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Os impactos ambientais podem ser classificados de acordo com determinadas características pertinentes ao dano e seus respectivos efeitos ao longo do tempo.

De acordo com Silva (1994 *apud* BRITO, 2001), qualitativamente, os impactos ambientais podem ser classificados em seis critérios, transcritos a seguir:

- Critério de valor – impacto positivo (quando uma ação causa melhoria da qualidade de um fator ambiental) e impacto negativo (quando uma ação causa um dano à qualidade de um fator ambiental);
- Critério de ordem – impacto direto, primário ou de primeira ordem (quando resulta de uma simples relação de causa e efeito) e impacto indireto, secundário ou de enésima ordem (quando é uma reação secundária em relação à ação, ou quando é parte de uma cadeia de reações);
- Critério de espaço – impacto local (quando a ação circunscreve-se ao próprio sítio e às suas imediações), impacto regional (quando o efeito se propaga por uma área além das imediações do sítio onde se dá a reação) e impacto estratégico (quando é afetado um componente ambiental de importância coletiva, nacional ou mesmo internacional);
- Critério de tempo – impacto a curto prazo (quando o efeito surge a curto prazo), impacto a médio prazo (quando o efeito surge a médio prazo) e impacto a longo prazo (quando o efeito se manifesta a longo prazo);

- Critério de dinâmica – impacto temporário (quando o efeito permanece por um tempo determinado, após a realização da ação), impacto cíclico (quando o efeito se faz sentir em determinados ciclos, que podem ou não ser constantes ao longo do tempo) e impacto permanente (quando, uma vez executada a ação, os efeitos não param de se manifestar num horizonte temporal conhecido), e
- Critério de plástica – impacto reversível (quando, uma vez cessada a ação, o fator ambiental retorna às suas condições originais) e impacto irreversível (quando, cessada a ação, o fator ambiental não retorna às suas condições originais, pelo menos num horizonte de tempo aceitável pelo homem).

Os impactos também podem ser classificados, segundo Rohde (1988 *apud* MELO, 2009), quanto as suas possibilidades:

- Desencadeamento – imediato, diferenciado ou escalonado;
- Frequência ou temporalidade – contínua ou descontínua;
- Extensão – pontual, areal-extensivo, linear ou espacial;
- Magnitude (escala) – grande, média ou pequena;
- Importância – alta, moderada ou fraca;
- Acumulação – linear, quadrática ou exponencial;
- Sinergia – presente ou ausente, e
- Distribuição do ônus/benefícios – socializados ou privatizados.

Já de acordo com Floriano (2004 *apud* MELO, 2009), a classificação de um impacto pode ser considerada qualitativa, quantitativa absoluta e quantitativa relativa, dependendo como se determina a categoria do impacto. Segundo o autor a classificação qualitativa está relacionada com:

- Gênero – natural ou antrópica;
- Modo – direto ou indireto;
- Resultado – positivo ou negativo;
- Reversibilidade – reversível, parcialmente reversível ou irreversível;
- Decorrência – emergência ou imprevisto, desgaste ou falha de manutenção, falha de sistema ou operacional, falha de equipamento ou projeto, decorrente da própria atividade;

- Mitigabilidade – mitigável (a causa ou efeito pode ser minimizada ou eliminada, sem que seja necessário parar a atividade produtiva permanentemente) ou não-mitigável (só é possível minimizar ou eliminar se houver a paralisação das atividades permanentes), e
- Capacidade de detecção - difícil, moderado ou fácil.

Quanto a classificação quantitativa absoluta, há a presença de valores exatos ou aproximados para determinar a categoria do impacto:

- Espacial - local, regional ou global (podendo ser dada em unidades de medida de superfície), e
- Temporal - temporário (pequeno, médio ou longo prazo) ou permanente (podendo ser dado em unidades de tempo).

Para classificar um impacto de forma quantitativa relativa, é necessário determinar parâmetros para cada aspecto ambiental, e podem ser:

- Gravidade ou importância - é um valor relacionado a um fato, dependendo da intensidade do dano gerado e suas consequências. Pode ser: catastrófica, crítica, marginal ou desprezível;
- Urgência ou iminência - é a indicação do tempo necessário para se evitar determinada ocorrência. Esta categoria depende da iminência de um risco, o prazo para a ação, que deverá combater determinado impacto;
- Intensidade ou força envolvida - é o grau com que determinado fato ocorre em relação ao seu padrão. Pode ser classificado como severo (impacto ambiental adverso causando danos irreversíveis, críticos ou de difícil reversão), leve (impacto ambiental adverso causando danos reversíveis ou contornáveis) e dano mínimo (quando o impacto ambiental causa danos mínimos ou imperceptíveis);
- Frequência ou incidência - é o número de ocorrências possíveis de um fato em um determinado intervalo de tempo, podendo ser também uma razão em relação ao padrão normal de ocorrência. Pode ser: frequente, provável, ocasional, remota ou improvável, e
- Tendência ou inclinação - é a predição do tempo da manutenção ou da alteração de um fato, relacionando-se ao risco ao dano futuro. Quanto maior o risco de a situação piorar, maior o grau que lhe deve

ser atribuído; quanto maior a tendência da situação melhorar, menor a graduação.

## 2.5 ÁREA DE INFLUÊNCIA E DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Qualquer empreendimento tem influência sobre duas áreas específicas: área de influência direta (AID) e área de influência indireta (All). Em ambos os casos, modificações ambientais, permanentes ou temporários, são provocadas, ou seja, o empreendimento traz elementos que afetam as relações físicas, físico-químicas, biológicas e sociais do ambiente. Tais transformações caracterizam os impactos ambientais (FOGLIATTI *et al.*, 2004).

A área de influência, segundo a Resolução n.º 001 de 1986, é uma das diretrizes gerais de impacto ambiental, exigidas no artigo 5.º, que determina: "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."

De acordo com Bellia e Bidone (1993) a "distribuição" dos impactos das rodovias tem características muito mais amplas do que os de outros meios de transportes (ferroviários e hidroviários), pela grande flexibilidade de deslocamento. Para os referidos autores, toda a rede viária tributária da estrada em estudo sofre influência dos impactos, e devem ser incluídas na All. Recomendam que para estradas rurais, as faixas mínimas de influência são as apresentadas no Quadro 1.

<b>TIPO DE RODOVIA</b>	<b>LARGURA MÍNIMA DA FAIXA</b>
Troncais	100 km
Alimentadores	60 km
Vicinais	30 km

QUADRO 1 - ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA DE RODOVIAS  
 FONTE: MODIFICADO DE BELLIA E BIDONE (1993)

Os impactos gerados pela construção e operação e conservação são identificados na AID, e que inclui, no mínimo a faixa de domínio da estrada e as microbacias de drenagem, até 1,50 a 2,00 km de distância do eixo da rodovia, pois é

dentro dessa faixa que ocorrem perdas diretas (tanto da rodovia, como de moradores e proprietários vizinhos), como por exemplo, erosões, assoreamentos, ruídos (BELLIA e BIDONE, 1993).

O Diagnóstico Ambiental, compreendendo a caracterização da situação atual das áreas de influência do empreendimento, com a identificação das áreas sensíveis e restrições legais, a identificação dos impactos potenciais associados com a natureza e a abrangência da(s) intervenção(ões) planejada(s), além de caracterizar os passivos e áreas degradadas existentes.

O Diagnóstico Ambiental deverá caracterizar a situação ambiental atual da área de Influência do empreendimento, nas abrangências dos aspectos físico/biológico/socioeconômicos – cumprindo observar que a Resolução n.º 001, de 23 de janeiro de 1986 do CONAMA, em seu artigo 6.º, relativamente ao Diagnóstico Ambiental assim se expressa:

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

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

Será assim, obtido um conhecimento da região antes da implantação das obras, que servirá de referência para a avaliação dos impactos advindos das mesmas e da operação da rodovia.

## 2.6 IMPACTOS AMBIENTAIS DE OBRAS RODOVIÁRIAS NO MEIO FÍSICO

Diversos são os impactos ambientais sobre o meio físico advindos da implantação de rodovias.

Segundo Pereira *et al.* (1999), o incremento das atividades minerárias, o tráfego de máquinas e veículos e o aumento do tráfego local pela intensa atividade das obras certamente causarão alterações nos níveis de emissões de gases poluentes do ar e ruídos.

Os desmatamentos, o abandono de caminhos de serviços sem posterior recuperação e a limpeza excessiva do terreno deverá acarretar no início e/ou aumento de processos erosivos e instabilização de terrenos. A disposição inadequada dos materiais de bota-foras, assim como a inadequada exploração das jazidas e caixas de empréstimo poderão ocasionar o carreamento de sólidos e conseqüentemente o assoreamento da rede de drenagem (PEREIRA *et al.*,1999).

No canteiro de obras, nas oficinas de veículos e equipamentos há o risco de contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas. Também existe a possibilidade de acidentes com materiais tóxicos nas atividades das usinas de asfalto (PEREIRA *et al.*,1999).

## 2.7 MEDIDAS MITIGADORAS

Medidas mitigadoras e/ou minimizadoras são ações capazes de diminuir o impacto negativo, ou sua gravidade, não compensando danos. É importante que tenham caráter preventivo e que ocorram na fase de planejamento da atividade, conseqüentemente, há necessidade de que sejam implementadas e adaptadas às diferentes fases do licenciamento ambiental (QUEIROZ, 1993).



### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 O EMPREENDIMENTO

##### 3.1.1 Localização geográfica do corredor

O projeto de implantação da rodovia SC-458 se desenvolve nos municípios de Celso Ramos e Anita Garibaldi (Figura 1 e Figura 2), ligando as duas sedes.

Esses municípios pertencem à mesorregião Serrana Catarinense, sendo que Celso Ramos pertence à Associação dos Municípios do Planalto de Santa Catarina e a Secretaria de Desenvolvimento Regional de Santa Catarina (SDR) Campos Novos, enquanto que Anita Garibaldi faz parte da Associação dos Municípios da Região Serrana e a SDR de Lages.



FIGURA 1 - RODOVIA SC-458 ENTRE OS MUNICÍPIOS DE CELSO RAMOS E ANITA GARIBALDI  
FONTE: ENGEMIN (2012)

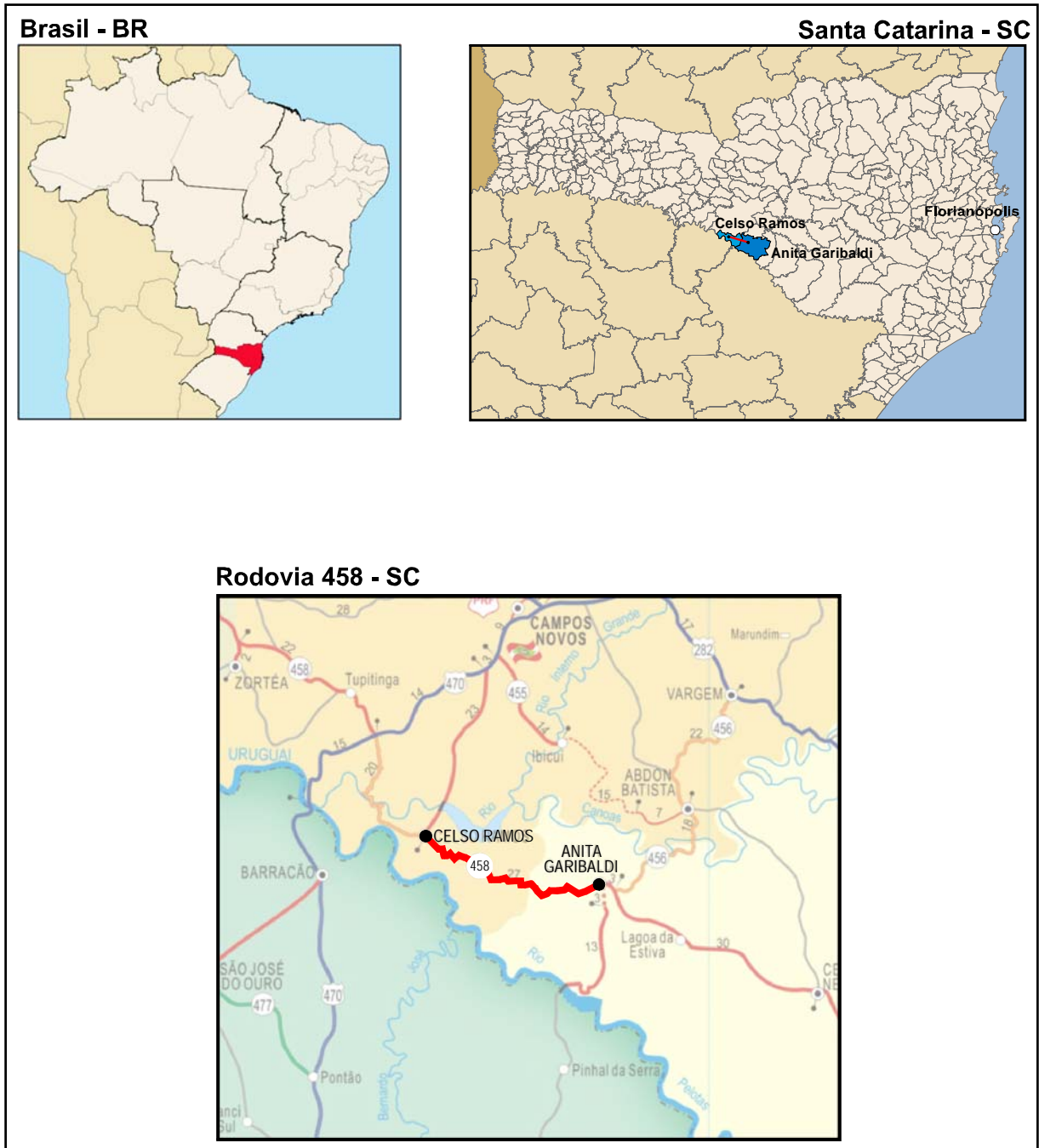


FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO DA RODOVIA SC-458 EM PROJETO  
 FONTE: ENGEMIN (2012)

### 3.1.2 Condições da rodovia existente e aspectos gerais da região

O segmento da SC-458 em projeto se desenvolve em sentido leste-oeste, trata-se de uma via não pavimentada, com um volume de tráfego médio de 315 veículo/dia, incluindo automóveis/utilitários, ônibus e caminhões.



FIGURA 3 - CONDIÇÕES ATUAIS DA SC-458, VIA NÃO PAVIMENTADA  
FONTE: ENGEMIN (2012)

### 3.1.3 Traçado proposto

O traçado em projeto apresenta uma extensão total de 24.800 m. Tem início em Celso Ramos, na Avenida Dom Daniel Hoste e o ponto final, localizado no perímetro urbano de Anita Garibaldi, há aproximadamente 60 m após o fim do pavimento asfáltico, no cruzamento com a Rua Ângelo Feltrin (Figura 4). O corredor adotado para a pavimentação respeita o traçado já existente.



FIGURA 4 - PONTO FINAL DO SEGMENTO EM PROJETO  
 FONTE: ENGEMIN (2012)

### 3.1.4 Geometria, características técnicas e terraplenagem

A SC-458 foi projetada para rodovia categoria CIII, em relevo montanhoso, velocidade de projeto de 40/60 km/h.

A faixa de domínio ao longo do trecho é de 30 m, sendo 15 m para cada lado do eixo projetado. A seção transversal é de pista simples, com largura das faixas de rolamento de 3,25 m cada, com acostamentos de 1,50 m. O raio mínimo horizontal é de 40 m e a inclinação máxima de 10%.

Foram previstas terceiras faixas, com largura adotada de 3,00 m, com *tapers* de aceleração e desaceleração, sem acostamentos, nos seguintes segmentos:

- km 1+670 – km 2+580 (lado direito)
- km 9+300 – km 10+530 (lado direito)
- km 13+630 – km 14+910 (lado esquerdo)
- km 21+080 – km 22+870 (lado direito)
- km 23+550 – km 24+590 (lado esquerdo)

Foram também projetados refúgios, que são alargamentos a serem executados na pista de rolamento. Serão pavimentados e sinalizados e servirão

como parada de ônibus, além de acessos secundários à rodovia que tiveram tratamento de acordo com a classe de via secundária, o tipo e o volume de tráfego.

Os taludes de cortes em solo foram projetados com declividades de 1:1 (relação horizontal/vertical), enquanto que os cortes em rocha, 1:4. Já os taludes dos aterros apresentam inclinação de 3:2, sendo que nos locais onde o terreno natural apresenta declividade transversal maior que 25%, os alargamentos dos aterros existentes deverão ser escalonados. A camada final dos aterros terá 0,60 m de espessura e foi projetada integralmente com material oriundo das escavações dos cortes.

Em cortes deverá ser executado rebaixo do subleito através da escavação do material a uma profundidade de 0,40 m abaixo da camada final de terraplenagem. A superfície resultante deverá ser escarificada até uma profundidade de 0,20 m e em seguida compactada. O aterro deve ser complementado com camadas compactadas de 0,20 m de espessura até se atingir a camada final de terraplenagem. Para os cortes em rocha foi considerado rebaixamento de 0,40 m. Este rebaixo será preenchido por material selecionado, formando uma camada drenante.

Solos moles (hidromórficos), se encontrados, deverão ser removidos e substituídos por solos de melhor qualidade, formando-se antes, na base, um enrocamento drenante com os blocos extraídos dos cortes.

Para material de descarte prevê-se bota-fora no km 12+400 (lado esquerdo) da rodovia.

### 3.1.5 Pavimentação

O pavimento projetado com um perfil constituído por cinco centímetros de concreto asfáltico com polímero, 15 cm de brita e 20 cm de macadame seco.

### 3.1.6 Drenagem

O projeto de drenagem previu como drenagem superficial dispositivos tais como sarjetas de corte, valetas de proteção em cortes e aterros, descidas d'água, do

tipo rápido e em degraus, além de obras tubulares ou celulares em concreto na travessia de talvegues, enquanto que para interceptação e rebaixamento do lençol freático foram indicados, nos cortes, drenos longitudinais rasos e profundos.

### 3.1.7 Sinalização e obras complementares

Para a sinalização horizontal deverá ser implantada pinturas de faixas, setas, etc. e na aplicação de tachas e para a vertical através da implantação de placas em pontos laterais à via.

Ao longo da faixa de domínio deverá ser construídas cercas de arame farpado com mourões de concreto armado.

Serão implantadas defensas metálicas do tipo semi-maleável, com os postes de fixação das guias de deslizamento em perfil metálico, na borda externa da pista, em taludes íngremes descendentes.

### 3.1.8 Fontes de materiais

Para composição das camadas de material utilizáveis em base do pavimento, rachão, colchão drenante, material para suporte de pés de aterro, deverá ser utilizado material pétreo importado de fonte comercial, da própria região, no distrito de Ibicuí, no município de Campos Novos/SC.

A areia deverá ser importada do rio Iguaçu, de jazida comercial (Areal Hobi) situado no município de União de Vitória/PR.

Foi pesquisada uma cascalheira, próxima a Celso Ramos, para preenchimento de rebaixos e camada final de aterros (Figura 5).



FIGURA 5 - CASCALHEIRA INDICADA PARA UTILIZAÇÃO DAS OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO DA SC-458

FONTE: ENGEMIN (2012)

## 3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 3.2.1 Definição das áreas de influência

#### 3.2.1.1 Área de Influência Indireta

A região considerada para a área de influência indireta, no caso do meio físico, é uma faixa de 5 km para cada lado do eixo da rodovia projetada.

#### 3.2.1.2 Área de Influência Direta

Entende-se por área de influência direta a região onde estima que haverá manifestações dos efeitos das ações de implantação (movimentação de terras, desapropriações, aumento do tráfego de veículos, aumento de material particulado em suspensão, aumento de ruídos, etc.), construção (demolições de reconstruções) e operação do projeto. Na realidade as extensões e os limites da(s) AID(s) variam,

não só de acordo com o meio (físico, biótico e socioeconômico), como os “fatores ambientais” componentes desses meios.

Assim, em princípio, para o fator “solo e subsolo” os limites admitidos correspondem à área onde se situarão as obras de terraplenagem, canteiros de obras e construções; para o fator “clima e ar”, uma pequena região com centro no local do canteiro de obras e do empreendimento, propriamente dito, e para os demais fatores, a região indiretamente afetada corresponde aos arredores do local onde está sendo prevista a implantação da rodovia, mais as áreas a serem modificadas por bota-foras, jazida, ou que representem áreas de utilização direta, na fase de operação, ou seja, a área onde haverá o tráfego de automóveis e caminhões e de implantação de facilidades marginais. Apesar destes fatos, entretanto, adotou-se para o meio físico uma faixa com largura de 100 m para cada lado, ao longo de toda a extensão da rodovia.

### 3.2.2 Diagnóstico ambiental das áreas de influência

#### 3.2.2.1 Clima

A Climatologia ocupa-se da compreensão dos padrões de comportamento da atmosfera e suas interações com as atividades antrópicas e com a superfície da Terra, num determinado período de tempo, sendo que para a Organização Meteorológica Mundial (OMM) este intervalo é de 30 anos. Os elementos que constituem o clima são a temperatura, a umidade e a pressão atmosférica.

Esses elementos são influenciados pela latitude, altitude, maritimidade, continentalidade, vegetação e ações antrópicas. A todos esses fatores superpõem-se ainda a circulação e a dinâmica atmosférica (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

O presente trabalho apresenta informações sobre o clima da região de Anita Garibaldi, especificamente temperatura e precipitação. Os dados aqui apresentados são da Estação Meteorológica de Anita Garibaldi (Quadro 2), sendo que para as informações de temperatura compreende os anos entre 1980 e 2011, com ausência de leituras dos anos de 1983 e 1984, entre 1989 e 1992, e 1999, compondo uma



série de dados de cerca de 24 anos, enquanto que para os dados pluviométricos o período é de 1965 até 2011, totalizando uma série histórica de 46 anos.

A partir dos dados tabulados foram gerados gráficos de temperatura e precipitação.

<b>Código</b>	02751001
<b>Nome</b>	ANITA GARIBALDI
<b>Código Adicional</b>	-
<b>Bacia</b>	RIO URUGUAI (7)
<b>Sub-bacia</b>	RIO CANOAS (71)
<b>Rio</b>	-
<b>Estado</b>	SANTA CATARINA
<b>Município</b>	ANITA GARIBALDI
<b>Responsável</b>	ANA
<b>Operadora</b>	CPRM
<b>Latitude</b>	27°41'32"S
<b>Longitude</b>	51°07'46"O
<b>Altitude (m)</b>	800

QUADRO 2 - DADOS DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE ANITA GARIBALDI  
 FONTE: ANA, HIDROWEB (2012)

### 3.2.2.1.1 Dinâmica atmosférica regional

#### 3.2.2.1.1.1 Massas de ar

Quatro sistemas atmosféricos associados aos fatores geográficos determinam o clima: a MPa (Massa Polar Atlântica, originada no Anticiclone Migratório Polar), a MTa (Massa Tropical Atlântica, originada no Anticiclone Semi-Fixo do Atlântico), a MEc (Massa Equatorial Continental, originada no Centro de Ação da Amazônia – Doldrum) e a MTc (Massa Tropical Continental, originada da Depressão do Chaco).

A Massa Polar Atlântica (MPa) origina-se numa região mais fria do que o continente em qualquer estação do ano. Quando às latitudes brasileiras, a massa se aquece pela base, aumentando a umidade, por isso, ela é crescente estável, com pancadas de chuvas, nevoeiros, entretanto, como se trata de uma massa fria, a nebulosidade é pouco densa e consideravelmente menor durante a noite.

A Massa Tropical Atlântica (MTa) tem origem no centro de altas pressões subtropicais do Atlântico e, portanto, caracteriza-se por temperatura e umidade elevadas. Atua principalmente no verão, através de correntes de leste e de nordeste, trazendo bastante umidade e calor.

A Massa Equatorial Continental (MEc) é formada na porção centro-ocidental da planície Amazônica, caracterizando-se por ser uma massa de ar úmida, de elevada temperatura. Desloca-se por correntes de noroeste, oeste e sudoeste e atua principalmente no verão.

A Massa Tropical Continental (MTc) forma-se na região central da América do Sul, no período que compreende o final do inverno e começo da primavera.

#### 3.2.2.1.2 Caracterização climática da região

A região onde está localizado o empreendimento é caracterizada pela transição dos tipos climáticos Cfa e Cfb de Köppen (Figura 6). O tipo Cfa – Clima subtropical mesotérmico, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, não apresentando estação seca definida. Já o tipo climático Cfb – Clima temperado propriamente dito, mesotérmico, com verões frescos, e sem estação seca definida. A letra “C”, segundo esta classificação, indica um clima mesotérmico ou temperado chuvoso e quente. A segunda letra o “f”, significa que as chuvas são bem distribuídas durante o ano, com todos os meses com uma média superior a 60 mm, e a terceira letra que indica a temperatura “a” indica verões quentes.

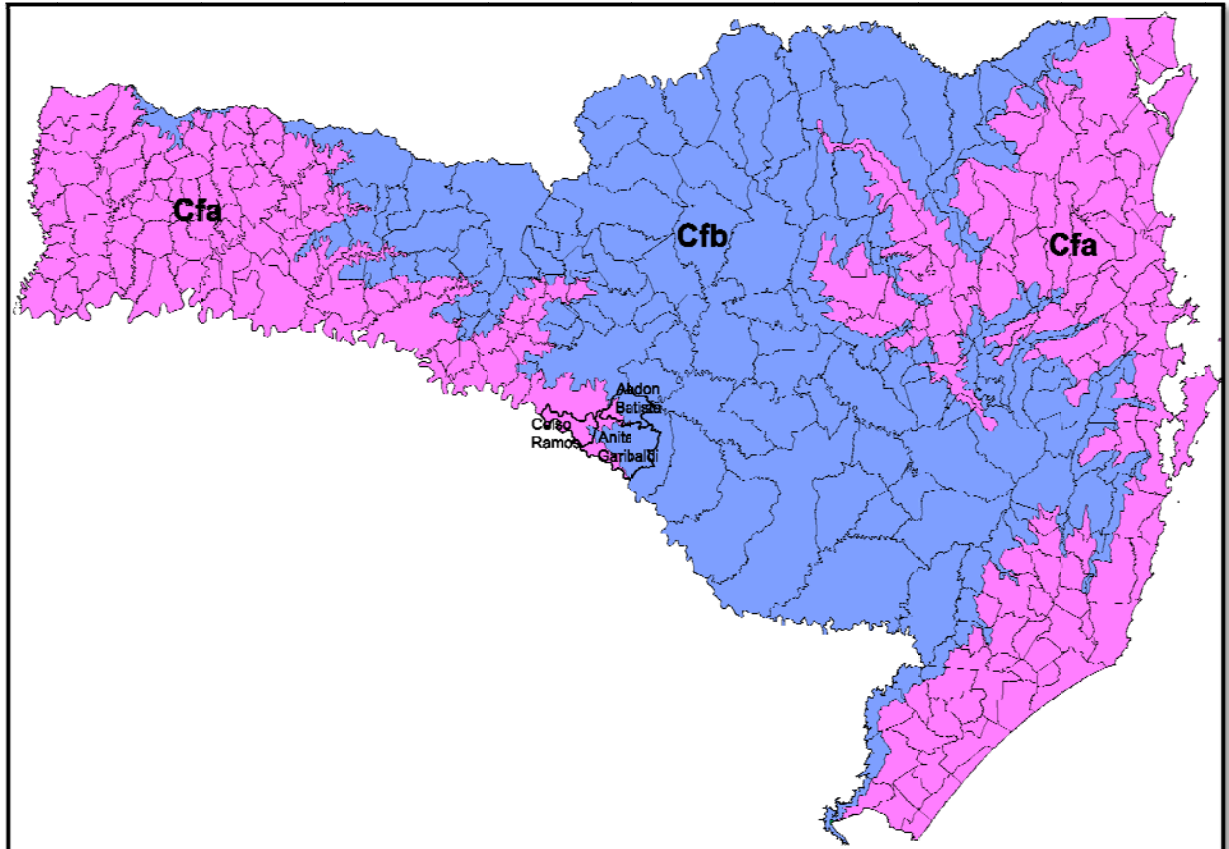


FIGURA 6 - CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA SEGUNDO KÖEPPEN.  
FONTE: MODIFICADO DE EPAGRI (2002)

#### 3.2.2.1.2.1 Temperatura do ar

A região em estudo apresenta uma temperatura média anual de 23,7°C, com temperatura máxima média atingindo 33,3°C, alcançada no mês de janeiro; enquanto a mínima média chega a 9,5°C, nos meses de junho e julho, ou seja, uma amplitude térmica de 23,9°C. No verão a média é de 27,8°C, sendo que janeiro é o mês mais quente, quando as médias atingem 28,3°C. Já no inverno, as temperaturas caem para cerca de 19,6°C, sendo junho e julho os meses mais frios, quando a temperatura fica em torno de 18,8°C. No outono e na primavera as médias são praticamente as mesmas, com 23,9°C e 23,7°C, respectivamente (Figura 7, Figura 8 e Figura 9).

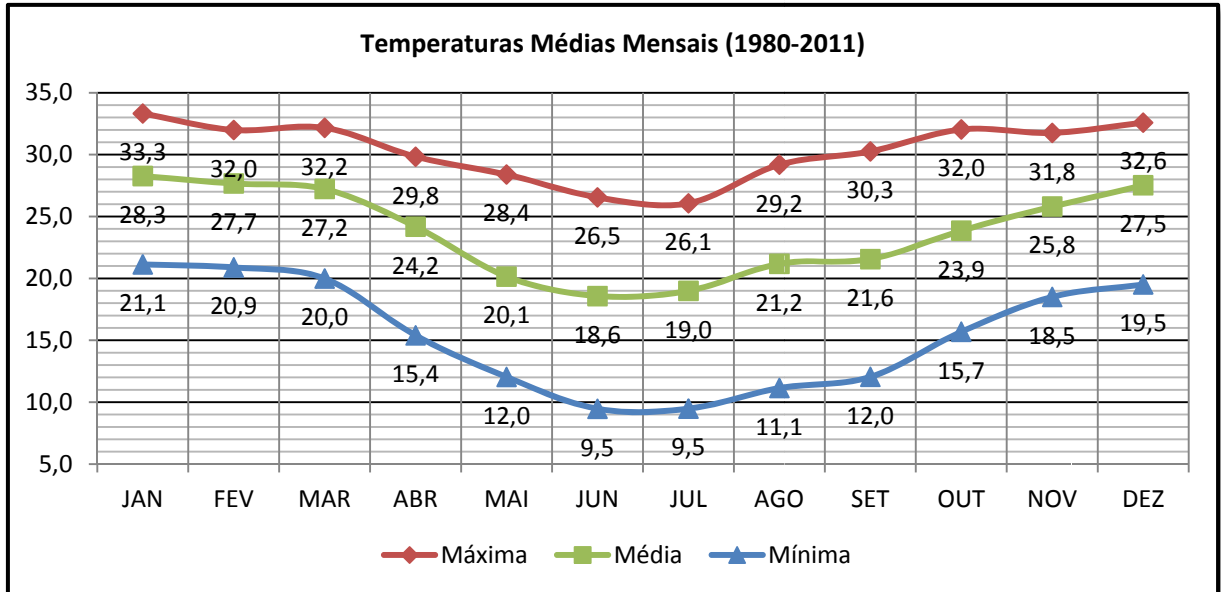


FIGURA 7 - TEMPERATURAS MÉDIAS MENSAIS NO PERÍODO ENTRE 1980 E 2011  
 FONTE: DADOS TRABALHADOS A PARTIR DE ANA, HIDROWEB (2012)

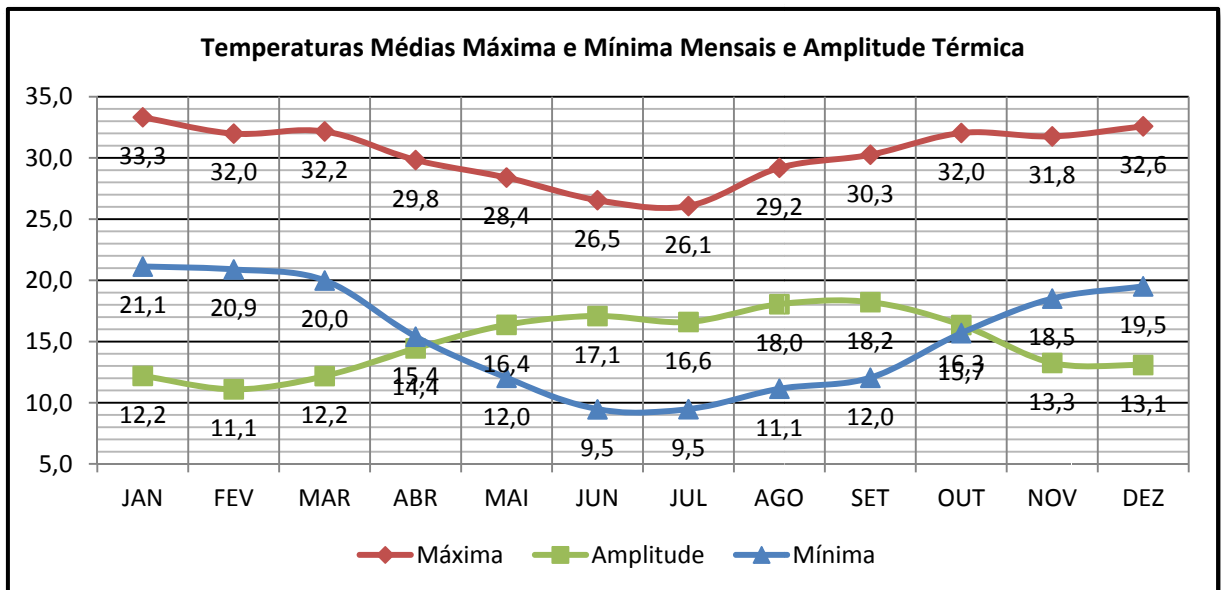


FIGURA 8 - TEMPERATURAS MÉDIAS MENSAIS MÁXIMAS, MÍNIMAS E AMPLITUDE TÉRMICA.  
 FONTE: DADOS TRABALHADOS A PARTIR DE ANA, HIDROWEB (2012).

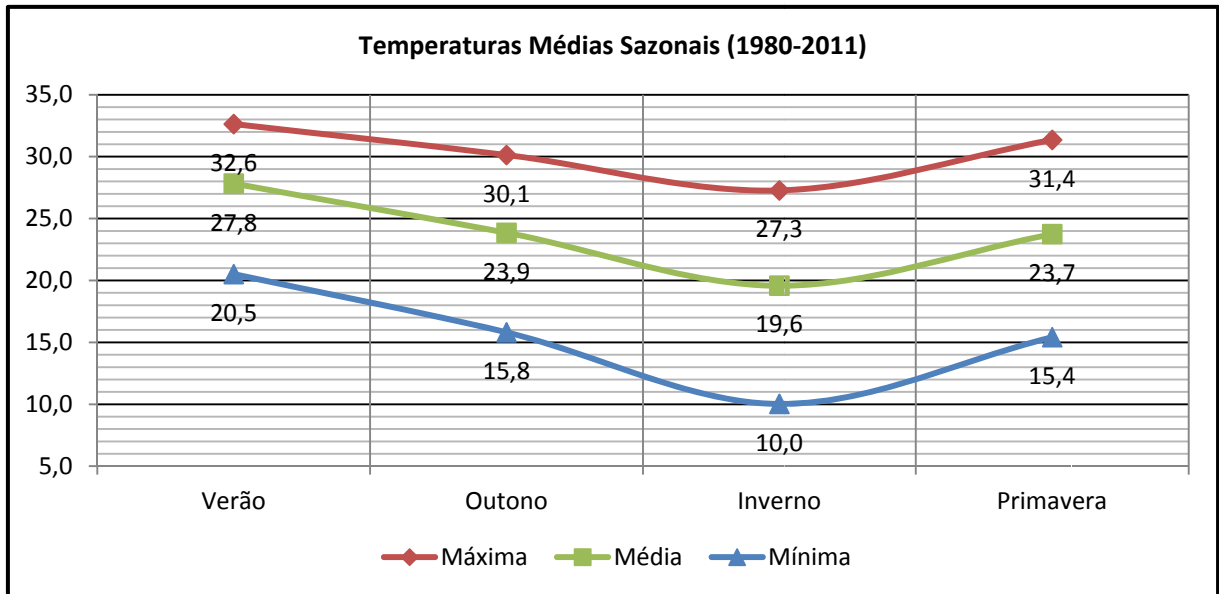


FIGURA 9 - TEMPERATURAS MÉDIAS MENSIS NO PERÍODO ENTRE 1980 E 2011  
 FONTE: DADOS TRABALHADOS A PARTIR DE ANA, HIDROWEB (2012)

### 3.2.2.1.2.2 Pluviosidade

A precipitação média anual da região é de 1.768,5 mm, sendo os meses mais chuvosos agosto, setembro e outubro, com 160,6 mm, 163,9 mm e 175,7 mm, respectivamente, e os mais secos, março, maio e dezembro, com 129,8 mm, 127,0 mm e 139,8 mm, respectivamente (Figura 10).

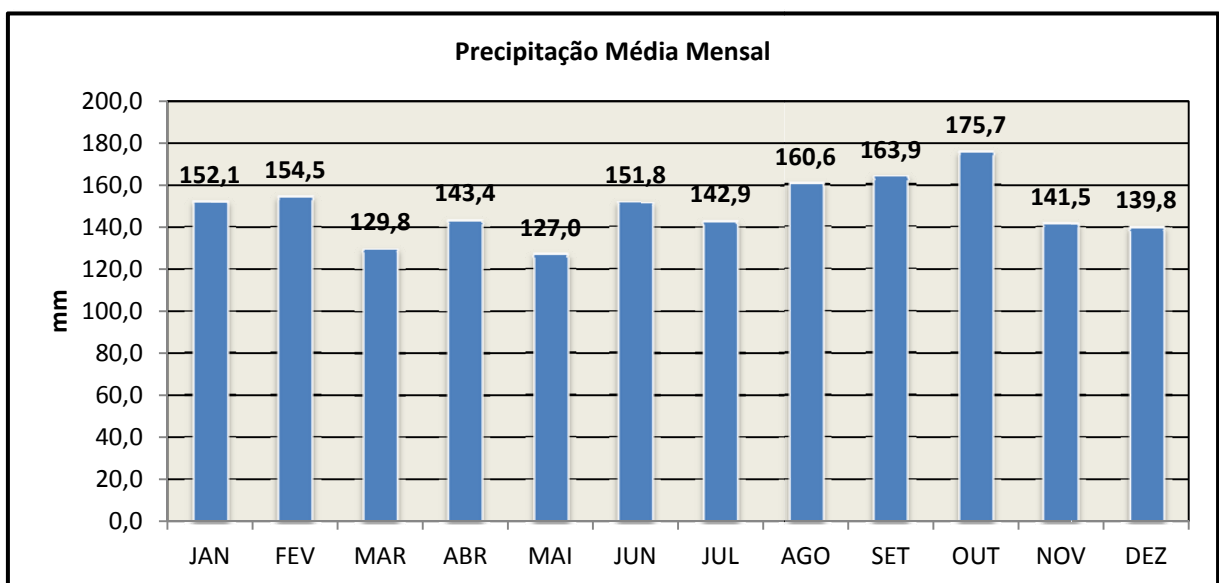


FIGURA 10 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL NO PERÍODO ENTRE 1965 E 2011  
 FONTE: DADOS TRABALHADOS A PARTIR DE ANA, HIDROWEB (2012)

A primavera é a estação mais chuvosa, com uma precipitação média de 160,4 mm. Já o outono é o período que menos chove, com uma média de 133,3 mm (Figura 11).

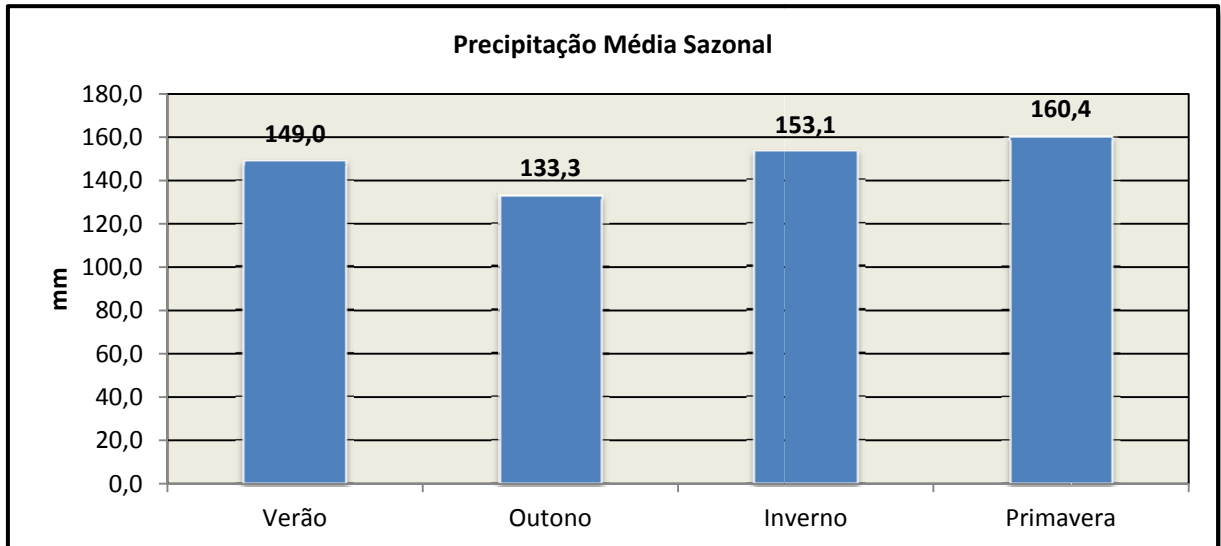


FIGURA 11 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA SAZONAL NO PERÍODO ENTRE 1965 E 2011  
 FONTE: DADOS TRABALHADOS A PARTIR DE ANA, HIDROWEB (2012)

No período de estudo, os anos mais chuvosos foram 1965 (2.307,3 mm), 1977 (2.459,9 mm) e 2011 (2.427,9 mm), enquanto que os menos chuvosos foram 1968 (1007,5 mm), 1974 (810,9 mm) e 1991 (1.254,8 mm) (Figura 12).

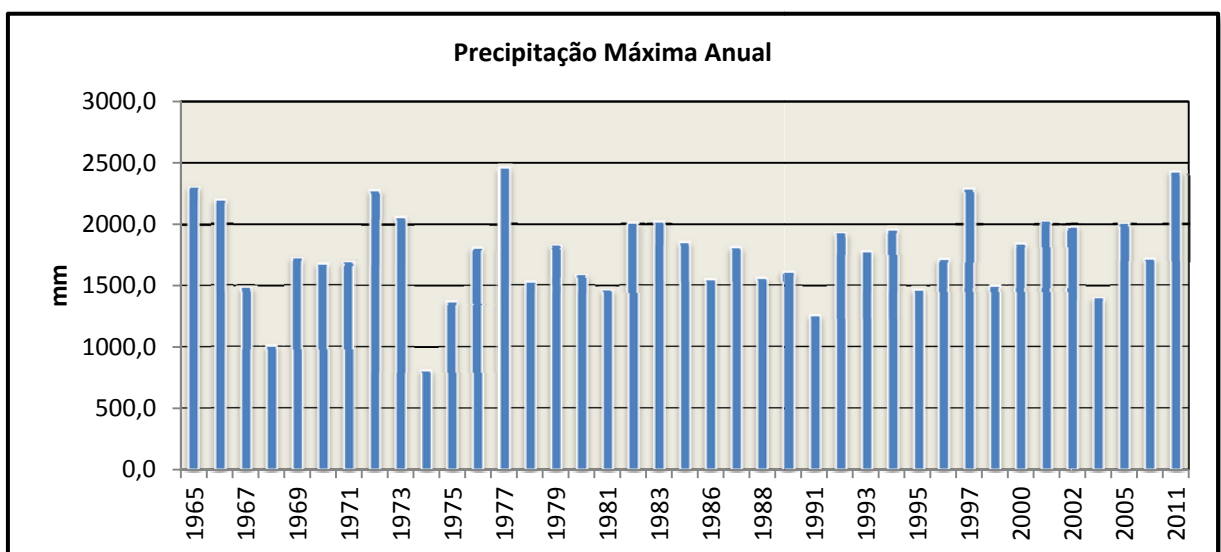


FIGURA 12 - PRECIPITAÇÃO MÁXIMA ANUAL NO PERÍODO ENTRE 1965 E 2011  
 FONTE: DADOS TRABALHADOS A PARTIR DE ANA, HIDROWEB (2012)

### 3.2.2.2 Geologia

A região em estudo é caracterizada por uma associação de rochas vulcânicas, de caráter predominantemente ácido, pertencentes a Formação Serra Geral. Fazem parte de uma fração do evento magmático anorogênico vinculado à etapa final do ciclo tectônico gerador da Bacia do Paraná.

Philipp *et al.* (1994) realizaram um mapeamento sistemático na região, cobrindo as folhas Barracão e Videira (1:50.000), numa área de 1.800 km<sup>2</sup>, nos municípios de Campos Novos, Celso Ramos, Anita Garibaldi e Abdon Batista, com o objetivo principal de fazer um reconhecimento geológico e petrográfico das unidades efusivas, com enfoque subordinado aos aspectos litoquímicos e genéticos (Figura 13).

Segundo os autores, na região estudada, o pacote vulcânico apresenta uma espessura entre 500 a 600 m, onde identificaram cinco unidades básicas sobrepostas por seis unidades ácidas, individualizadas a partir de perfis geológicos e do estudo de testemunho de sondagens cedidos pela Eletrosul. Os critérios por eles utilizados para definir cada unidade foram a ocorrência de zonas amígdalo-vesiculares, de zonas vítreas e de horizontes de brechas de fluxo. Identificaram ainda, diques de diabásio de direção NW, com espessuras métricas, cortando a sequência ácida, indicando a recorrência do magmatismo de composição básica.

A disposição subhorizontal dos derrames e a ausência de deslocamentos tectônicos verticais significativos de blocos rochosos permitiu aos autores estabelecer as cotas onde ocorrem as unidades básicas e ácidas. Os derrames básicos situam-se em cotas inferiores a 580 m, apresentando espessuras entre 15 e 40 m. Nos níveis superiores a 580 m situam-se as unidades ácidas, cuja espessura varia de 60 a 120 m, atingindo altitudes de até 1.050 m, nas proximidades de Anita Garibaldi e Abdon Batista.

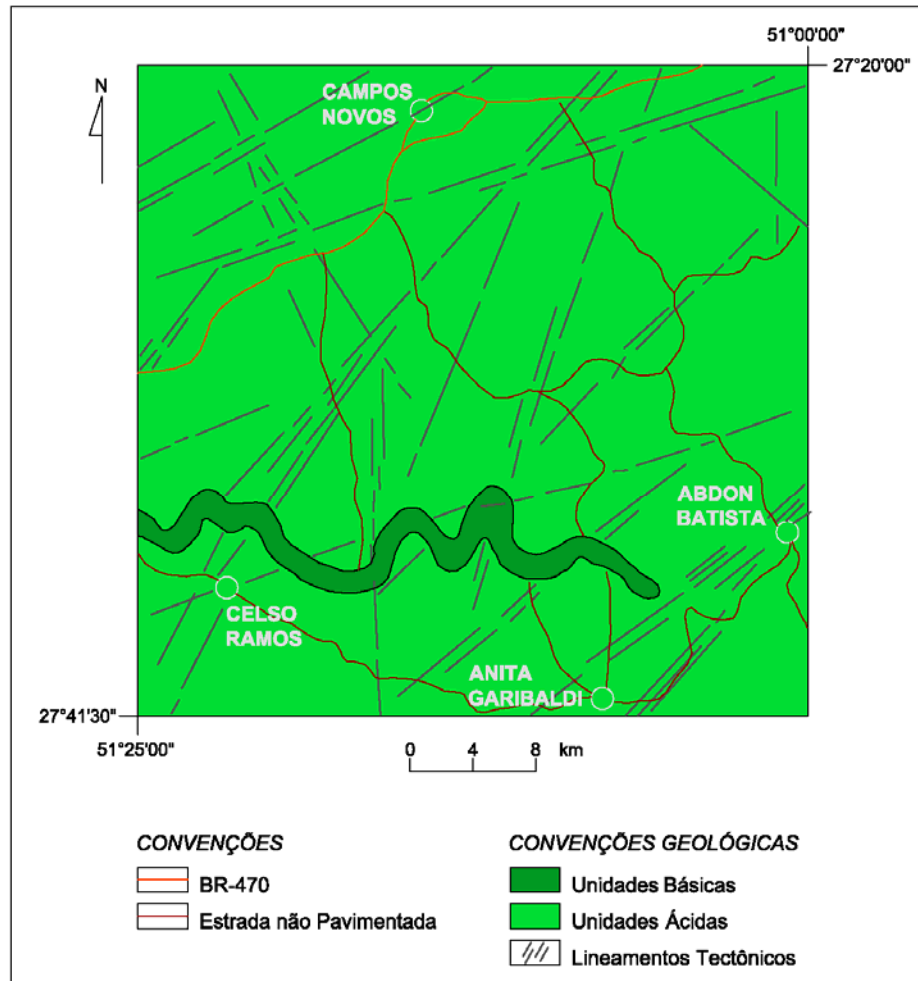


FIGURA 13 - GEOLOGIA DA REGIÃO EM ESTUDO  
 FONTE: MODIFICADO DE PHILIPP *ET AL.* (1994)

### 3.2.2.3 Geomorfologia

O Empreendimento está localizado no Domínio Morfoestrutural Bacias e Coberturas Sedimentares, na Região Planalto das Araucárias, Unidade Geomorfológica Planalto Dissecado Rio Iguaçu/Rio Uruguai.

O relevo da região tem como elemento morfológico principal um extenso platô de rochas ácidas. A dissecação de zonas intensamente fraturadas gerou vales estreitos e profundos, onde o nível de erosão do Rio Canoas alcança as rochas básicas.

De acordo com GAPLAN (1986) a estrada está situada na Região Geomorfológica Planalto das Araucárias. Esta unidade apresenta descontinuidade



espacial devido a sua ocorrência dentro da Unidade Geomorfológica Planalto dos Campos Gerais.

É caracterizada por um relevo muito dissecado, com vales profundos e encostas em patamares; altimetricamente as cotas ultrapassam 1.000 m na borda leste, decaindo até cerca de 300 m gradativamente para oeste e noroeste, em direção ao eixo central da Bacia Sedimentar do Paraná. Este caimento topográfico, para oeste, está diretamente relacionado ao mergulho das camadas da bacia e caracteriza o relevo da área como planalto monoclinal.

A Unidade Geomorfológica Planalto Dissecado Rio Iguaçu/Rio Uruguai apresenta modelados resultantes dos processos de dissecção que atuaram na área, associados a fatores estruturais. Estes fatores são dados pela geologia da área, constituída por sequências de derrames das rochas efusivas que se individualizam por suas características morfológicas e petrográficas, principalmente.

Os modelados de dissecção homogênea (Dm1, Dg1, Dg2) e diferencial (D1, D2, D3), com predominância destes últimos, apresentam-se intensamente cortados por vales e sulcos, de profundidade variável em função da potência e do gradiente do rio.

A forma do relevo é dada por um interflúvio estreito de topo plano ou levemente convexizado, interrompido por uma vertente de forte declividade, caracterizando-se, às vezes, como escarpa. Esta vertente apresenta ao longo do declive, degraus que configuram patamares. De acordo com o encaixamento do vale, podem ocorrer entre um e quatro degraus, como nos vales dos rios Canoas e Pelotas, que constituem uma das áreas de maior energia do relevo nesta unidade. Nestas encostas com patamares ocorrem frequentemente anfiteatros erosivos e ravinas, já cobertos por vegetação de mata.

A drenagem apresenta características semelhantes em toda a unidade, uma vez que se acha fortemente controlada pela estrutura. São rios com cursos sinuosos e vales encaixados, com patamares nas vertentes. O controle estrutural é evidenciado pela retilinização de segmentos do rio, pelos cotovelos e pela grande ocorrência de lajeados, corredeiras, saltos, quedas e ilhas.

#### 3.2.2.4 Solos

Na região são encontrados, segundo EPAGRI (2002), dois tipos de solos: *Nitossolos* representados pela Associação Terra Bruna/Roxa Estruturada Álica A proeminente textura muito argilosa, relevo ondulado + Cambissolo Álico Tb A proeminente, textura argilosa, relevo suave ondulado e ondulado, ambos floresta subtropical perenifólia (TBRa6); e por *Cambissolos*, caracterizados pela Associação Cambissolo Álico Tb A proeminente, textura muito argilosa, relevo ondulado + Solos Litólicos Eutróficos A chernozêmico, textura média, relevo forte ondulado (substrato efusivas da Formação Serra Geral), ambos fase pedregosa floresta subtropical perenifólia (Ca44) e pela Associação Cambissolo Álico Tb A húmico, textura muito argilosa, relevo suave ondulado + Solos Litólicos Distróficos A húmico, textura média, fase pedregosa, relevo ondulado (substrato efusivas da Formação Serra Geral), ambos floresta subtropical perenifólia (Ca67).

##### 3.2.2.4.1 Nitossolos

Segundo EMBRAPA (1998) a associação TBRa6 ocorre na microrregião Campos de Curitiba, estando concentrada, principalmente nos municípios de Celso Ramos, Abelardo Luz e Ponte Serrada.

Os solos desta associação encontram-se numa proporção estimada de 50 e 40%, respectivamente. Os outros 10% são representados pelas inclusões. O primeiro componente ocorre normalmente nas superfícies de topografia mais suave, enquanto que o segundo ocupa o relevo mais movimentado.

##### 3.2.2.4.2 Cambissolos

Os solos integrantes da associação Ca44, de acordo com EMBRAPA (1998), encontram-se numa proporção estimada de 55 e 30%, respectivamente. Os 15% restantes são ocupados pelas inclusões. O primeiro componente ocorre normalmente nas superfícies de topografia de topografia mais suave, enquanto que

o segundo situa-se nas encostas mais declivosas, principalmente no relevo forte ondulado.

Estes solos praticamente não são utilizados para agricultura, estando basicamente coberta por vegetação natural ou pastagem. Isso se deve a baixa fertilidade natural e a presença de elevados teores de alumínio trocável no primeiro componente, sendo que o segundo, embora dotado de uma fertilidade natural elevada, torna-se pouco recomendável a uma agricultura mecanizada devido a pouca profundidade do perfil, à pedregosidade e ao relevo forte ondulado onde ocorre.

Já a associação Ca67, segundo EMBRAPA (1998), tem ocorrência na microrregião Campos de Curitiba, concentrada, principalmente nos municípios de Anita Garibaldi e Campos Novos.

Os solos integrantes encontram-se numa proporção estimada de 50 e 35%, respectivamente. Os 15% restantes são ocupados pelas inclusões. O primeiro componente é comumente encontrado em relevo suave ondulado de vertentes curtas e nas encostas menos declivosas do relevo ondulado, ficando a maior parte deste último ocupado pelos Solos Litólicos.

#### 3.2.2.5 Hidrografia

O segmento em projeto está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Canoas, que tem sua nascente entre a Serra Anta Gorda e a Serra da Boa Vista, na divisa dos municípios de Anitápolis, Santa Rosa de Lima e Bom Retiro, aproximadamente a 100 km do litoral. Após passar por Celso Ramos, encontra-se com o Rio Pelotas, formando assim, o Rio Uruguai.

A rodovia corta duas principais sub-bacias a do Arroio dos Félix e a do Arroio dos Antunes.

### 3.3 METODOLOGIA ADOTADA

Para o presente trabalho adotou-se a metodologia semiquantitativa desenvolvida por Lopes e Queiroz (REIS *et al.*, 2012), cuja a aplicação se dá na utilização sequencial de quatro matrizes.

A primeira, denominada de "matriz de identificação" é uma matriz do tipo "Leopoldo", que seleciona as atividades que serão desenvolvidas para a execução da obra e os fatores ambientais impactáveis.

A seguir, o segundo tipo de matriz utilizada, é a denominada de "matriz de qualificação" na qual os impactos anteriormente identificados passam a ser qualificados em termos de suas características, consideradas importantes e/ou decisivas. Na sua aplicação os impactos são assim classificados:

- fase de ocorrência: construção, operação ou desativação
- tipo: adverso, benéfico ou nulo;
- atributos: evitável, inevitável atenuável ou inevitável não atenuável;
- probabilidade de ocorrência: incerta, provável ou certa;
- periodicidade: permanente, cíclico ou temporário;
- abrangência: local, regional ou estratégica;
- reversibilidade: reversível ou irreversível;
- magnitude: grande, média ou pequena, e
- importância: grande, média ou pequena.

Na terceira de matriz, denominada "matriz de hierarquização", cada um dos impactos detectados na "matriz de identificação" é confrontado com suas características constantes da "matriz de qualificação", transformadas em valores numéricos, utilizando-se de uma escala de 1 a 3 que, corresponde aos conceitos "pequeno", "médio" e "grande". Assim, à classificação dos impactos apresentados anteriormente são atribuídos os valores apresentados no Quadro 3.

Classificação dos Impactos		Valoração
Tipo	Adverso	-
	Benéfico	+
	Nulo	0
Atributos	Impacto negativo inevitável e não atenuável ou positivo potencializável	3
	Impacto negativo inevitável, mas atenuável	2
	Impacto negativo evitável ou positivo não potencializável	1
Probabilidade de ocorrência	Certa	3
	Provável	2
	Incerta	1
Periodicidade	Permanente	3
	Cíclico	2
	Temporário	1
Abrangência	Estratégica	3
	Regional	2
	Local	1
Reversibilidade	Irreversível	3
	Reversível	1
Magnitude	Grande	3
	Média	2
	Pequena	1
Importância	Grande	3
	Média	2
	Pequena	1

QUADRO 3 - VALORAÇÃO PARA CADA UM DOS TIPOS DE CLASSIFICAÇÃO DOS IMPACTOS  
 FONTE: BASEADO EM REIS *ET AL.* (2012)

A obtenção do "valor numérico relativo" representativo da importância hierárquica de cada impacto previsto se dá pelo cálculo do produto dos valores atribuídos às diversas características de cada um deles.

Esses resultados são revertidos novamente em conceito, conforme mostrado no Quadro 4.

<b>Produto</b>	<b>Conceito</b>
0	Inexistente
>0 a < 12	Fraco
> 12 a < 20	Moderado
> 120 a < 1.200	Forte
> 1.200	Muito forte

QUADRO 4 - RELAÇÃO ENTRE O PRODUTO OBTIDO NA "MATRIZ DE HIERARQUIZAÇÃO" E SEU RESPECTIVO CONCEITO

FONTE: BASEADO EM REIS *ET AL.* (2012)

A quarta matriz, denominada de "matriz de somatórios e médias", traz o cálculo das médias e somatórias dos produtos dos impactos, isto é, de seus "valores numéricos relativos", para as fases de construção e operação. Assim como na matriz anterior os valores são transformados em conceitos (Quadro 4).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

#### 4.1.1 Análise do projeto e seleção das ações impactantes do empreendimento

A partir da avaliação crítica do projeto de engenharia da SC-458 (ENGEMIN, 2012), sobre o pano de fundo do conhecimento da região, expresso no diagnóstico ambiental, apresentado no item 3.2.2 Diagnóstico ambiental das áreas de influência, foi possível selecionar todas as atividades relacionadas aos projetos que apresentam ou podem apresentar significativo potencial de alteração ambiental sobre o meio físico. Essas atividades, listadas no Quadro 5, foram denominadas “Ações Potencialmente Impactantes”.

Fases do Projeto	Ações Potencialmente Impactantes
Construção	Mobilização do pessoal e equipamentos
	Instalação do canteiro de obras
	Marcação do eixo e demarcação da faixa de domínio
	Abertura de acessos
	Retirada da vegetação
	Liberação da faixa de domínio
	Execução das obras de arte correntes e especiais
	Execução de terraplenagem
	Execução da drenagem
	Execução da pavimentação
	Execução das obras complementares
	Desativação do canteiro de obras
Operação	Abertura da via ao tráfego
	Instalação e operação do dispositivo de conservação viária e ambiental

QUADRO 5 - FASES DO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO E AÇÕES POTENCIALMENTE IMPACTANTES

#### 4.1.2 Seleção dos fatores ambientais impactáveis

Durante a execução do diagnóstico das áreas de influência do empreendimento e, principalmente, após sua conclusão, foi possível selecionar os fenômenos ou as situações passíveis de alteração (variáveis ou fatores ambientais),

a partir da implantação do empreendimento. A lista decorrente dessa seleção consta do Quadro 6, para cujo entendimento é importante considerar, ainda que de modo geral, quando ocorrem impactos ambientais sobre um determinado fator, raramente eles se restringem a esse fator, havendo usualmente, um certo efeito sinérgico sobre outros fatores. Entretanto, é também usual que o efeito mais notável ou sensível se dê sobre um determinado Fator e Meio, por isso, até mesmo por uma questão de sistematização metodológica, costuma-se isolar Fatores para evitar lacunas e facilitar o entendimento.

Fator	
1	Paisagem
2	Nível de ruídos e vibrações e Qualidade do ar
3	Qualidade das águas superficiais e subterrâneas
4	Estabilidade dos terrenos

QUADRO 6 - FATORES CONSIDERADOS NA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

#### 4.1.3 Elaboração da matriz de impactos

Nesta fase, as listagens de “Ações Potencialmente Impactantes” e “Fatores Ambientais” foram organizadas em uma matriz, que permitiu a verificação das relações entre as atividades previstas para as obras e as características ambientais da área de influência. Da análise dessas relações, resultou a identificação dos impactos ambientais que foram a seguir classificados e posteriormente descritos. A Figura 14 reproduz a Matriz de Identificação de Impactos Ambientais.



AÇÕES POTENCIALMENTE IMPACTANTES  FATORES AMBIENTAIS IMPACTÁVEIS	Construção											Operação		
	Mobilização do pessoal e equipamentos	Instalação do canteiro de obras	Marcação do eixo e demarcação da faixa de domínio	Abertura de acessos	Retirada da vegetação	Liberação da faixa de domínio	Execução das obras de arte correntes e especiais	Execução da terraplenagem	Execução da drenagem	Execução da pavimentação	Execução das obras complementares	Desativação do canteiro de obras	Abertura da via ao tráfego	Instalação e operação do dispositivo de conservação viária e ambiental
1 Paisagem	-	3/5/6	-	3/4/5/6	3/4/5/6	-	3/4/5/6	3/4/5/6	5/6	-	5	3/4/5	-	-
2 Nível de ruídos e vibrações e qualidade do ar	1	1	-	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	-
3 Qualidade das águas superficiais e subterrâneas	2	2/3/4	-	2/3/4	2/3/4	-	2/3/4	2/3/4	2	2	2	2/3/4	2/4	-
4 Estabilidade dos terrenos	-	3/4/6	-	3/4	3/4	-	3/4/6	3/4/6	-	-	-	3/4	-	-

#### Impactos Ambientais Identificados

1. Aumento da emissão de ruídos, vibrações, poeiras e gases
2. Interferências com a qualidade das águas superficiais e subterrâneas
3. Início e/ou aceleração de processos erosivos
4. Carreamento de sólidos e assoreamento da rede de drenagem
5. Extração, movimentação e deposição de solos e outros materiais inservíveis (bota-foras)
6. Instabilização de encostas e taludes artificiais

FIGURA 14 - MATRIZ DE IDENTIFICAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

#### 4.1.4 Descrição dos impactos ambientais identificados e proposição de medidas mitigadoras

##### 4.1.4.1 Impacto 1 - Aumento da emissão de ruídos, vibrações, poeiras e gases

Este impacto ocorrerá nas áreas de canteiros, faixas de domínio e nos arredores da rodovia, com diferentes graus de importância. Nas fases de pré-implantação e construção, as principais fontes de ruídos serão os equipamentos utilizados durante as obras, com especial destaque para a execução da terraplenagem e exploração das jazidas de solos e, que atingirão, além dos

operários em atividade, também a restrita população residente nas proximidades. A emissão de ruídos representa ainda, nestas fases, impacto temporário sobre os indivíduos da fauna local que, pela própria mobilidade, se afastarão do incômodo durante a duração das operações mais ruidosas.

Quanto à emissão de poeiras, causada principalmente durante as operações de terraplenagem, espera-se que sua magnitude seja de pequena monta.

Na fase de operação da rodovia este impacto tornar-se-á permanente e deverá apresentar intensidade crescente no que tange a ruídos e emissão de gases.

Pode-se estimar que de um nível atual de ruído de 30 dB a 40 dB (A), na região coberta por vegetação e na área urbanizada de 50 a 70 dB (A), poderá passar para 70 a 80 dB (A), variando com o horário e os dias da semana. Já no que respeita à questão de poeiras, a significância deste impacto torna-se pequena, ainda mais, admitindo-se a existência e eficácia de um dispositivo de manutenção ambiental que deverá desenvolver controle e fiscalização sobre as fontes emissoras (veículos).

Este impacto será adverso em todas as fases da obra e inevitável, embora possa ser atenuado por medidas específicas. Ele é um impacto de ocorrência certa nas fases de construção e operação, sendo temporário na primeira delas e permanente na fase de operação; sua abrangência será local e sua magnitude e importância podem ser consideradas pequenas em ambas essas fases, embora possa se revestir de importância média nos segmentos de maior ocupação humana.

Medidas Mitigadoras:

Fase de construção

- Planejamento para o transporte de materiais e equipamentos, evitando-se os horários de pico e o período noturno na rodovia;
- controle do teor de umidade do solo, a partir de aspersões periódicas, inclusive nos acessos às obras e
- utilização de equipamentos de segurança, como máscaras, botas, fones de ouvido, luvas, capacetes, etc., pelos funcionários das obras.

## Fase de Operação

- Monitoramento dos níveis de efluentes e ruídos das descargas dos motores a combustão, ao longo da via;
- controle e manejo das velocidades médias e níveis de emissões dos veículos nas rodovias direta e indiretamente beneficiadas e
- divulgação dos resultados do monitoramento e controle às comunidades da região.

### 4.1.4.2 Impacto 2 - Interferências com a qualidade das águas superficiais e subterrâneas

Este impacto poderá ocorrer em duas situações distintas: primeiramente, durante a fase de construção, quando além das possibilidades de geração de sedimentos e assoreamento dos cursos de drenagem, poderão ocorrer vazamentos de efluentes de garagens e oficinas (óleos e graxas), além de águas servidas (banheiros, cozinhas e refeitórios) dos canteiros de obras e outras estruturas de apoio às obras (como áreas de obtenção de materiais de construção, usinas de asfalto e outras). Numa segunda situação, durante a operação do empreendimento, considera-se a possibilidade de acidentes com vazamento de cargas, agravando-se quando do envolvimento de cargas perigosas, que podem provocar a contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

Neste caso, as consequências serão graves para a fauna não só do entorno da rodovia, mas de toda a área de influência indireta, uma vez que os animais são dotados de mobilidade e as águas superficiais também se encarregarão de transportar as substâncias poluidoras. Em um primeiro momento, em caso de um acidente com cargas perigosas, os animais aquáticos serão os primeiros afetados, mas como muitas substâncias tóxicas ficam impregnadas nos organismos, é questão de tempo para que atinja outros animais da cadeia alimentar, nos mais variados níveis tróficos, inclusive o ser humano.

Este impacto pode ser considerado negativo, adverso, atenuável, temporário, de ocorrência provável e de efeito regional, tendo, como consequência, magnitude e importância pequenas, na fase de construção. Na fase de operação, o

mesmo se torna de ocorrência provável e de efeito regional, tendo, como consequência, magnitude e importância médias.

Medidas Mitigadoras:

Fase de Construção

- Utilização de sanitários móveis para os trabalhadores;
- construção de acampamento em condições adequadas de captação de água potável;
- separação das diferentes categorias de resíduos e disposição de lixo em aterros sanitários, ou cooperativas de reciclagem, quando for o caso e
- impermeabilização do local utilizado pela usina de asfalto, oficinas, lavagem e pontos de manuseio, com canaletas que direcionem os produtos (óleo, graxa, etc.) para uma caixa de contenção e/ou caixa separadora, com o intuito de evitar propagar a contaminação proveniente destes locais. As equipes envolvidas diretamente com o uso ou manuseio de produtos químicos deverão utilizar EPI (Equipamento de Proteção Individual), como máscaras luvas, capacetes, protetor auricular, etc. Estes trabalhadores devem ser orientados quanto ao manejo, descarte e armazenamento dos produtos químicos, bem como estruturas de contenção de possíveis vazamentos.

Fase de operação

- Conscientizar os usuários da via (população em geral, moradores e indústrias locais).

#### 4.1.4.3 Impacto 3 - Início e/ou aceleração de processos erosivos

A retirada necessária da vegetação para as obras e os trabalhos de terraplenagem, particularmente quando realizada em áreas mais suscetíveis ao

fenômeno (solos mais arenosos, tipo areias quartzosas, por exemplo), pendentes mais longas e ou fortes, etc. e ainda mais, quando os serviços forem executados em períodos de maior pluviosidade, será a responsável maior pela significância deste impacto, que será sentido não só ao longo da área diretamente afetada pela construção da pista, mas, também e principalmente, junto às áreas de apoio.

Durante o período de operação esse impacto deverá ter seus efeitos extremamente reduzidos, desde que os serviços de manutenção técnica e ambiental sejam atuantes como se espera.

Este impacto é negativo e será adverso e inevitável em todas as fases, mas, em todas elas, atenuável. Ele será temporário na fase de construção, mas permanente na fase de operação e local em todas as fases, sua magnitude e importância, podem ser consideradas médias na fase de construção e pequenas na fase de operação, tendo em vista a grande ocorrência de cortes em materiais de segunda e terceira categorias.

Medidas Mitigadoras:

#### Fase de Construção

- Programação dos serviços de terraplenagem levando em consideração os elementos climáticos, de modo que sejam evitados trabalhos nos meses mais chuvosos, nas regiões mais suscetíveis;
- implantar, rigorosamente, todos os elementos de drenagem previstos em projeto e, se possível, melhorá-los;
- executar a proteção vegetal imediatamente após a construção de cada elemento de terraplenagem (cortes, aterros, etc.). Em casos de taludes altos, fazer a proteção imediatamente após a construção de cada segmento (banquetas) e
- corrigir imediatamente os processos erosivos incipientes, ao longo de taludes de cortes e aterros.

#### Fase de Operação

- Manter um permanente sistema de monitoramento e conservação de todas as estruturas de drenagem e proteção vegetal ao longo da via.

#### 4.1.4.4 Impacto 4 - Carreamento de sólidos e assoreamento da rede de drenagem

Esse impacto é, até certo ponto, consequência do impacto anterior. O material exposto pela terraplenagem e retirado pelas águas pluviais e correntes, será transportado e depositado em locais mais baixos, indo, em última instância, até os cursos de drenagem. Ao atingir os córregos, parte do material (de granulometria mais grossa) deposita-se, imediatamente no fundo, enquanto que a porção mais fina permanece em suspensão por longo tempo, sendo transportada a maiores distâncias ao longo do canal fluvial. A condução desses sedimentos para as regiões alagadas ou corpos d'água pode acarretar num aumento dos parâmetros turbidez, cor e alterar as características fisiográficas desses corpos. Este assoreamento poderá causar a morte da flora e fauna bentônica e provavelmente dos ovos e larvas de peixes, além de modificar a flora aquática associada.

Esse impacto ocorrerá, principalmente, em função dos movimentos de terra necessários às obras, durante a fase de construção, limpeza da faixa de domínio, implantação de canteiros e alojamentos e operações de cortes e aterros.

Um caso particular a ser considerado diz respeito aos cuidados necessários à construção de aterros nas margens e várzeas (planícies aluviais). Esses aterros propiciam um aporte rápido de seus materiais constituintes para as águas, em razão de sua proximidade ao corpo fluvial. Além desse fato, em áreas inundáveis, as águas de enchentes poderão atingir os aterros e erodi-los, se os mesmos não forem convenientemente protegidos.

Outras importantes fontes de sedimentos a serem carreados são os locais de caixa de empréstimo e jazidas e os bota-foras. Devem ser citadas também as escavações necessárias à construção de obras de arte correntes e especiais, bem como os aterros de acesso às mesmas, não tanto por seus volumes, mas, principalmente, por sua proximidade aos cursos d'água.

Do mesmo modo que para o impacto anterior, o carreamento de sólidos com possibilidade de assoreamento da rede de drenagem, acontecerá mais significativamente durante a fase de construção da rodovia, quando os movimentos de terra serão maiores, principalmente, se ocorrerem durante a estação chuvosa e será mais branda durante a operação, quando poderão ocorrer casos de erosão ou deposição nas margens dos cursos d'água interceptados, se forem negligenciadas as atividades de monitoramento e de manutenção rodoviária e ambiental.

Este impacto negativo será adverso e de ocorrência certa; inevitável, mas atenuável e local em todas as fases da obra; temporário na primeira e cíclico na última, mas com magnitude e importâncias grandes na fase de construção e pequena na de operação.

Medidas Mitigadoras:

#### Fase de Construção

Além das medidas recomendadas para a mitigação do impacto anterior, que também o são para este, recomenda-se, ainda, as específicas, listadas abaixo.

- Realizar a recomposição da vegetação ciliar e
- em casos específicos, quando grandes áreas forem desvegetadas nas proximidades de cursos de drenagem, projetar e construir barragens de sedimentação para protegê-los.

#### Fase de Operação

- Monitoramento e manutenção das saias dos aterros executados nas proximidades dos corpos hídricos.

#### 4.1.4.5 Impacto 5 - Extração, movimentação e deposição de solos e outros materiais inservíveis (bota-foras)

Três tipos principais de materiais de descarte, gerados pelo empreendimento, destacam-se como potenciais geradores desse impacto:

- restos de vegetação retirados, incluindo o horizonte orgânico dos solos;
- solos e rochas alteradas geotecnicamente ruins ou saturadas de água, cujo emprego seja impossível, indesejável, difícil ou oneroso (caso dos horizontes C siltosos dos solos), e
- solos orgânicos das várzeas.

Para esses materiais há necessidade de se prever usos ou locais adequados para deposição. Além disso, são necessárias tecnologias de deposição e acumulação compatíveis com uma baixa agressão ambiental, pois em caso contrário, os mesmos poderão resultar em locais de início de processos erosivos e, conseqüentemente, de fornecimento de materiais para o assoreamento dos cursos de drenagem. Sua deposição em pendentes mais abruptas, por exemplo, poderá resultar na desestabilização das mesmas, gerando movimentos coletivos seguidos por processos erosivos acelerados, favorecidos pela desvegetação e pela modificação da própria geometria das encostas. Além disso, o descarte inadequado desses materiais pode representar, ainda, elementos extremamente agressivos à paisagem local, muitas vezes resultando na desestabilização de outras obras, como do próprio leito estradal.

Os depósitos de materiais excedentes ou inservíveis deverão ser tratados como aterros rodoviários, devendo ser compactados, protegidos por hidrossemeadura ou enleivamento, dotados de condição de drenagem adequada e localização preferentemente em terrenos pouco inclinados, sem vegetação de porte, longe de cursos d'água e tendo sua fundação preparada para recebê-lo. Sempre que possível, os mesmos deverão ser dispostos no interior da faixa de domínio.

Este impacto, que é negativo e, no presente caso, permanente, inevitável, atenuável, de ocorrência certa e de abrangência local, apresenta magnitude e importância médias na fase de construção. Na fase de operação, considerando-se que todos os requisitos de localização e construção tenham sido convenientemente atendidos, pode-se reduzir a importância e magnitude a pequenas, podendo, o mesmo impacto, até tornar-se um impacto positivo, na dependência dos usos que sejam dados aos bota-foras.

Medidas Mitigadoras:

Fase de Construção

- Deposição e reserva de solos orgânicos e restos vegetais para o revestimento de taludes de aterros, para facilitar o recobrimento vegetal e



- seguir, criteriosamente, as indicações de Projeto quanto aos locais de bota-foras, respeitando as especificações técnicas e procurando seu engastamento ao terreno natural, segundo critérios adequados de conformação, compactação, recobrimento vegetal, drenagem e outros.

#### Fase de Operação

- Monitoramento e readequação dos bota-foras gerados.

#### 4.1.4.6 Impacto 6 - Instabilização de encostas e taludes artificiais

As encostas naturais são elementos de paisagem que, em climas tropicais e subtropicais como os brasileiros, evoluem rapidamente pela alteração das rochas subjacentes e geração de grandes espessura de regolito.

Esse regolito se acumula nas encostas, mercê da ação da cobertura vegetal que o protege dos agentes erosivos e cujas raízes o estruturam.

Os locais onde deverão ser construídos cortes e aterros altos, quando necessária a remoção da cobertura vegetal, deverão sofrer exposição de exutórias naturais de águas subterrâneas, alteração da drenagem superficial, etc.. Estas modificações e refletirão na alteração das condições de estabilidade das encostas naturais e dos taludes de corte existentes, que poderão resultar em movimentos de massa.

Este impacto é adverso, provável, atenuável, de abrangência local e cíclico. Apresenta maior probabilidade de ocorrência durante o período de construção, mas maiores efeitos adversos durante a fase de operação, quando podem ocorrer acidentes afetando usuários da via. Em razão desses fatos, foi o mesmo classificado como de magnitude e importância médias nas fases de construção e operação.

## Medidas Mitigadoras:

### Fase de Construção

- Buscar posicionar o greide preferencialmente nas camadas do horizonte B dos solos, que são, usualmente, os menos suscetíveis aos processos erosivos;
- desenvolver estudos e projetos de proteção ambiental (drenagem e revestimento vegetal) de boa qualidade para os taludes resultantes de cortes e aterros. No caso de revestimento vegetal, priorizar espécies locais, procurando consorciar gramíneas e leguminosas;
- programação dos serviços de terraplenagem levando em consideração os elementos climáticos, de modo que sejam evitados trabalhos nos meses mais chuvosos;
- implantar, rigorosamente, todos os elementos de drenagem previstos em projeto e, se possível, melhorá-los;
- executar a proteção vegetal imediatamente após a construção de cada elemento de terraplenagem (cortes, aterros, etc.). Nos casos de cortes altos, fazer a proteção imediatamente após a construção de cada segmento (banquetas), e
- corrigir imediatamente os processos erosivos incipientes, ao longo de taludes de cortes e aterros.

### Fase de Operação

- Manter um permanente sistema de monitoramento e conservação de todas as estruturas de drenagem e proteção vegetal ao longo da via.

## 4.2 MATRIZES DE QUALIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DETECTADOS

Uma vez efetuados os cruzamentos entre as Ações do Empreendimento (Quadro 5) e os Fatores Ambientais (Quadro 6) que resultou na detecção de seis impactos ambientais significativos (Figura 14), foram os mesmos caracterizados e

descritos no item 4.1.4 Descrição dos impactos ambientais identificados e proposição de medidas mitigadoras.

Com base nessas descrições elaborou-se uma matriz de qualificação dos impactos ambientais detectados (Figura 15), e as matrizes de hierarquização dos impactos nas fases de construção (Figura 16) e operação (Figura 17), bem como uma matriz de somatórias e médias de valores de impactos por fase do empreendimento (Figura 18).

Qualificação Impactos	Fase	Tipo	Atributos	Ocorrência	Periodicidade	Abrangência	Reversibilidade	Magnitude	Importância
1	Construção	A	lat	C	T	L	Re	Pq	Pq
	Operação	A	lat	C	Pe	L	Re	Pq	Pq
2	Construção	A	lat	C	T	R	Re	Pq	Pq
	Operação	A	Pt	P	Pe	R	Re	M	M
3	Construção	A	lat	C	T	L	Re	M	M
	Operação	A	lat	P	Pe	L	Re	Pq	Pq
4	Construção	A	lat	C	T	L	Re	M	M
	Operação	A	lat	P	Ci	L	Re	Pq	Pq
5	Construção	A	lat	C	T	L	Re	M	M
	Operação	A	E	P	Pe	L	Re	Pq	Pq
6	Construção	A	E	P	T	L	Re	M	M
	Operação	A	E	P	T	L	Re	M	M

*Convenções*

<b>Tipo</b>	A=Adverso	B=Benéfico	Nulo
<b>Atributos</b>	E=Evitável	lat=Inevitável atenuável	Pt=Potenciável
<b>Ocorrência</b>	P=Provável	I=Incerta	C=Certa
<b>Periodicidade</b>	Pe=Permanente	Ci=Cíclico	T=Temporário
<b>Abrangência</b>	L=Local	R=Regional	Es=Estratégico
<b>Reversibilidade</b>	Re=Reversível	I=Irreversível	
<b>Magnitude</b>	G=Grande	M=Média	Pq=Pequena
<b>Importância</b>	G=Grande	M=Média	Pq=Pequena

**Impactos Ambientais Identificados**

1. Aumento da emissão de ruídos, vibrações, poeiras e gases
2. Interferências com a qualidade das águas superficiais e subterrâneas
3. Início e/ou aceleração de processos erosivos
4. Carreamento de sólidos e assoreamento da rede de drenagem
5. Extração, movimentação e deposição de solos e outros materiais inservíveis (bota-foras)
6. Instabilização de encostas e taludes artificiais

FIGURA 15 - MATRIZ DE QUALIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS

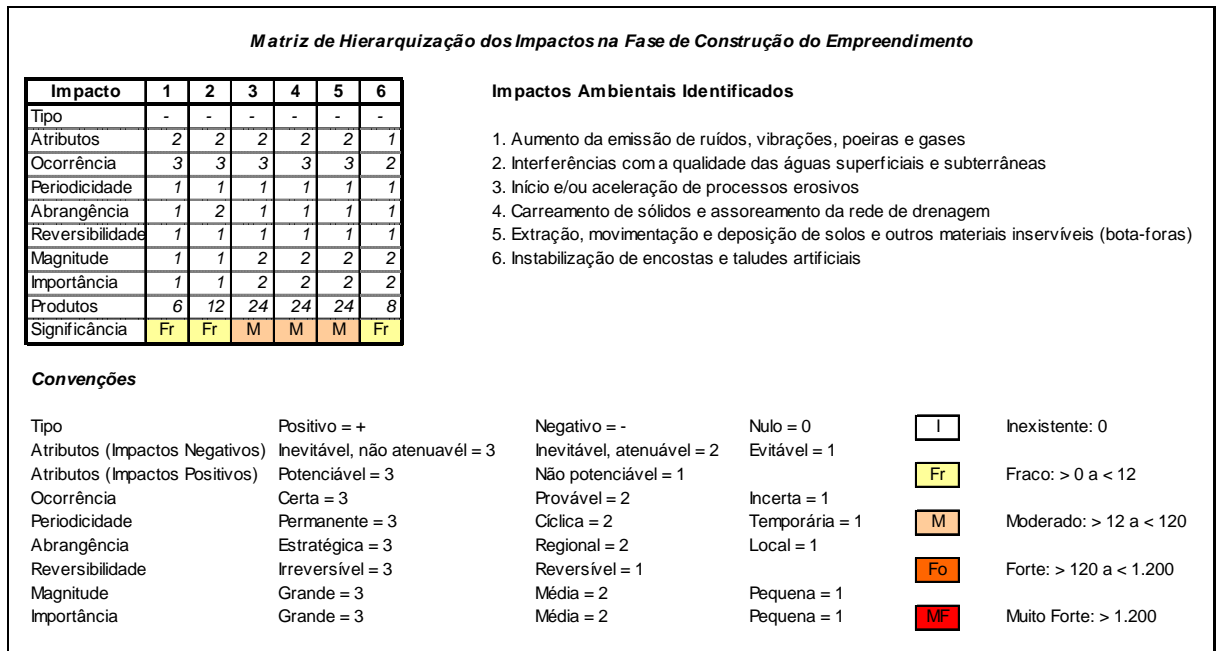


FIGURA 16 - MATRIZ DE HIERARQUIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA FASE DE CONSTRUÇÃO DO EMPREENDIMENTO

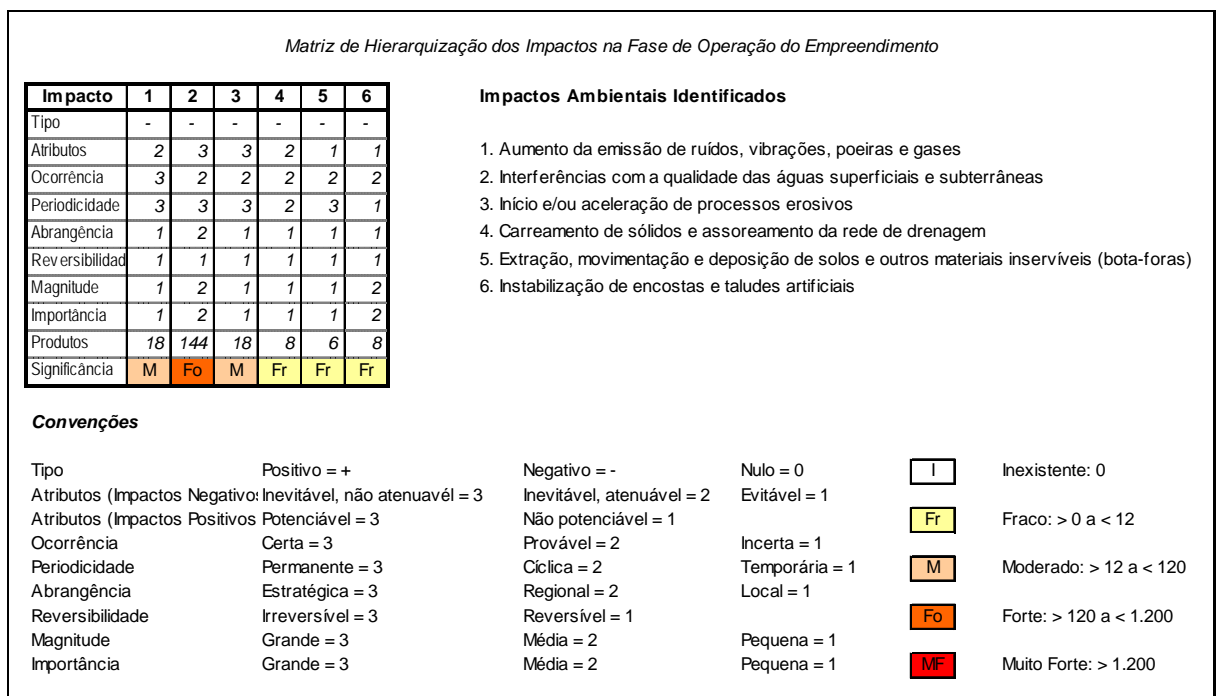


FIGURA 17 - MATRIZ DE HIERARQUIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA FASE DE OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Fase	Construção	Soma		
		Soma -98	Tipo do Impacto Negativo	Significância M
		Média		
	Média -16,33333333	Tipo do Impacto Negativo	Significância M	
Operação	Operação	Soma		
		Soma -98	Tipo do Impacto Negativo	Significância Fo
		Média		
	Média -32,66666667	Tipo do Impacto Negativo	Significância M	

*Legenda*

I	Inexistente: 0
Fr	Fraco: > 0 a <= 12
M	Moderado: 12 a <= 120
Fo	Forte: 120 a <= 1.200
MF	Muito Forte: >1.200

FIGURA 18 - MATRIZ DE SOMATÓRIAS E MÉDIAS DE VALORES DE IMPACTOS AMBIENTAIS POR FASE DE EMPREENDIMENTO

## 5 CONCLUSÕES E/OU RECOMENDAÇÕES

A análise da matriz de detecção dos impactos ambientais mostra que seis impactos ambientais significativos sobre o meio físico são esperados como consequência da implantação e pavimentação da SC-458, nas fases de construção e operação.

A análise das matrizes de qualificação por sua vez mostra que dos seis impactos previstos todos são negativos nas fases de construção e operação.

A análise das Matrizes de Hierarquização mostra que:

- na fase de construção ocorrem três impactos negativos fracos (1, 2 e 6);
- na mesma fase de construção ocorrem três impactos negativos moderados (3, 4 e 5);
- na fase de operação ocorrem três impactos negativos fracos (4, 5 e 6), e
- na mesma fase de operação ocorrem dois impactos negativos moderados (1 e 3).

A partir dessas observações pode-se constatar que:

- na fase de construção os impactos são predominantemente negativos (fracos e moderados), mas
- na fase de operação, ainda que continuem a dominar os impactos negativos fracos e moderados, há ocorrência de um impacto negativo forte.

Dessa análise pode-se concluir que o empreendimento, do ponto de vista do meio físico, apresenta-se negativo moderado na fase de construção e negativo moderado a forte na operação. Entretanto, se aplicadas as medidas mitigadoras propostas e considerando o aproveitamento do corpo estradal existente, além da conserva na fase de operação, os impactos podem ser bastante minimizados.

## REFERÊNCIAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE AGUÁS. Hidroweb – Sistema de Informações Hidrológicas. **Séries Históricas.** Disponível em <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?Tocltem=1080&TipoReg=7&MostraCon=trua&CriaArq=false&TipoArq=0&SerieHist=true>>. Acesso em: 26 jul. 2012.

ARAUJO, P. G. M. **Proposta de Método Alfanumérico de Avaliação de Impacto Ambiental como Ferramenta para Prognósticos de Estudos Ambientais.** 113 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente Urbano e Industrial) - Senai e Universitat Stuttgart, Curitiba, 2012.

BANDEIRA, C.; FLORIANO, E. P. **Avaliação de impacto ambiental de rodovias.** Santa Maria: ANORGS, 2004. 68p.

BELLIA, V.; BIDONE, E. D. **Rodovias, recursos naturais e meio ambiente.** Niterói: EDUFF, 1993. 288p.

BRITO, E. R. **Avaliação qualitativa de impactos ambientais decorrentes do empreendimento denominado "praias fluviais" no estado de Tocantins.** 124 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

DER-PR - DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO PARANÁ. **Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias.** Curitiba: SETR/DER e UFPR/FUPEF, 2000. 246p.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual para Atividades Ambientais Rodoviárias.** Rio de Janeiro: DNIT, 2006. 437p.

GARIBALDI, C. M.; SOARES, L. e FORTES, R. M. Instrumentos de gestão ambiental aplicados aos empreendimentos rodoviários. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 35., 2004, Rio de Janeiro. **Anais...** Disponível em: <<http://rodoviasverdes.ufsc.br/files/2010/03/Gestao-de-Ambiental-em-Rodovias.pdf>>. Acesso em: 12/10/2012.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de Santa Catarina.** Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, Boletim de Pesquisa n.º 6, 1998.

ENGEMIN ENGENHARIA E GEOLOGIA LTDA. **Projeto Executivo de Pavimentação da SC-458**. Trecho Celso Ramos - Anita Garibaldi. Pinhais: DEINFRA, 2012.

EPAGRI - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA S.A. **Mapa de Solos**. Unidade de Planejamento Regional Meio Oeste Catarinense UPR 2. Escala 1:250.000. Florianópolis, CIRAM: 2002.

EPAGRI - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA S.A. **Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 2002. CD-ROM.

FOGLIATTI, M. C.; FILIPPO, S. e GOUDARD, B. **Avaliação de Impactos Ambientais**: Aplicação aos Sistemas de Transportes. Rio de Janeiro: Interciências, 2004. 249 p.

GAPLAN – GABINETE DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL. **Atlas de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986.

LISBOA, M. V. Avaliações Ambientais Estratégicas de Rodovias com a Utilização de Métodos Multicriteriais de Auxílio à Tomada de Decisão. In: ENCONTRO NACIONAL DA ECOECO, 5., 2003, Caxias do Sul. **Anais...** Disponível em: <[http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/v\\_en/Mesa2/6.pdf](http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/v_en/Mesa2/6.pdf)>. Acesso em: 22/10/2012.

MELO, M. N. **Mapeamento Difuso No Auxílio da Redução dos Impactos Ambientais em uma Usina Hidrelétrica**. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2009.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: Noções Básicas e Climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.

MOTTA, R. A.; BERTÉ, R. Supervisão de obras rodoviárias: estudo de caso da DF-085 (Estrada Parque Taguatinga - EPTG). In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 24., 2010, Salvador. **Anais...** Disponível em: <[http://www.anpet.org.br/ssat/interface/content/autor/trabalhos/publicacao/2010/4\\_A\\_C.pdf](http://www.anpet.org.br/ssat/interface/content/autor/trabalhos/publicacao/2010/4_A_C.pdf)>. Acesso em: 22/10/2012.

PEREIRA, A. P. O.; TANCON, K. M.; SINAY, L.; SINAY, M. C. F. e NAKED, R. L. Estudos de Impacto Ambiental para Licenciamento de Projetos Rodoviários. In: A VARIÁVEL AMBIENTAL EM OBRAS RODOVIÁRIAS, 1999, Foz do Iguaçu. **Anais...** Curitiba: FUPEF e DER-PR, 1999. p. 335-345.



PHILIPP, R. P., VIERO, A. P., NEVES, P. C. P., ROBAINA, L. E. S. e ZANETTE, I. L. Caracterização Geológica e Petrológica Preliminar do Vulcanismo Ácido da Região de Campos Novos, Santa Catarina. **Bol. IG-USP, Sér. Cient.** n. 25, p. 17-27, 1994.

QUEIROZ, S. M. P. Avaliação de Impactos Ambientais: Conceitos, definições e objetivos. In: JUCHEN, P. A. (coord.). **MAIA - Manual de Avaliação de Impactos Ambientais**. Curitiba: IAP-GTZ, 1993.

REIS, L. F. S. D.; QUEIROZ, S. M. P. e LOPES, J. A. U. **Gestão ambiental de empreendimentos**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012. 312 p.

SÁNCHEZ, L. M. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 495 p.