

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

DÉBORA CAROLINE PERTILLI

**ESTUDO AMBIENTAL DA ESTRADA VICINAL ENTRE O MUNICÍPIO DE
CAÇAPAVA DO SUL E A CASCATA DO SALSO**

**CAÇAPAVA DO SUL
2016**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pela autora através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

Pertilli, Débora Caroline

ESTUDO AMBIENTAL DA ESTRADA VICINAL ENTRE O MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA DO SUL E A CASCATA DO SALSO / Débora Caroline Pertilli.

75 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA, 2016.

"Orientação: José Waldomiro Jiménez Rojas".

1. taludes, recuperação, erosão. I. Título.

DÉBORA CAROLINE PERTILLI

**ESTUDO AMBIENTAL DA ESTRADA VICINAL ENTRE O MUNICÍPIO DE
CAÇAPAVA DO SUL E A CASCATA DO SALSO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Ambiental e Sanitária da Universidade
Federal do Pampa, como requisito parcial
para obtenção do Título de Bacharel em
Engenharia Ambiental e Sanitária

Orientador: Prof. Dr. José Waldomiro
Jiménez Rojas

**CAÇAPAVA DO SUL
2016**

DÉBORA CAROLINE PERTILLI

**ESTUDO AMBIENTAL DA ESTRADA VICINAL ENTRE O MUNICÍPIO DE
CAÇAPAVA DO SUL E A CASCATA DO SALSO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Ambiental e Sanitária da Universidade
Federal do Pampa, como requisito parcial
para obtenção do Título de Bacharel em
Engenharia Ambiental e Sanitária

Trabalho de Conclusão de Curso defendido em Dezembro de 2016.
Banca examinadora:

Prof. Dr. José Waldomiro Jiménez Rojas
Orientador
UNIPAMPA

Prof. Dra. Cristiane Heredia Gomes
UNIPAMPA

Geólogo Msc. Rafael Lima Dessart

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Deus, por sempre me dar forças e me guiar. À Ele, toda honra e glória.

Aos meus pais, Noemi e Ronaldo, e à minha irmã Letícia, que sempre me deram todo amor e todo apoio durante esta etapa da minha vida. Minha família é meu maior alicerce; sem eles, com certeza não tinha chego até aqui. Não tenho nem palavras pra descrever todo amor que sinto por vocês!

Ao meu namorado, Victor Hugo, por toda ajuda, paciência e todo amor comigo. Obrigada por, além de tudo, ser meu grande amigo!

À toda minha família: avós (mesmo os que já se foram, sempre estiveram presente), tios, primos. Obrigada por sempre me incentivarem. Em especial, à minha tia Izabel, por toda ajuda à minha família.

À todos meus amigos. Aos de Limeira: Bianca, Larissa, Camilo, André, Gracinha, Camila, Daia, Jessyca (que de lá de cima, tenho certeza que está muito feliz por mim). Aos de Caçapava: Fran, Mayra (obrigada pela companhia no campo), Rosangela, Rafa, Louise, Ilana, Nathália, Hernanes, Jorge, Gilberto, Vini. Com certeza minha caminhada se tornou menos árdua, pois tinha vocês aqui.

À Dani e Ana, que muito ajudaram a mim e minha família: vocês são anjos em nossas vidas. Muito obrigada por tudo.

Agradecimento especial à Emy, que além da grande amizade se tornou a companheira de TCC. Pelas noites de desabafos e pelos choros em comum, a ti meu muito obrigada!

Por último, porém não menos importante, ao meu grande amigo (e orientador), Rojas. Com certeza devo muito a você. Obrigada pelos puxões de orelha, pelas risadas e por toda ajuda e dedicação.

À todos, meu muito obrigada. Amo cada um de vocês!

Agradecimento especial à Carol Petrin, em nome do Jornal do Pampa, que gentilmente me cedeu as imagens.

RESUMO

As rodovias compõem um importante papel como infraestrutura para o desenvolvimento socioeconômico dos países. O setor rodoviário teve um aumento significativo nos últimos anos, carecendo cada vez mais de devida atenção. As estradas vicinais são o principal meio de ligação entre as áreas urbanas e rurais. Na cidade de Caçapava do Sul, localizada no centro do estado do Rio Grande do Sul, as estradas vicinais tem um importante papel, sendo o principal meio de acesso ao interior do município. Muitas dessas estradas não possuem boas condições, como é o caso da estrada vicinal que liga o município de Caçapava do Sul à Cascata do Salso, local de grande importância, visto que é onde está localizada uma antiga Central Geradora Hidrelétrica (CGH), a qual está em fase de projeto para ser reativada. Sendo assim, este trabalho visa colaborar para os estudos ambientais de estradas vicinais, especificamente no trecho que liga o município de Caçapava do Sul à Cascata do Salso, identificando, analisando e apresentando as áreas degradadas identificadas nesta estrada e apresentando uma proposta de recuperação. Para isso, foi realizada uma visita à área de estudo, a fim de mapear o trecho e identificar os pontos críticos. A partir de então, criou-se um modelo com propostas de recuperação, apontando medidas mitigadoras para minimizar os impactos ambientais na área.

Palavras-Chave: taludes; recuperação; erosão.

ABSTRACT

Highways develops an important role as infrastructure for countries' social and economic development, requiring more attention, due to the road sector in the last years has been increased. The secondary roads are the main connections between urban and rural areas. In the Caçapava do Sul city, localized in the Rio Grande do Sul state central region, the secondary roads also has an important role, being the main access outside the towns. Many of these roads are not in good conditions, for example the secondary road that connect Caçapava do Sul city to Cascata do Salso, where it is situated an ancient Hydroelectric dam, which is in process to reactivate. Therefore, this research aims collaborate to the secondary roads environmental studies, specifically in the Cascata do Salso secondary road, identifying, analyzing, and showing environmental damages that could occur in this area, and give a remediation proposal. For this, it was made a visit to the study area, with the intention of mapping the stretch and identify the critical points. So, a model was created with recovery proposals, pointing mitigating measures to minimize the environmental damages.

Keywords: slopes; recovery; erosion.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1 Objetivos gerais	2
1.1.2 Objetivos específicos.....	2
1.2 Justificativa	2
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1 Avaliação de Impacto Ambiental (AIA).....	4
2.2 Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).....	5
2.3 Plano de Recuperação de Áreas Degradadas	7
2.4 Impacto Ambiental em Obras Rodoviárias	7
2.5 Estradas Vicinais de Terra.....	10
2.5.1 Problemas em estradas vicinais de terra.....	11
2.6 Taludes.....	13
2.7 Erosão do Solo	17
2.7.1 Erosão hídrica	18
2.7.2 Erosão eólica	21
2.8 Histórico da Cascata do Salso	22
3 MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1 Metodologia da Pesquisa	24
3.2 Estudo de Caso	25
3.2.1 Apresentação da área de estudo	25
3.3 Coleta de dados.....	26
3.4 Materiais e Equipamentos	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	28
4.1 Condições topográficas da região.....	28
4.2 Geologia e pedologia da área de estudo.....	29
4.3 Identificação dos pontos críticos	31
4.4 Localização geográfica dos pontos.....	32
4.5 Análise de campo.....	32
4.6 Quantificação dos passivos ambientais	47
4.6.1 Diagramas lineares.....	47

4. 7 Soluções propostas.....	53
4.7.1 Ocorrência 01	53
4.7.2 Ocorrência 02.....	54
4.7.3 Ocorrência 03.....	55
4.7.4 Ocorrências 04 e 05	56
4.7.5 Ocorrências 06 e 07	56
4.7.6 Ocorrência 08.....	56
4.7.7 Ocorrência 09.....	56
4.7.8 Ocorrência 10.....	56
4.7.9 Ocorrência 11.....	57
4.7.10 Ocorrência 12.....	57
4.7.11 Ocorrência 13.....	57
4.7.12 Ocorrência 14.....	57
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
ANEXO A	65

1 INTRODUÇÃO

Desde o início da humanidade, o ser humano tem a necessidade de realizar o transporte de matérias-primas desde sua extração até o local de seu uso final. No Brasil, o meio que se destaca para realizar este transporte é o rodoviário.

A malha rodoviária constitui um importante papel no desenvolvimento socioeconômico de um país. As estradas vicinais são fundamentais na contribuição para esse desenvolvimento, pois são o principal meio de ligação entre as áreas urbanas e rurais. Nessas estradas há um grande movimento de pessoas, além do transporte de produtos, acesso à escolas, hospitais, áreas de lazer, etc.

Assim como as rodovias pavimentadas, as estradas vicinais de terra também causam grandes impactos quanto à sua construção e utilização, necessitando de grande atenção pelos impactos ambientais que as mesmas geram.

Segundo a resolução CONAMA 001/1986, impacto ambiental pode ser caracterizado como:

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

Alguns instrumentos, ao longo dos anos, surgiram com a finalidade de estudar e identificar impactos ambientais, bem como seu monitoramento e adoção de medidas de controle, como por exemplo a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), Estudo de Impacto Ambiental (EIA), Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

Nesse contexto, a cidade de Caçapava do Sul, localizada na região central do estado do Rio Grande do Sul, se destaca com um grande número de estradas vicinais de terra. Dentre estas, há uma estrada que liga o município à Cascata do Salso, local este de grande importância para a cidade, onde será recuperada e ampliada uma Central Geradora Hidrelétrica (CGH). O cenário atual desta estrada se caracteriza por grandes impactos, principalmente erosivos. Por isso, é de grande importância o estudo ambiental nesta área.

1.1 Objetivos

Neste item, estão especificados os objetivos gerais e específicos deste trabalho.

1.1.1 Objetivos gerais

Este trabalho tem como objetivo geral colaborar para os estudos ambientais de estradas vicinais de terra, neste caso específico no trecho experimental que liga o município de Caçapava do Sul à Cascata do Salso, a fim de identificar, analisar e apresentar as áreas degradadas que possam eventualmente ocorrer nesta estrada e, assim, propor medidas de recuperação.

1.1.2 Objetivos específicos

Dentre os objetivos específicos deste estudo, destacam-se:

- a) Caracterizar ambientalmente a estrada vicinal em questão;
- b) Mapear o trecho experimental;
- c) Levantar os passivos ambientais nos taludes considerados críticos;
- d) Propor medidas mitigadoras para a redução dos níveis dos impactos ambientais;
- e) Propor soluções a serem adotadas de recuperação ambiental nos pontos críticos, criando um modelo padrão para que possa ser utilizado em outras estradas vicinais que apresentem mesmo problema.

1.2 Justificativa

A construção de uma estrada vicinal, sua utilização e manutenção são atividades passíveis de causar impactos ao meio ambiente. A avaliação do impacto ambiental nesse ramo ainda é pouco praticada.

Estas estradas têm importância no desenvolvimento socioeconômico de uma região, o que vai contra com a forma de como são tratadas. A maioria não tem um bom estado de conservação, nem manutenção frequente, mesmo com a grande necessidade.

A estrada vicinal que liga o município de Caçapava do Sul à Cascata do Salso é uma estrada de grande importância ao município, visto que neste local será reestabelecida uma CGH.

Sendo assim, este trabalho tem a finalidade de realizar um estudo ambiental nesta área, bem como propor medidas para recuperação dos pontos analisados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste item se apresenta a revisão bibliográfica sobre o tema de estudo.

2.1 Avaliação de Impacto Ambiental (AIA)

A avaliação de impacto ambiental, em tese, é um instrumento de política ambiental formado por um conjunto de procedimentos capazes de assegurar que se faça um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta 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 (MOREIRA, 1985).

Segundo Sánchez (2008), o primeiro mecanismo para sistematização da AIA ocorreu nos Estados Unidos, com a lei da política nacional do meio ambiente do país, a *National Environmental Policy Act* (NEPA), aprovada em 1969. Outros países desenvolvidos, posteriormente, também introduziram a AIA em seus instrumentos legais, como Canadá, Nova Zelândia, França, Espanha, dentre outros. No Brasil, os primeiros estudos ambientais preparados para algumas hidrelétricas aconteceram nos anos.

O primeiro instrumento legal ao que se refere à AIA foi a Lei de Zoneamento Industrial nas Áreas Críticas de Poluição, pela Lei Federal nº 6.803 de 1980. Em 1981, foi criada a Lei Federal nº 6938 (Política Nacional do Meio Ambiente), que instituiu em seu Art.9º inc. III a avaliação de impacto ambiental como instrumento de gestão pública ambiental no Brasil. Em 1986, foi criada a Resolução n.º 001, do CONAMA, que determinou os critérios básicos e diretrizes gerais da avaliação de impacto ambiental para o licenciamento de empreendimentos potencialmente poluidores, incluindo em seu Art.2º, inc.I, a necessidade de estudo de impacto ambiental (EIA) e respectivo relatório de impacto ambiental (RIMA) para estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento (SILVA E SILVA, 2013).

Por fim, em 1988 Constituição Federal definiu em seu Art.225, § 1º, inc. IV a exigência do estudo prévio de impacto ambiental para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente (SILVA E SILVA, 2013).

Moreira (1985) destaca que a busca de meios que promovessem a incorporação de fatores ambientais à tomada de decisão fez com que se formulassem

políticas específicas, além de surgir uma série de instrumentos para a execução das mesmas. Dos instrumentos gerados, a AIA foi o que maiores atenções atraiu, tendo sido amplamente discutido e adotado, por sua adaptabilidade a diferentes esquemas institucionais e por suas possibilidades de atender ao mesmo tempo a requisitos técnicos e políticos.

Para Sánchez (2008), a AIA tem finalidade de considerar os impactos ambientais antes de se tomar qualquer decisão que possa acarretar significativa degradação da qualidade do meio ambiente.

Sánchez (1993a, *apud* Sánchez 2008) descreve que os objetivos do AIA devem desempenhar quatro papéis complementares: ajuda à decisão; ajuda à concepção e planejamento de projetos; instrumento de negociação social; instrumento de gestão ambiental.

Sánchez (2008) separou o processo de AIA em três etapas, agrupadas em diferentes atividades: a etapa inicial, a de análise detalhada e a etapa pós-aprovação, que pode ser observado na Figura 01.

Há várias metodologias para se realizar uma AIA. Na sequência, serão listados alguns dos principais métodos utilizados no Brasil.

- Método *Ad Hoc*;
- Método *Check-list* (listagens de controle);
- Método da Superposição de Cartas;
- Método das Redes de Iteração;
- Método das Matrizes de Interação;
- Métodos dos Modelos de Simulação.

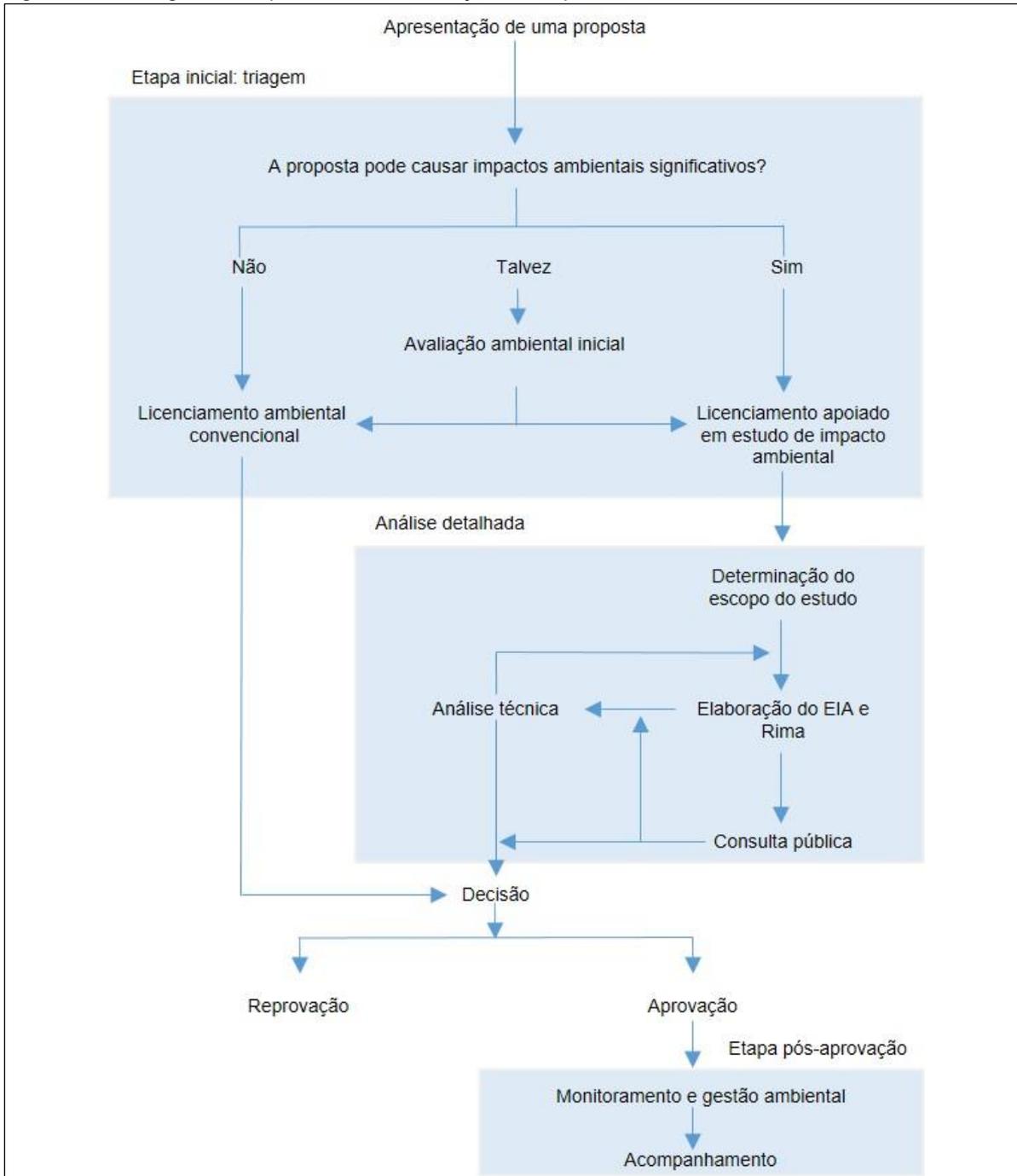
2.2 Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)

Segundo Sánchez (2008), o EIA é o documento mais importante do processo de AIA.

É um dos instrumentos da PNMA, instituído pela Resolução CONAMA 001/86 (FEPAM, 2002). As atividades que utilizam recursos ambientais consideradas de significativo potencial de degradação ou poluição dependerão do Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para seu licenciamento ambiental.

Segundo a Resolução CONAMA 001/86, estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento dependem de elaboração de EIA/RIMA.

Figura 01: Fluxograma de processo de Avaliação de Impacto Ambiental



Fonte: adaptado de Sánchez (2008).

Conforme o Jusbrasil (2010), o EIA é responsável por tratar da coleta de material, análise, bibliografia, bem como estudo das prováveis consequências ambientais que podem ser causados pela obra. Tem por finalidade analisar os

impactos causados pela obra, indicando condições para sua implantação e qual o procedimento a ser adotado para sua construção. O RIMA é um relatório conclusivo que traduz os termos técnicos para esclarecimento, o qual analisa o impacto ambiental. É responsável pelos levantamentos e conclusões, devendo o órgão público licenciador analisar o relatório observando as condições de empreendimento.

2.3 Plano de Recuperação de Áreas Degradadas

O Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) é um documento solicitado pelos órgãos ambientais como parte integrante do processo de licenciamento de atividades que possam degradar ou modificar o meio ambiente, como também após o empreendimento ser punido administrativamente por causar degradação ambiental (IMA, 2016)

O PRAD é normatizado pela Instrução normativa nº 4/2011 do IBAMA, a fim de dar forma e nortear a elaboração de projetos com apoio na recuperação de áreas degradadas.

Segundo Matias (2016), o PRAD deverá reunir informações, diagnósticos, levantamentos e estudos a fim de avaliar a degradação ou alteração da área estudada, e definir medidas de recuperação da área.

Tecnicamente, existem alguns pontos a considerar. O PRAD deverá informar os métodos e as técnicas a serem empregados, considerando as peculiaridades de cada lugar, mantendo a área a salvo de interferências externas que dificultem ou impossibilitem sua regeneração (MATIAS, 2016).

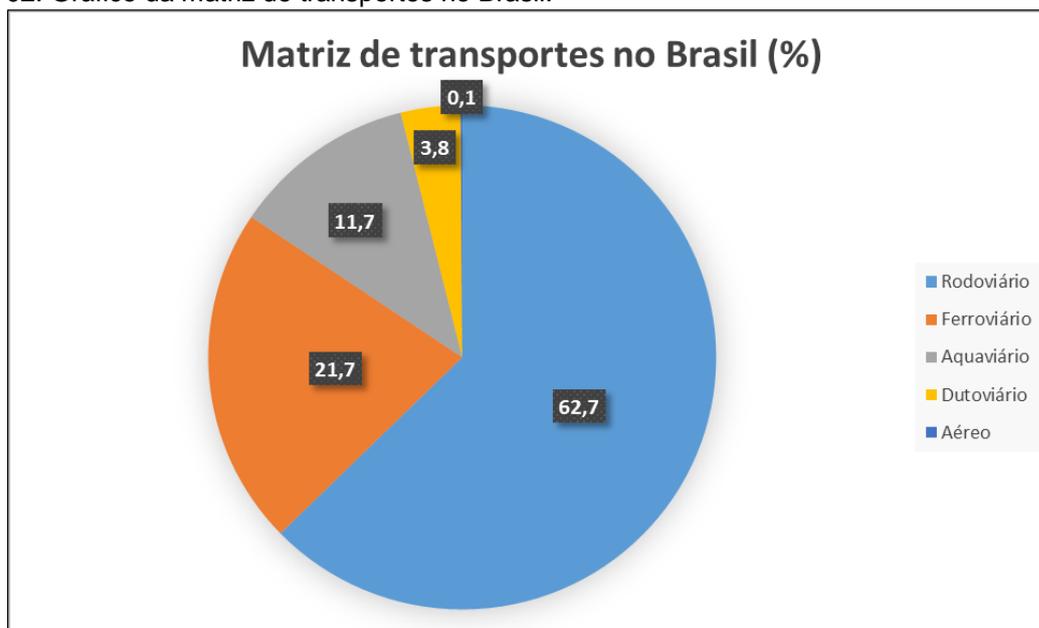
2.4 Impacto Ambiental em Obras Rodoviárias

O principal meio de deslocamento de cargas e pessoas dentro do Brasil é realizado através do transporte rodoviário, como apresentado na Figura 02.

No sul do Rio Grande do Sul, segundo Bastos (2004), a malha rodoviária destaca-se a pequena extensão em estradas pavimentadas, o que se deve à escassez de recursos públicos e aos altos custos dos materiais usualmente empregados na pavimentação de estradas.

Este mesmo cenário é encontrado em todo o Brasil, conforme a Tabela 01.

Figura 02: Gráfico da matriz de transportes no Brasil.



Fonte: adaptado de <http://www.ilos.com.br/web/cenario-da-infraestrutura-rodoviaria-no-brasil/> (Acesso em 01 de Julho de 2016).

O desenvolvimento econômico de um local se deve em grande parte aos transportes. Como podemos verificar através da Tabela 01, as regiões mais desenvolvidas do país são as quais a malha rodoviária mais se faz presente. Assim, é possível notar que o desenvolvimento econômico de uma região traz maior necessidade de melhores infraestruturas de transportes.

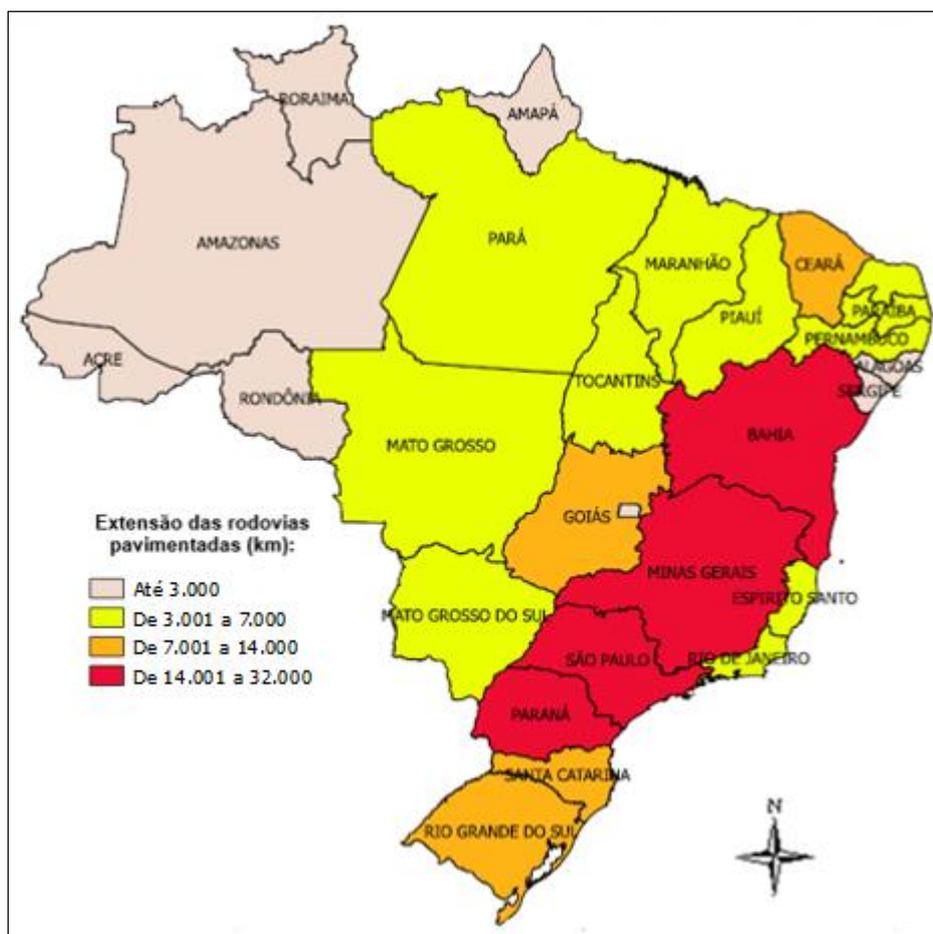
Tabela 01: Informações sobre rodovias pavimentadas e não pavimentadas por regiões e UFs – Brasil, 2006.

Região/UF	População estimada 2009/IBGE	Rodovias pavimentadas (km)	Rodovias não pavimentadas (km)
Norte	15.359.608	14.928	87.565
Nordeste	53.591.197	53.037	356.472
Sudeste	80.915.332	63.544	460.415
Sul	27.719.118	40.544	296.089
Centro-Oeste	13.895.375	24.226	206.311
Brasil	191.480.630	196.279	1.406.852

Fonte: adaptado de Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) *apud* Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) (2009).

Esse fator (desenvolvimento econômico aliado a melhores condições de transportes) pode ser observado na Figura 03.

Figura 03: Mapa das extensões das rodovias pavimentadas por UF – Brasil, 2006.



Fonte: Modificado de Ministério dos Transportes *apud* Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) (2009).

A este setor cabe imputar responsabilidades sobre a ocupação e a transformação do uso do solo e respectivos impactos ambientais. Assim é que na gestão ambiental de rodovias, que abrange as fases de planejamento, projeto, implantação, manutenção e conservação e trata das relações entre a rodovia e o meio ambiente estuda-se o meio socioeconômico, o meio biótico, e o meio físico (MALAFAIA, 2004).

Obras rodoviárias podem apresentar impactos sobre o meio ambiente, como desmatamentos, perda da diversidade biológica, alteração do sistema natural de drenagem e a degradação do solo (PANAZZOLO et al, 2002).

No manual rodoviário do DNER (BRASIL, 1996) são apontados como principais impactos e modificações no meio ambiente original:

- a) poluição do ar;
- b) poluição da água;
- c) aumento dos níveis de ruídos;

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

Estes impactos, além de serem transmitido aos homens, podem, também, afetar a biota e o meio físico em que se insere a obra.

Para Sánchez (2008), os principais impactos ambientais de obras rodoviárias originam de atividades de instalação de canteiro de obras, abertura de caminhos e serviços, supressão de vegetação, utilização de caixas de empréstimo e bota fora, serviços de terraplenagem, implantação de obras de arte corrente e especial, pavimentação e tráfego de máquinas e caminhões.

Ao se elaborar um prognóstico de impacto ambiental, deve-se avaliar e interpretar os prováveis impactos ambientais associados à execução e operação de um empreendimento, considerando as situações prováveis de desenvolvimento e de evolução socioambiental da região com e sem a existência do empreendimento, os componentes físicos, naturais e socioeconômicos integrantes das áreas de influência e, principalmente, de seu uso atual (SILVA e SILVA, 2013).

2.5 Estradas Vicinais de Terra

As estradas vicinais de terra (também chamadas de estradas de terra, estradas rurais) são importantes meios de ligação entre as áreas urbanas e rurais. São essas estradas que vão proporcionar o transporte de pessoas, de produtos, dar acesso à escolas, hospitais, áreas de lazer, dentre muitos outros serviços. Essas estradas contribuem bastante para as regiões, oportunizando as perspectivas de desenvolvimento econômico local.

Ambientalmente, as estradas vicinais de terra têm grande relevância, tendo em vista que interferem na paisagem natural, concentram o escoamento superficial constituindo, assim, fator de degradação (OLIVEIRA et al, 2009).

Segundo Oda et al (1998), a grande maioria das estradas no Brasil não são pavimentadas. Apesar dessa grande extensão e de sua importância econômica e social, é um tema ainda pouco estudado e deixado para segundo plano.

É necessário se realizar um estudo de viabilidade econômica de estradas vicinais em razão do paradigma ambiental versus a demanda socioeconômica em torno dos projetos de desenvolvimento de uma determinada região. Para realizar este

estudo, deve-se diferenciar os projetos de estradas vicinais das demais estradas rodoviárias, as quais envolvem grandes percursos no contexto da geração de danos ambientais e baixo desenvolvimento do local (MACIEL, 2008).

Incontestável sua implantação para a locomoção, as estradas carecem de investigações mais específicas voltadas para o planejamento do seu uso adequado e de seus impactos. É neste contexto que se tornam necessárias as pesquisas referentes aos elementos presentes nas paisagens, na tentativa de mitigar os problemas gerados pela sua implantação, existência e manutenção (CUNHA et al, 2013).

Para Nunes (2003), as condições, boas ou más, da superfície de rolamento de uma estrada dependem de atributos (tipo de solo, clima, topografia, tráfego e frequência de manutenção) relacionados com as especificidades de cada região, os quais influenciam diretamente no aparecimento de defeitos com graus de severidade maiores ou menores no leito das vias, acarretando problemas que comumente, quando não reduzem a velocidade de tráfego, são os responsáveis pela interrupção da utilização da via.

2.5.1 Problemas em estradas vicinais de terra

Segundo o Manual de Conservação e Recuperação de Estradas Vicinais de Terra do IPT (1988), as características técnicas fundamentais que uma estrada de terra tem que apresentar para garantir condições de tráfego satisfatórias são boa capacidade de suporte e boas condições de rolamento e aderência.

A capacidade de suporte confere à estrada sua capacidade maior ou menor de não se deformar frente às solicitações de tráfego (IPT, 1988).

Ainda segundo o IPT (1988), as condições de rolamento dizem respeito às irregularidades da pista (esburacamento, materiais soltos, etc.) que interferem negativamente sobre a comodidade e segurança do tráfego e, a aderência é a característica que se refere às boas ou más condições de atrito, ou seja, uma pista com boa aderência não permite “patinação” das rodas dos veículos (IPT, 1988).

Segundo Emmert et al (2010), os defeitos nas estradas causam irregularidades, provocam desconforto e, dependendo do nível de severidade, podem gerar riscos à segurança dos usuários. A previsão de defeitos em estradas não pavimentadas auxilia

na tomada de decisão quanto às intervenções necessárias, servindo como subsídio para o desenvolvimento de programa de manutenção preventivo e regular.

Conforme Pruski et al. (2006), as estradas do Brasil não pavimentadas representam mais de 90%, e a erosão provocada pela água no leito e nas suas margens é um dos principais fatores para a sua degradação. As estradas vicinais de terra são responsáveis por perda anuais de solo em mais de 100 milhões de toneladas. Calcula-se que 70 % deste solo deve se chegar aos mananciais em forma de sedimentos transportados pelas enxurradas.

É imprescindível que as estradas vicinais de terra tenham um bom sistema de drenagem, pois, por mais que as condições técnicas da pista estejam em boas condições, se não tiver um sistema de drenagem eficiente as estradas acabarão se deteriorando. Mesmo que as deficiências na drenagem não sejam o problema inicial presente nas vicinais de terra, acabam agravando os problemas.

As estradas vicinais de terra, além de receber a água das chuvas, acaba sendo onde essa água será escoada. Segundo o IPT (1988), ao se considerar o grande poder destrutivo que essas águas têm sobre as estradas, as obras de terra têm papel fundamental.

Conservar a superfície de rolamento razoavelmente lisa, firme e livre da perda excessiva de material solto, bem como, manter a declividade transversal do leito da estrada apropriada para assegurar o escoamento superficial das águas são os principais objetivos da manutenção rodoviária (DNER, 1981, *apud* NUNES, 2003).

O IPT (1988) descreve como principais problemas nas estradas: ondulações, rodeiros, atoleiros, areiões de espigão, areiões de baixada, excesso de pó, rocha aflorante, pista molhada derrapante, pista seca derrapante, “costelas de vaca”, segregação lateral e buracos, sendo que as causas principais apontadas são falta de capacidade de suporte do subleito, mau desempenho da superfície de rolamento e a deficiência de um sistema de drenagem.

Segundo Júnior e Ferreira (2007), diante de tantos prejuízos, tanto ambientais como econômicos que a falta de manutenção provoca nessas vias, junto com a baixa quantidade de estudos específicos correlacionando a formação de processos erosivos nas estradas vicinais aos danos ambientais envolvidos, nota-se um importante campo de pesquisa visando um maior conhecimento dessa problemática, bem como consequência disso, a possibilidade da criação de mecanismos eficazes para mitigação dos danos já existentes, bem como da prevenção de novos episódios.

Sendo assim, as estratégias de conservação dependem de profunda revisão, acompanhando o desenvolvimento de cada região a qual está inserida, bem como seguir as novas demandas ambientais e da sociedade (Júnior e Ferreira, 2007).

2.6 Taludes

Taludes, segundo Caputo (1988), são quaisquer superfícies inclinadas que limitam um maciço de terra, de rocha ou de terra e rocha, que podem ser naturais (como por exemplo, as encostas), ou artificiais (como taludes de cortes e aterros).

Os taludes se encontram quase em sua totalidade acima do nível do mar, conforme Cardoso Junior (2006, *apud* MALKO et al., 2014), levando ao surgimento de forças de atração entre as partículas do solo. Esta força de atração (sucção), tem ação primordial na resistência ao cisalhamento dos solos. Com a ocorrência de precipitação, as forças de atração diminuem, provocando a queda de resistência do solo e, dependendo das condições locais, o escorregamento do talude. A figura 04 representa um talude, e as nomenclaturas usualmente adotadas.

Figura 04: Terminologia usualmente adotada em taludes



Fonte: adaptado de CAPUTO (1988).

Segundo Cunha et al. (1991, *apud* CUSATIS, 2001) os taludes rodoviários são encostas nas margens de estradas, realizadas por intervenção antrópica. Podem ser classificados como taludes de corte (resultantes de algum processo de escavação),

ou de aterro (construídos a partir de vários materiais, como argila, silte, areia, cascalho e rejeitos de mineração).

Na figura 05 podemos observar um exemplo de talude.

Os taludes em solo e em rocha estão sujeitos, frequentemente, à problemas geotécnicos associados a processos de instabilização de massas (por exemplo escorregamentos, erosões e recalques). Nos taludes rodoviários em cortes ou aterros, assim como em encostas naturais adjacentes às rodovias, tais eventos costumam provocar danos e até interrupções no tráfego, o que pode gerar graves prejuízos aos usuários e ao Poder Público (DER SP, 1991).

Malko et al (2014) destaca que é necessário que seja realizado um estudo do talude rodoviário antes de sua implantação e de qualquer projeto relacionado a obras rodoviárias. A estabilidade e a segurança da rodovia são fatores importantes e, na maioria dos casos, somente estudadas depois que algum deslizamento acontece.

Figura 05: Exemplo de talude em estrada vicinal



Fonte: a autora (2016).

Conforme Moretto (2012), a ocorrência de erosões superficiais e instabilidades de taludes rodoviários em solos são problemas que ocorrem frequentemente, sendo que são mais acentuados onde a declividade dos cortes e a infiltração de água fazem com que a erodibilidade fique acentuada ou a resistência ao cisalhamento dos solos seja ultrapassada.

Em se tratando de análise de estabilidade de taludes, tem-se a importância da realização de uma ampla investigação geotécnica da área, de maneira a se determinar os possíveis mecanismos de ruptura propensos de acontecer. Além disso, torna-se, também, interessante a avaliação dos riscos e as consequências decorrentes de uma eventual ruptura (ROESNER, 2015).

A avaliação geotécnica prévia, conforme Moretto (2012), não é usual ou, se realizada, às vezes passa despercebido uma área irregular perante as outras. São nesses lugares que, muitas das vezes, encontram-se as prováveis superfícies de ruptura após a realização do corte. Para prevenir acidentes, devem-se aplicar técnicas (como estruturas de arrimo, drenagens superficial e profunda, valas drenantes, trincheiras, retaludamento, mudanças geométricas, geomantas, técnicas de bioengenharia, entre outros) que minimizem o efeito dos fatores instabilizantes no talude.

Ainda segundo Moretto (2012), a importância da vegetação geralmente é verificada quando se procede sua supressão. Após a retirada da cobertura vegetal (através de colheitas ou desmates) ocorre, em sua maioria, intenso aumento de processos erosivos e instabilização de taludes. Nesse sentido, a revegetação promove a diminuição desses processos

Nas estradas brasileiras, a revegetação de taludes rodoviários tem se mostrado uma alternativa economicamente viável para a solução de tal problemática. É importante que se façam escolhas de espécies adequadas para o êxito desses projetos, pois podem ocorrer problemas de desenvolvimento provocados por limitações ambientais, como: déficit hídrico, ataque de formigas, carência nutricional, entre outros. As chances de êxito são maiores com maior diversidade de espécies, visto que cada uma responde diferentemente às condições ambientais, implicando da estabilidade da comunidade (CUSATIS, 2001).

Na figura 06 podemos ver um exemplo de revegetação de talude.

Figura 06: Resultado de revegetação, mostrando toda a área protegida, o estabelecimento da vegetação e a ausência de sulcos e focos erosivos.



Fonte: retirado de <http://www.isa.utl.pt/ceabn/projecto/1/78/projecto-de-estabiliza-ccedil-atilde-o-de-um-talude-na-a21-n-oacute-da-malveira-com-t-eacute-cnicas-de-engenharia-natural> (Acesso em 05 de Julho de 2016).

Gomes (2000, *apud* SANTOS, 2014) aponta que em certas circunstâncias, uma parte do material de um talude pode desarticular-se em relação ao restante do maciço, o que provoca um processo chamado movimento de massa, que ocorre ao longo de uma determinada superfície (superfície de ruptura). Esses movimentos de massa podem evoluir lentamente ou até eventos catastróficos (SANTOS, 2014).

Conforme Caputo (1988), as causas de um escorregamento são o “aumento” de peso do talude (incluindo cargas aplicadas e classificadas como externas), e a “diminuição” da resistência ao cisalhamento do material (internas).

A ocorrência desses fatores em períodos de estações chuvosas ou pouco depois, onde a saturação aumenta o peso específico do material e o excesso de umidade reduz a resistência ao cisalhamento pelo aumento da pressão neutra, explica a maioria dos escorregamentos nos períodos de grande precipitação pluviométrica (CAPUTO, 1988).

Também, um fator comum de escorregamento é a escavação próxima ao pé do talude, para implantação de uma obra (CAPUTO, 1988).

Cada vez mais o estudo dos processos de estabilidade de taludes e formas de contenção tem se tornado importante, o que se deve ao fato dos vários incidentes ocasionados por escorregamentos de massa (SANTOS, 2014).

Sendo assim, é de suma importância a conservação rodoviária, não somente a fim de permitir a operação contínua e eficiente da malha rodoviária, como também para minimizar custos da operação, uma vez que os recursos a serem alocados em um programa eficaz de manutenção são inferiores aos necessários para a execução de grandes obras de estabilização (DER SP, 1991).

2.7 Erosão do Solo

Segundo Lepsch (2010), a erosão do solo vem, há muito tempo, preocupando cientistas, políticos e agricultores mais conscienciosos. A ação antrópica, em muitos casos, acelera o empobrecimento das terras.

Em muitas partes do Brasil há sinais evidentes de erosão acelerada do solo, apesar de um território vasto e de ainda não estar sujeito à grande demanda de alimentos por excesso de população (LEPSCH, 2010).

O avanço da agricultura e a busca por novas terras deixou em seu roteiro muitos sinais de degradação (LEPSCH, 2010).

Segundo Guerra (2007), o processo erosivo tende a acelerar conforme as terras são desmatadas para fins de exploração de madeira e/ou para produção agrícola, uma vez que os solos ficam sem cobertura vegetal e, conseqüentemente as chuvas incidem diretamente no terreno.

Para que a erosão seja evitada, precisa-se conhecer a dinâmica erosiva, desde o momento em que as gotas da chuva começam a bater no solo (GUERRA, 2007).

O processo de erosão tem início quando as gotas da chuva encontram a superfície do solo e destroem os agregados. Este processo pode ser distinguido através de três etapas: a) partículas do solo se soltam; b) são transportadas; e c) depositadas em um lugar abaixo de sua origem (GONÇALVES E STAPE, 2002).

A erosão do solo pode ter duas origens: hídrica e eólica. O processo erosivo no solo pode ser observado na Figura 07.

Figura 07: Processo de erosão no solo em uma estrada vicinal.



Fonte: a autora (2016).

2.7.1 Erosão hídrica

A erosão do tipo hídrica pode ser dividida em tipo principais, laminar, sulco e voçoroca, que podem ocorrer simultaneamente no mesmo terreno (GONÇALVES E STAPE, 2002).

2.7.1.1 Erosão laminar

Este tipo de erosão é caracterizado pela uniforme remoção de camadas superficiais delgadas de solo, pelo fluxo da enxurrada (GONÇALVES E STAPE, 2002).

As gotas da chuva, ao colidirem com o solo desnudo, rompem os agregados, reduzindo-os a partículas menores, e arrasta primeiramente as partículas mais leves do solo (argila e silte), predominantemente, em suspensão (LEPSCH, 2010; GONÇALVES E STAPE, 2002).

A erosão laminar ocorre mesmo em terrenos de pequena inclinação (LEPSCH, 2010). É, às vezes, de difícil percepção, o que dificulta muitas vezes agricultores e

pecuaristas a perceberem, considerando normal a remoção de finas lâminas do solo (LEPSCH, 2010; GONÇALVES E STAPE, 2002).

Devem ser adotadas medidas de controle da enxurrada, pois caso essa ação erosiva continue a ocorrer poderá evoluir, provocando o aparecimento de sulcos (LEPSCH, 2010).

A Figura 08 apresenta um exemplo de solo com erosão laminar.

Figura 08: Solo com ocorrência de erosão laminar



Fonte: a autora (2016).

2.7.1.2 Erosão em sulcos

Este tipo de erosão resulta da irregularidade na superfície do solo, onde se concentra a enxurrada em determinados locais, atingindo volume e velocidades suficientes para escavá-lo (LEPSCH, 2010; GONÇALVES E STAPE, 2002).

A erosão em sulcos é de mais fácil visualização, ocasionada por chuvas intensas, em terrenos íngremes e com longas pendentes, e solos de alta erodibilidade. Quanto menor a permeabilidade do solo e menor grau de coerência entre partículas,

maior probabilidade de ocorrência. Podem ocorrer ao mesmo tempo com a erosão laminar, mas a predominância dependerá do grau de coerência entre as partículas (GONÇALVES E STAPE, 2002).

A água que escorre de pequenos sulcos pode convergir para outros, mais acentuados. Conforme vão se concentrando nos mesmos sulcos, vão se ampliar, até formarem cavidades ramificadas. Quando os sulcos são desfeitos com as máquinas agrícolas, os mesmos são denominados rasos. Se o preparo do solo não os desfizer, os mesmos são denominados sulcos profundos (LEPSCH, 2010).

Na Figura 09 podemos observar um tipo de solo com a ocorrência de erosão em sulcos.

Se os sulcos não forem controlados, irão se aprofundar, podendo avançar de estado, formando, então, voçorocas.

Figura 09: Solo com ocorrência de erosão em sulcos.



Fonte: a autora (2016).

2.7.1.3 Erosão em voçorocas

Este tipo é um estado muito avançado de erosão em sulco, resultante de grandes concentrações de enxurradas que passam em um mesmo sulco, ampliando

o deslocamento de massa e criando grandes cavidades em extensão e profundidade. Se os horizontes do solo são de material de consistência e grau de agregação uniformes e semelhantes, o desenvolvimento se dá em paredes mais ou menos verticais. Se o material é muito friável, as paredes podem sofrer desmoronamentos. As voçorocas têm formato em V, quando o material do subsolo ou de camadas mais profundas é mais resistente que os de superficiais (GONÇALVES E STAPE, 2002).

Podemos observar um exemplo de solo com voçoroca na Figura 10.

Figura 10: Solo com ocorrência de erosão em voçoroca.



Fonte: a autora (2016).

2.7.2 Erosão eólica

Geralmente, este tipo de erosão ocorre em regiões planas, de pouca chuva, com vegetação escassa, ventos fortes e solo friável e seco. Áreas que não tenham

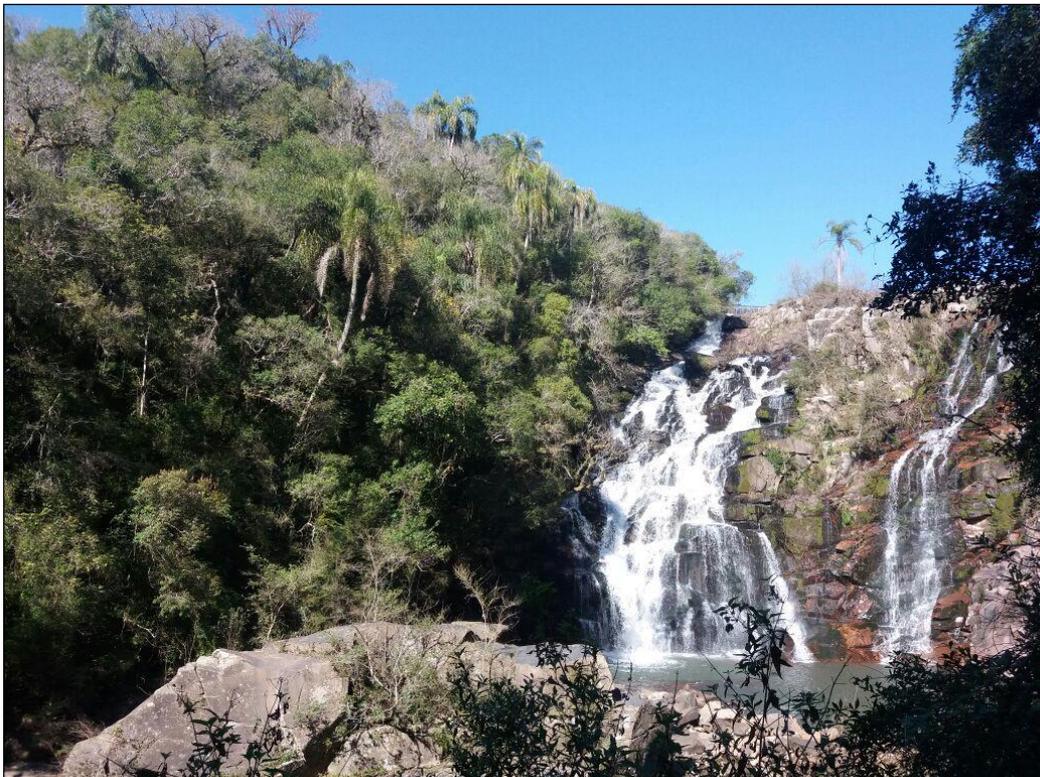
nenhuma obstrução aos ventos favorecem o processo erosivo (GONÇALVES E STAPE, 2002).

A fim de se reduzir esse tipo de erosão, três métodos principais podem ser utilizados: aumentar a estabilidade do solo e rugosidade da superfície; manter solo coberto por vegetação ou resíduos culturais; e colocar barreiras perpendiculares à direção dos ventos predominantes (GONÇALVES E STAPE, 2002).

2.8 Histórico da Cascata do Salso

Segundo a Elaboração do Plano Ambiental Municipal de Caçapava do Sul – RS (2010), a Cascata do Salso (figura 11), localizada no interior do município de Caçapava do Sul, a aproximadamente 8 km do centro da cidade, constitui de uma queda d'água com altura igual ou superior a 20m. À sua jusante se localiza uma antiga CGH. Às suas margens, existem matas preservadas com grande diversidade florística e faunística. A Cascata é um local muito frequentado por moradores e turistas para a prática de banho.

Figura 11: Vista da Cascata do Salso



Fonte: a autora(2016).

Neste local, existe uma CGH desativada, a qual atualmente está em fase de projeto para reativação. É previsto que esta unidade terá capacidade de geração de 500 kilowatts por hora.

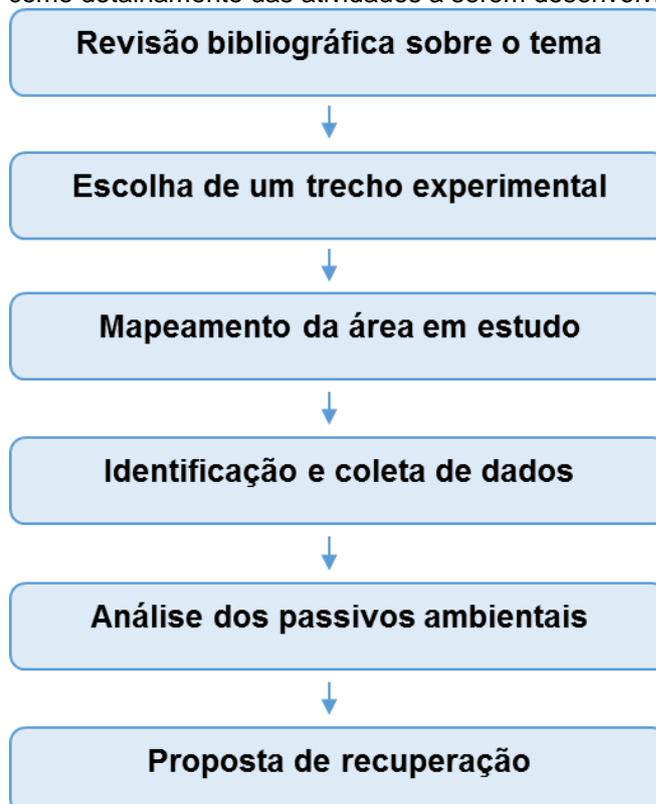
A recuperação da estrada de acesso à Cascata do Salso é de extrema importância, sendo notícia principal em um jornal da cidade, como pode-se observar no Anexo A.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Metodologia da Pesquisa

Neste capítulo serão apresentadas as etapas, a descrição dos materiais e métodos utilizados para a aquisição de dados de campo e demais detalhes para a execução do trabalho. A Figura 12 apresenta resumidamente o fluxograma do delineamento desta pesquisa.

Figura 12: Fluxograma como detalhamento das atividades a serem desenvolvidas



Fonte: adaptado de Rojas et al. (2005).

A metodologia desta pesquisa tem como base a proposta apresentada por Rojas et al. (2005), a qual foi estudada um trecho de estrada vicinal entre o município de Ernestina, RS e a BR 386.

Sendo assim, na sequência serão apresentadas as etapas executadas nesta pesquisa.

- **Primeira etapa:** Inicialmente, foi feita uma revisão bibliográfica a respeito do tema, onde o primeiro passo a ser tomado para a elaboração da pesquisa foi uma análise sucinta na literatura existente, dividido em tópicos, como:

Avaliação de impactos ambientais, plano de recuperação de áreas degradadas, estradas vicinais, etc.

- **Segunda etapa:** A segunda etapa consiste na escolha de um trecho experimental, onde foi escolhido um trecho de estrada vicinal de terra para a realização do estudo.
- **Terceira etapa:** Consiste no mapeamento, onde foi criado, de forma básica, um mapa contendo a área de estudo, a topografia do local, além de levantamento ambiental.
- **Quarta etapa:** Nesta etapa do trabalho foi identificada a área e coletados todos dados que sejam importantes para a elaboração detalhada das descrições do meio ambiente no trecho em questão, obtendo registros fotográficos do local e marcação de pontos através de GPS. Para complementação da coleta de dados, foram feitos levantamentos de campo específicos (pesquisa relativa a suscetibilidade dos solos à erosão etc.). Para tal, realizaram-se consultas em meios de informação (mapas topográficos, fotografias aéreas, satélites da área de estudo e coletas de informações de nível municipal e estadual).
- **Quinta etapa:** Aqui analisaram-se os passivos ambientais, onde foram analisados e identificados os locais que apresentaram interferências de ordem ambiental.
- **Sexta etapa:** Por fim, se propôs a recuperação, apontando medidas mitigadoras a fim de minimizar os impactos ambientais na área.

3.2 Estudo de Caso

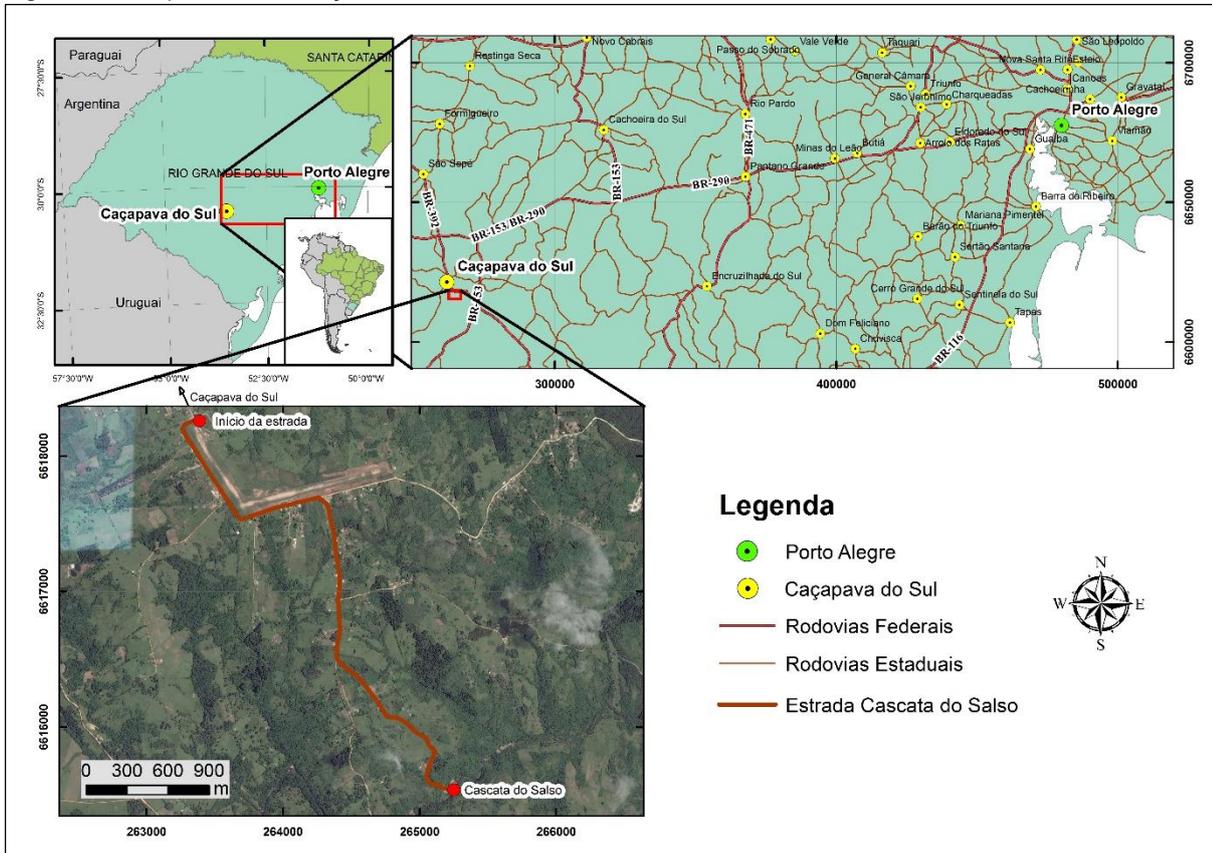
3.2.1 Apresentação da área de estudo

O município de Caçapava do Sul, local de estudo, está localizado na região central do estado do Rio Grande do Sul (Figura 13), com possível acesso por duas das principais rodovias do estado, a BR-392 e BR-290, que fazem ligação entre a capital e o interior.

O estudo realiza-se em um trecho de estrada vicinal de terra que liga a área urbana do município de Caçapava do Sul, mais precisamente no final da Avenida Santos Dumont e a Cascata do Salso, onde está localizada a antiga hidroelétrica de

Caçapava do Sul. A Figura 14 apresenta a localização do trecho em estudo, que conta com uma distância aproximada de 4,2km.

Figura 13: Mapa de localização da estrada vicinal em estudo



Fonte: modificado de CPRM (2010) e Google Earth (2016).

3.3 Coleta de dados

Para a coleta de dados foi percorrido todo trecho em estudo, demarcando em tabelas as seguintes informações: coordenadas; lado da pista; registro fotográfico, condições de geometria ou topografia; descrição da ocorrência; dentre outras observações.

Os dados foram coletados no dia 25 de Agosto de 2016. No dia, as condições climáticas eram de sol sem nuvens, com temperatura aproximada de 25°C.

Abaixo é apresentada a estrutura que foi utilizada para a coleta de dados em campo (Figura 14).

Os resultados da coleta estarão apresentados no item 4 deste trabalho.

Figura 14: Modelo da ficha para coleta de dados em campo

Ocorrência:	Localização (km):		Extensão (m):
Coordenadas:	E:	N:	UTM 22J
Lado da pista:		Condições climáticas:	
Condições geográficas/ topográficas:			
Descrição da ocorrência:			
Observações:			
Registro fotográfico (colar aqui)			

Fonte: adaptado de Rojas et al. (2005).

3.4 Materiais e Equipamentos

Foram utilizados para a realização deste trabalho: máquina fotográfica, computador portátil, GPS, trena e ferramenta computacional de desenho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Condições topográficas da região

Segundo a Figura 15, retirada do Mapa Planialtimétrico do Relatório técnico de ELABORAÇÃO DO PLANO AMBIENTAL DO MUNICIPAL DE CAÇAPAVA DO SUL – RS (2010), pode-se observar a distribuição das curvas de nível do terreno na área de interesse; as curvas representam a interseção do relevo natural por projeções de superfícies horizontalizadas.

As curvas de nível para a geração do Mapa foram obtidas por meio da vetorização da carta topográfica do Serviço de Levantamento do Exército em escala 1:50.000; a carta que abrange a área do município é Caçapava do Sul (MI 2996/1).

Figura 15: Mapa Planialtimétrico da região de estudo



Fonte: RELATÓRIO TÉCNICO - ELABORAÇÃO DO PLANO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA DO SUL – RS (2010).

Com base na análise da Figura 15, pode-se observar um relativo afastamento das curvas de nível junto aos arroios, principalmente na porção oeste. Esta conformação das isolinhas indica a ocorrência de áreas planas, com declives baixos que caracterizam a planície de inundação dos cursos hídricos. Nas demais porções

as curvas de nível estão mais próximas o que caracteriza a ocorrência de relevo ondulado a íngreme nestes locais.

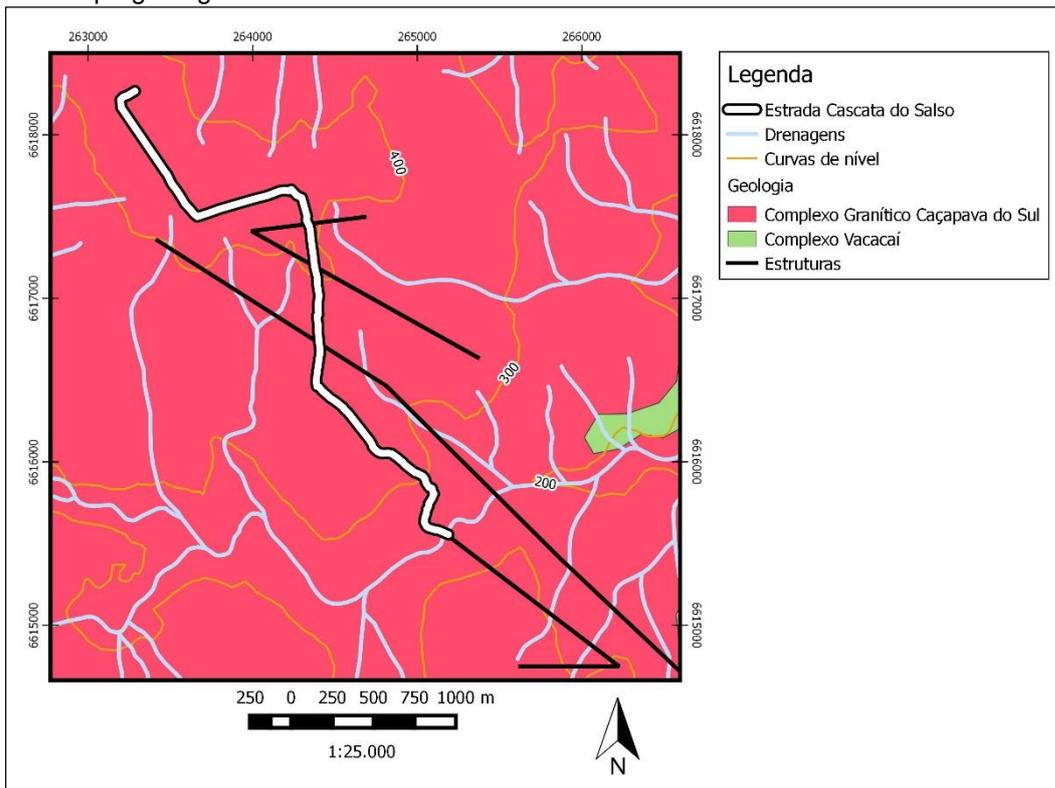
De acordo com o relato exposto no Relatório Técnico de ELABORAÇÃO DO PLANO AMBIENTAL DO MUNICIPAL DE CAÇAPAVA DO SUL – RS (2010) verifica-se que a região da Cascata do Salso é bastante íngreme, com uma topografia favorável aos processos erosivos e possíveis deslizamentos.

4.2 Geologia e pedologia da área de estudo

Segundo Almeida *et al.* (1977), a região de Caçapava do Sul está situada na porção centro-norte do Escudo Sul-Rio-Grandense, o qual se insere na parte sul da Província Mantiqueira. Segundo o Plano Ambiental Municipal de Caçapava do Sul – RS (2010), inclui as sequências sedimentares e vulcano-sedimentares que preenchem falhas tectônicas, referidas como bacias do Camaquã e Piquiri, e a Bacia do Paraná, além de depósitos cenozóicos.

A área de estudo está inserida dentro do Complexo Granítico Caçapava do Sul (Figura 16), que é um corpo de aproximadamente 250 km² de extensão aflorante, intrusivo em rochas metamórficas (Nardi e Bitencourt, 1989). O Complexo Granítico de Caçapava do Sul é constituído por rochas predominantemente granodioríticas, graníticas leucocráticas e graníticas transicionais (Nardi e Bitencourt, 1989).

Figura 16: Mapa geológico do entorno da Cascata do Salso



Fonte: modificado de CPRM (2008).

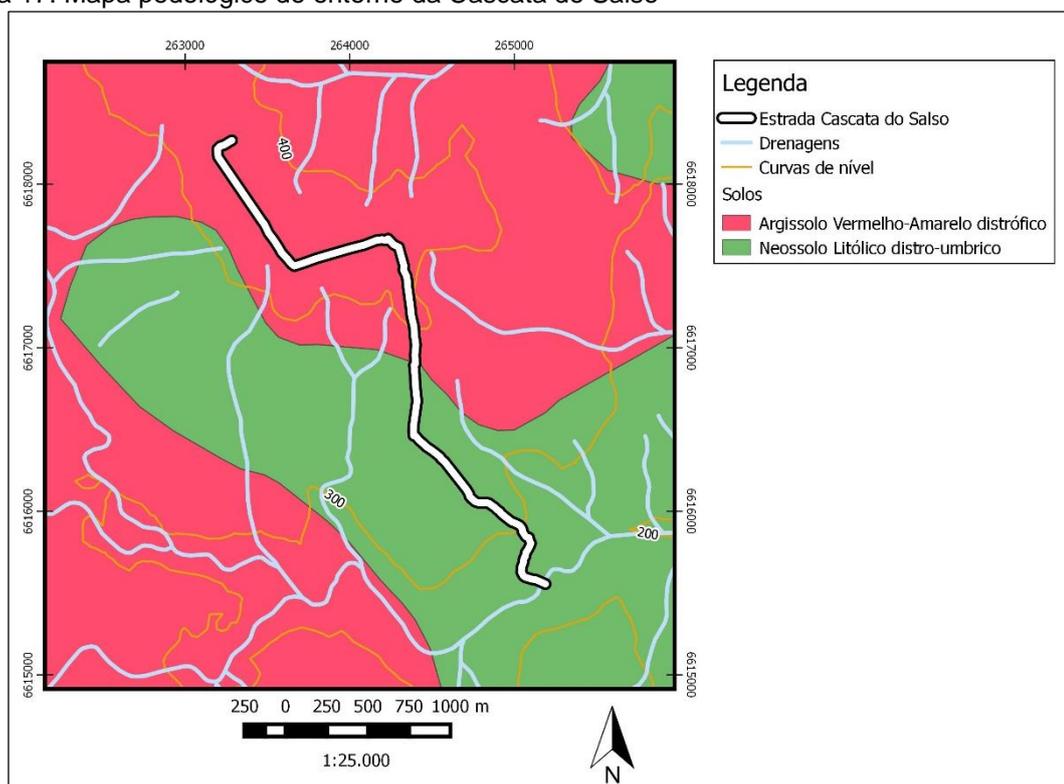
Na região da área de estudo pode-se encontrar dois tipos de solos: Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico e Neossolo Litólico Distro-Úmbrico (CPRM, 2010), como podemos observar na Figura 17.

Segundo a CPRM (2010), os argissolos tem evidente incremento no teor de argila do horizonte superficial (A+E) ao horizonte B; são geralmente profundos a muito profundos, desde bem até imperfeitamente drenados, geralmente avermelhado ou amarelado; o perfil tem sequência de horizontes A-Bt-C ou A-E-Bt-C, onde o horizonte Bt é o horizonte diagnóstico B textural. Por ser distrófico, tem saturação por bases menor que 50%.

Os Neossolos são solos rasos ou profundos, com perfil de sequência de horizontes AR, A-C, A-C-R, A-Cr-R, O-R ou H-C; podem apresentar horizonte B, desde que tenham insuficiência de requisitos para qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Ou seja, Neossolos não têm horizonte diagnóstico subsuperficial, pois são solos formados recentemente, que podem ser encontrados nas mais diversas condições de material de origem, relevo e drenagem. Na área de estudo, por ser litólico, apresenta horizonte A ou O assentado diretamente sobre horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume) ou mais da sua massa constituídos por

fragmentos de rocha com diâmetro menor que 2 mm (cascalhos; calhaus, matacões), com contato lítico (rocha, camada R) dentro de 50 cm da superfície do solo; e por ser distro-úmbricos, tem saturação por bases baixa (menor que 50%) e horizonte diagnóstico A proeminente.

Figura 17: Mapa pedológico do entorno da Cascata do Salso



Fonte: modificado de CPRM (2010)

4.3 Identificação dos pontos críticos

A fim de identificar as áreas para serem estudadas, realizou-se uma visita ao local, apontando e analisando os locais que apresentassem intervenções físicas, dando enfoque aos taludes.

Para isso, foram utilizadas as fichas destinadas a visitas técnicas, descritas no item 3.3. Cada ponto considerado crítico foi catalogado através de registro fotográfico e preenchimento da referida ficha, apresentadas na sequência deste trabalho.

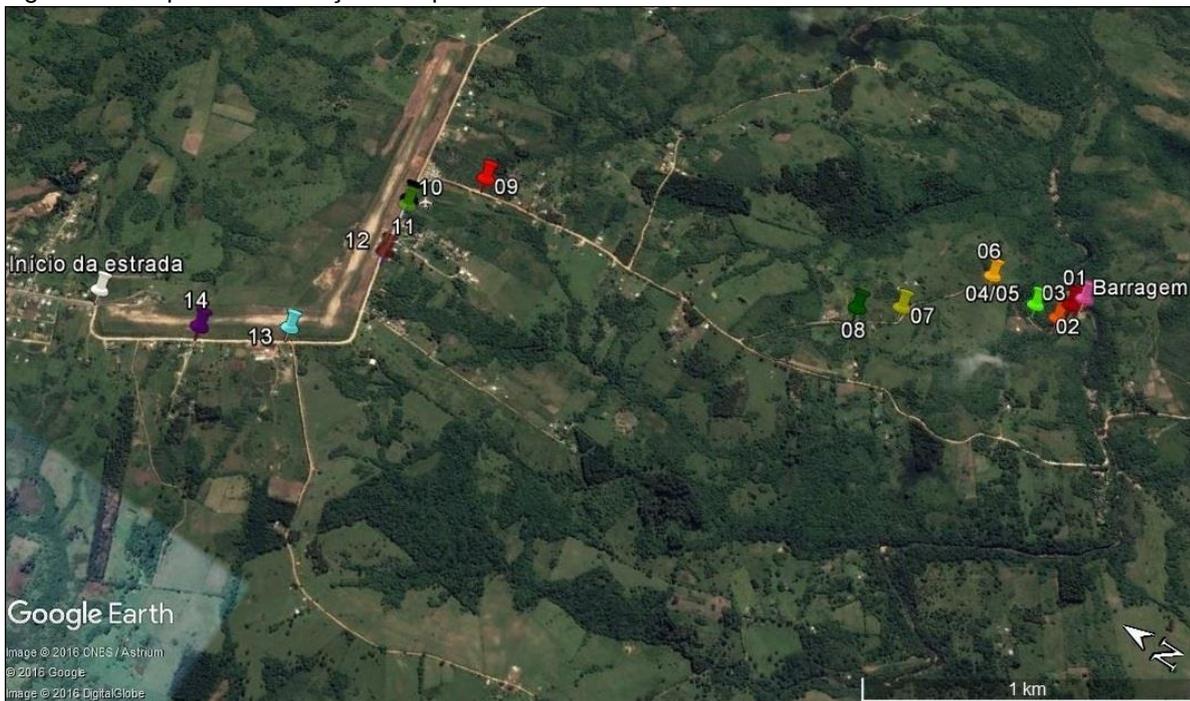
Foi de extrema importância a utilização do mapa da área de estudo contendo a situação topográfica que descreve a ocupação do solo para a localização exata das áreas que sofrem degradações.

4.4 Localização geográfica dos pontos

Os pontos analisados e considerados críticos foram coletados em aparelho GPS e, então, demarcados no software *Google Earth*, conforme Figura 18.

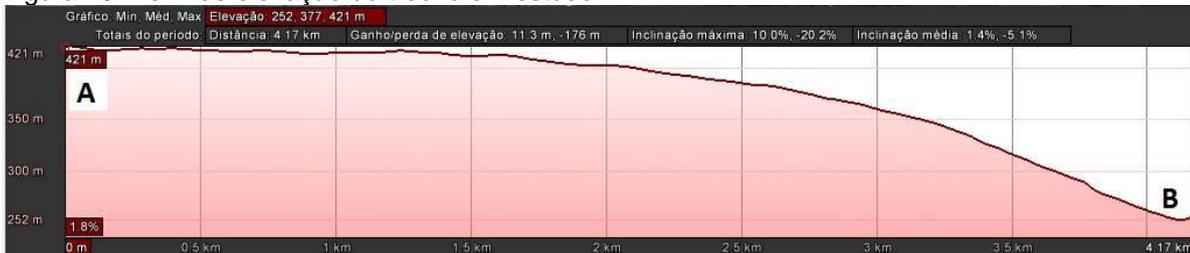
Na Figura 19 está apresentado o perfil de elevação da estrada vicinal em estudo. O segmento A-B representa desde o início da estrada (próximo à Cascata do Salso) até o fim da estrada (início do asfalto).

Figura 18: Mapa de localização dos pontos coletados



Fonte: modificado de *Google Earth* (2016).

Figura 19: Perfil de elevação do trecho em estudo



Fonte: modificado de *Google Earth* (2016).

4.5 Análise de campo

As ocorrências identificadas foram organizadas em fichas, conforme segue abaixo.

Quadro 01: Ficha de ocorrência no ponto 01

Ocorrência: 01	Localização (km): Início		Extensão (m): 6,60
Coordenadas:	E: 22J0265166	N: 6615558	UTM
Lado da pista: Esquerdo		Condições climáticas: Ensolarado, sem nuvens	
Condições geográficas/ topográficas: Elevação: 258m			
Descrição da ocorrência: Erosão em estado avançado; falta de sistema de drenagem; estrutura precária			
Observações: Início da estrada em estudo			
Registro fotográfico			
			

Fonte: a autora (2016).

Quadro 02: Ficha de ocorrência no ponto 02

Ocorrência: 02	Localização (km): 0,0323	Extensão (m): 14,4
Coordenadas:	E: 22J0265140	N: 6615577
Lado da pista: Direito	Condições climáticas: Ensolarado, sem nuvens	
Condições geográficas/ topográficas: Elevação: 264m		
Descrição da ocorrência: Erosão em estado avançado; desmoronamento, talude instável		
Observações: Vegetação em ambos os lados da pista; difícil acesso; casa localizada ao lado		
Registro fotográfico		
		

Fonte: a autora (2016).

Quadro 03: Ficha de ocorrência no ponto 03

Ocorrência: 03	Localização (km): 0,11	Extensão (m): 72,3
Coordenadas:	E: 22J0265065	N: 6615595
Lado da pista: Esquerdo	Condições climáticas: Ensolarado, sem nuvens	
Condições geográficas/ topográficas: Elevação: 272m (início); 283m (final)		
Descrição da ocorrência: Talude em avançada erosão; há ocorrência de valeta neste trajeto; estrada bem esburacada; falta de sistema de drenagem; desmoronamento, estrutura precária		
Observações: No local de maior erosão, solo muda de perfil.		
Registro fotográfico		
		

Fonte: a autora (2016).

Quadro 04: Ficha de ocorrência no ponto 04

Ocorrência: 04	Localização (km): 0,203		Extensão (m): 33,98
Coordenadas:	E: 22J0265060	N: 6615681	UTM
Lado da pista: Direito		Condições climáticas: Ensolarado, sem nuvens	
Condições geográficas/ topográficas: Elevação: 287m (início); 292m (final)			
Descrição da ocorrência: Ocorrência de valetas; desmoronamento; erosão avançada; não tem sistema de drenagem; ocorrência de desmoronamento; estrutura precária			
Observações: Ao longo, vegetação em todo talude			
Registro fotográfico			
			

Fonte: a autora (2016).

Quadro 05: Ficha de ocorrência no ponto 05

Ocorrência: 05	Localização (km): 0,203		Extensão (m): 68,3
Coordenadas:	E: 22J0265060	N: 6615681	UTM
Lado da pista: Esquerdo		Condições climáticas: Ensolarado, sem nuvens	
Condições geográficas/ topográficas: Elevação: 287m (início); 296m (final)			
Descrição da ocorrência: Ocorrência de valetas; desmoronamento; erosão; não tem sistema de drenagem; ocorrência de desmoronamento; estrutura precária			
Observações: Ao longo, vegetação em todo talude			
Registro fotográfico			
			

Fonte: a autora (2016).

Quadro 06: Ficha de ocorrência no ponto 06

Ocorrência: 06	Localização (km): 0,432		Extensão (m): 31,75
Coordenadas:	E: 22J0265061	N: 6615855	UTM
Lado da pista: Direito		Condições climáticas: Ensolarado, sem nuvens	
Condições geográficas/ topográficas: Elevação: 310m (início); 317m (final)			
Descrição da ocorrência: Talude com ocorrência de erosão; não tem sistema de drenagem; estrutura precária			
Observações: Solo muda de perfil			
Registro fotográfico			
			

Fonte: a autora (2016).

Quadro 07: Ficha de ocorrência no ponto 07

Ocorrência: 07	Localização (km): 0,799		Extensão (m): 13,10
Coordenadas:	E: 22J0264764	N: 6616057	UTM
Lado da pista: Direito		Condições climáticas: Ensolarado, sem nuvens	
Condições geográficas/ topográficas: Elevação: 348m (início); 350m (final)			
Descrição da ocorrência: Ocorrência de erosão; estrada com valeta; ocorrência de buracos na pista; falta sistema de drenagem			
Observações: --			
Registro fotográfico			
			

Fonte: a autora (2016).

Quadro 08: Ficha de ocorrência no ponto 08

Ocorrência: 08	Localização (km): 0,958		Extensão (m): 13,16
Coordenadas:	E: 22J0264671	N: 6616180	UTM
Lado da pista: Esquerdo		Condições climáticas: Ensolarado, sem nuvens	
Condições geográficas/ topográficas: Elevação: 361m (início); 363m (final)			
Descrição da ocorrência: Ocorrência de valeta; erosão; falta de sistema de drenagem			
Observações: --			
Registro fotográfico			
			

Fonte: a autora (2016).

Quadro 09: Ficha de ocorrência no ponto 09

Ocorrência: 09	Localização (km): 2,382		Extensão (m): 25,23
Coordenadas:	E: 22J0264335	N: 6617465	UTM
Lado da pista: Direito		Condições climáticas: Ensolarado, sem nuvens	
Condições geográficas/ topográficas: Elevação: 413m (início); 414m (final)			
Descrição da ocorrência: Falta de sistema de drenagem; falta de cobertura vegetal; erosão			
Observações: Acima do talude é cercado; pouca vegetação			
Registro fotográfico			
			

Fonte: a autora (2016).

Quadro 10: Ficha de ocorrência no ponto 10

Ocorrência: 10	Localização (km): 2,729		Extensão (m): 17,54
Coordenadas:	E: 22J0264123	N: 6617623	UTM
Lado da pista: Esquerdo		Condições climáticas: Ensolarado, sem nuvens	
Condições geográficas/ topográficas: Elevação: 417m (início); 418m (final)			
Descrição da ocorrência: Percebe-se ação antrópica para retirada de terra; falta de sistema de drenagem			
Observações: Há tubulação com saída de esgoto; casa localizada ao lado			
Registro fotográfico			
			

Fonte: a autora (2016).

Quadro 11: Ficha de ocorrência no ponto 11

Ocorrência: 11	Localização (km): 2,953		Extensão (m): 14,94
Coordenadas:	E: 22J0264102	N: 6617623	UTM
Lado da pista: Direito		Condições climáticas: Ensolarado, sem nuvens	
Condições geográficas/ topográficas: Elevação: 419m (início); 419m (final)			
Descrição da ocorrência: Falta de cobertura vegetal; erosão; estrutura precária			
Observações: --			
Registro fotográfico			
			

Fonte: a autora (2016).

Quadro 12: Ficha de ocorrência no ponto 12

Ocorrência: 12	Localização (km): 3,14		Extensão (m): 5,3
Coordenadas:	E: 22J0263921	N: 6617578	UTM
Lado da pista: Direito		Condições climáticas: Ensolarado, sem nuvens	
Condições geográficas/ topográficas: Elevação: 420m (início); 420m (final)			
Descrição da ocorrência: Estrutura precária; ocorrência de erosão; talude instável			
Observações: --			
Registro fotográfico			
			

Fonte: a autora (2016).

Quadro 13: Ficha de ocorrência no ponto 13

Ocorrência: 13	Localização (km): 3,645		Extensão (m): 5,
Coordenadas:	E: 22J0263531	N: 6617669	UTM
Lado da pista: Direito		Condições climáticas: Ensolarado, sem nuvens	
Condições geográficas/ topográficas: Elevação: 421m (início); 421m (final)			
Descrição da ocorrência: Percebe-se ação antrópica para retirada de terra; estrutura é precária; falta de cobertura vegetal			
Observações: Acima do talude é cercado			
Registro fotográfico			
			

Fonte: a autora (2016).

Quadro 14:Ficha de ocorrência no ponto 14

Ocorrência: 14	Localização (km): 3,94		Extensão (m): 6,85
Coordenadas:	E: 22J0263367	S: 6617914	UTM
Lado da pista: Direito		Condições climáticas: Ensolarado, sem nuvens	
Condições geográficas/ topográficas: Elevação: 421m (início); 421m (final)			
Descrição da ocorrência: Percebe-se ação antrópica para retirada de terra; há falta de cobertura vegetal			
Observações: Acima do talude é cercado			
Registro fotográfico			
			

Fonte: a autora (2016).

4.6 Quantificação dos passivos ambientais

Após a identificação e análise dos impactos ambientais que atuam negativamente sobre as capacidades funcionais dos fatores ambientais na estrada vicinal em estudo, estes foram descritos e quantificados, sendo apresentados de forma sucinta na Tabela 03.

Tabela 03: Síntese dos passivos ambientais identificados

Tipo de ocorrência	Número Total
Erosão	6
Deficiência ou falta de sistema de drenagem	9
Retirada de terra	3
Instabilidade de taludes	2
Erosão avançada	5
Estrutura precária	8
Desmoronamento	4
Ocorrência de valetas	5
Buracos na pista	2
Falta de cobertura vegetal	4
Total de ocorrências	48

Fonte: a autora (2016).

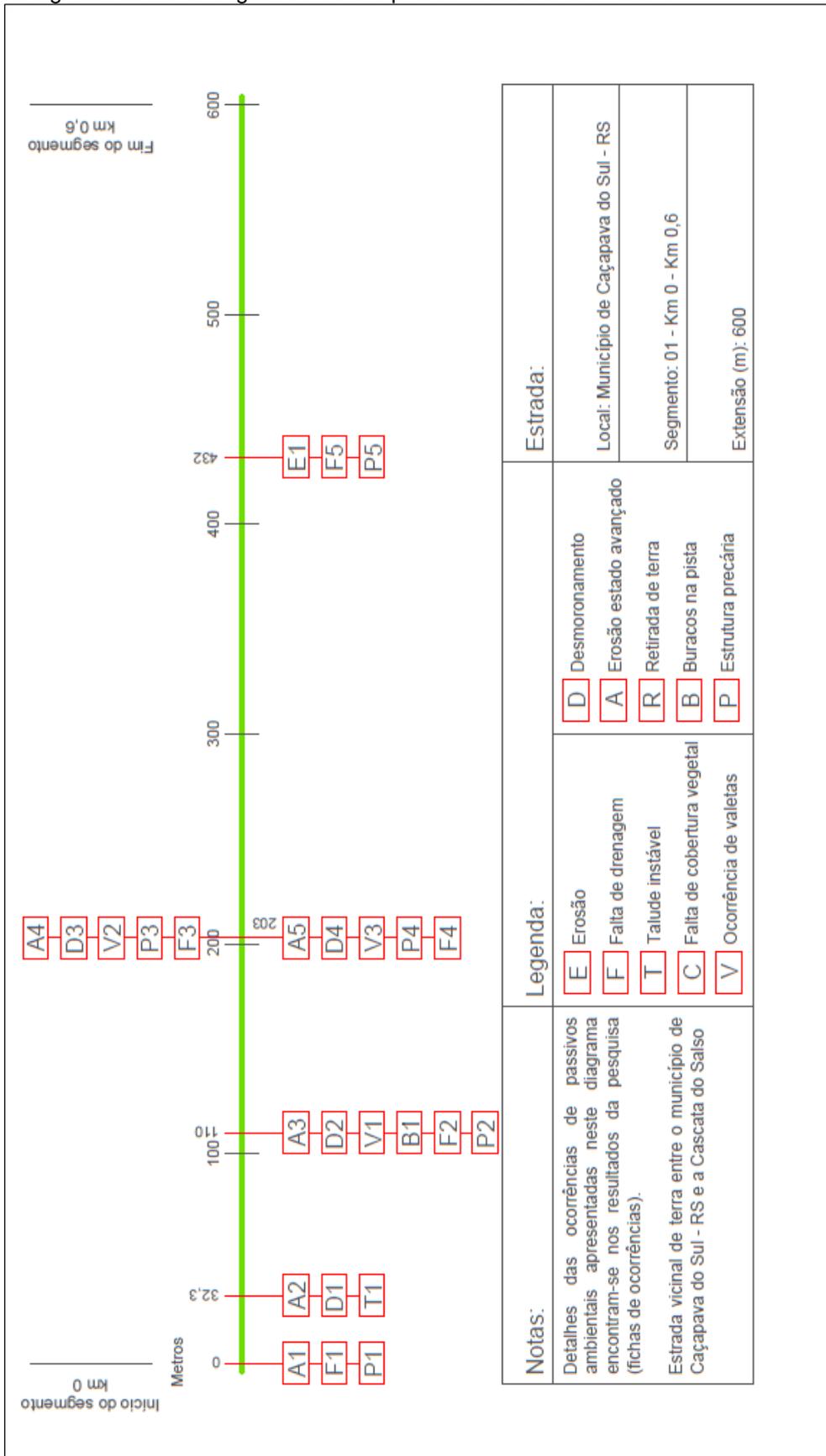
4.6.1 Diagramas lineares

Para uma melhor compreensão dos pontos analisados e considerados críticos, foram elaborados cinco diagramas lineares, constando todos passivos ambientais expostos na Tabela 03. Para a elaboração dos mesmos, foi utilizado o *software* AutoCad.

Devido ao fato dos pontos estarem espalhados ao longo da estrada, achou-se prudente dividir em segmentos, para melhor visualização.

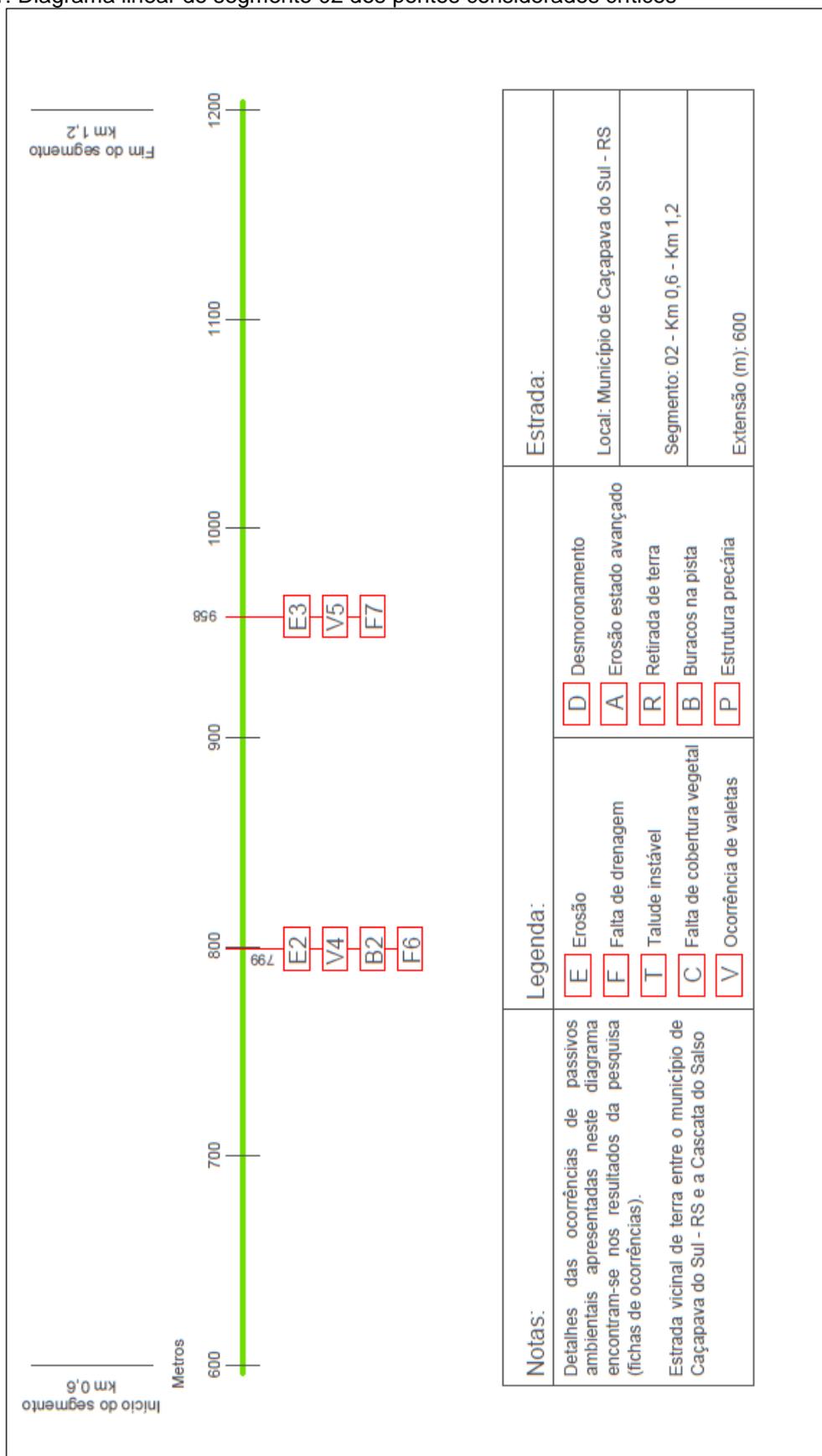
Os diagramas estão representados nas figuras 20, 21, 22, 23 e 24, apontando a descrição do local, segmento e utilizando legenda para demonstrar os passivos ambientais e deficiências nos taludes da estrada vicinal em estudo.

Figura 20: Diagrama linear do segmento 01 dos pontos considerados críticos



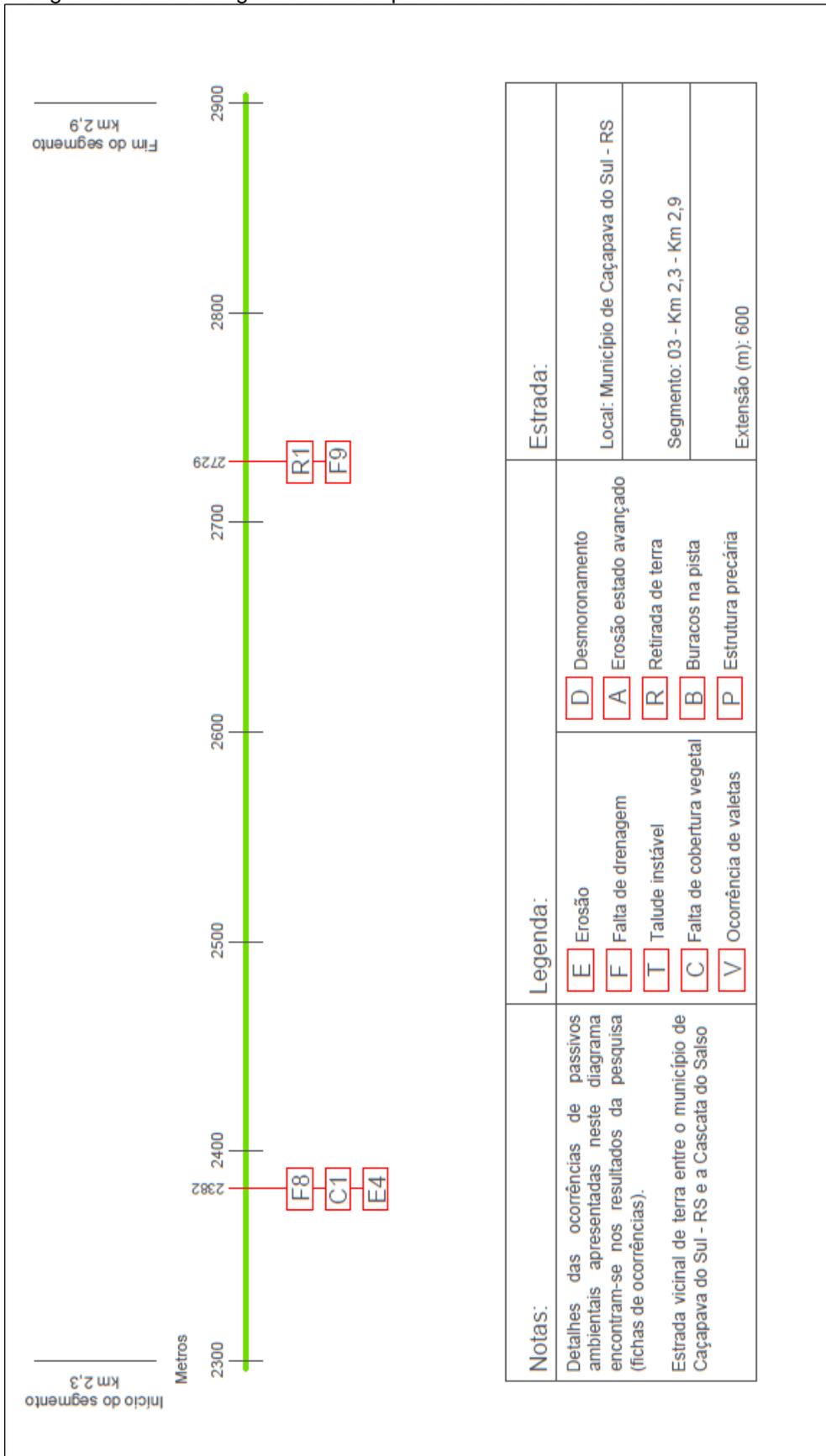
Fonte: a autora (2016).

Figura 21: Diagrama linear do segmento 02 dos pontos considerados críticos



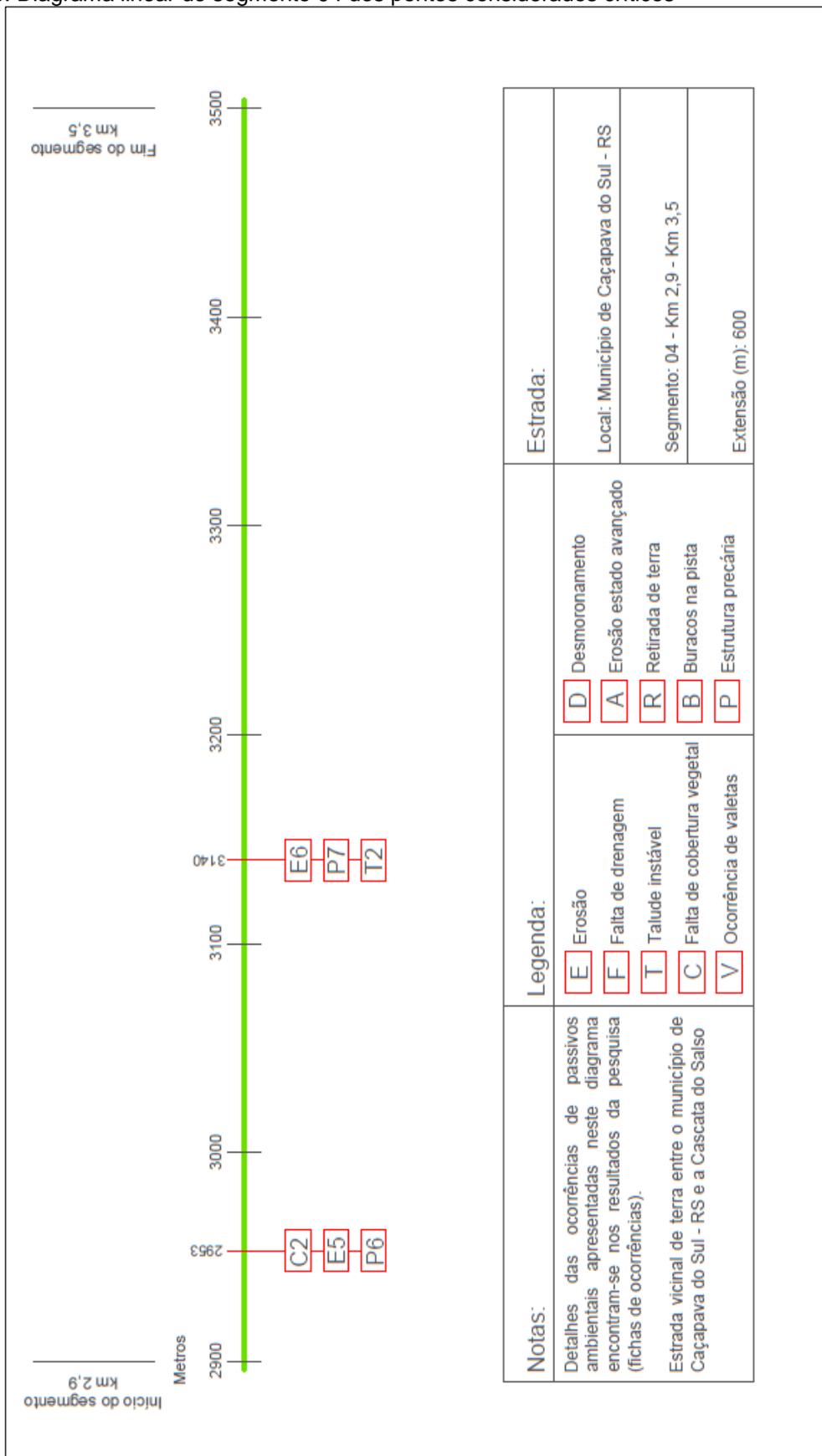
Fonte: a autora (2016).

Figura 22: Diagrama linear do segmento 03 dos pontos considerados críticos



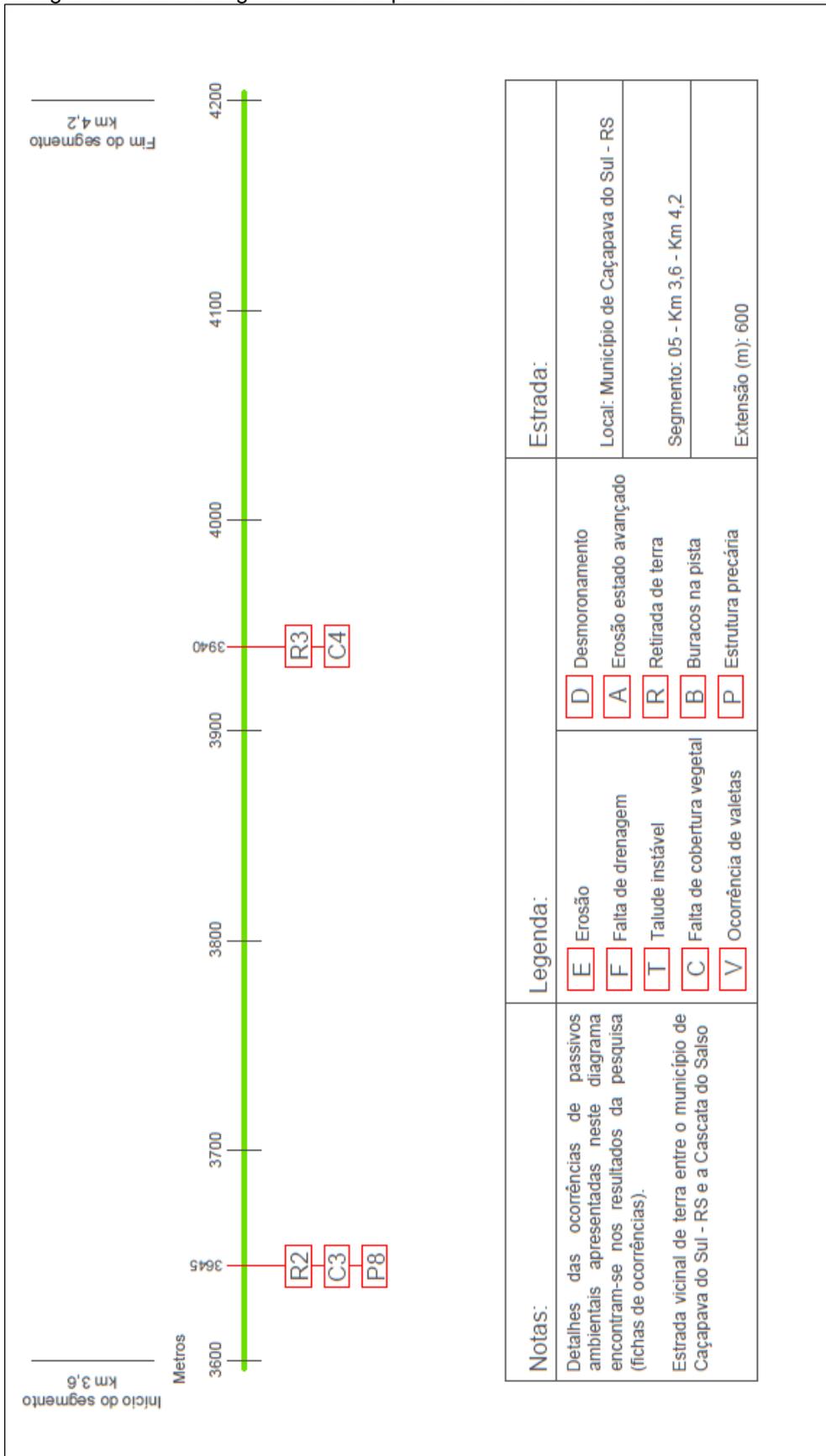
Fonte: a autora (2016).

Figura 23: Diagrama linear do segmento 04 dos pontos considerados críticos



Fonte: a autora (2016).

Figura 24: Diagrama linear do segmento 05 dos pontos considerados críticos



Fonte: a autora (2016).

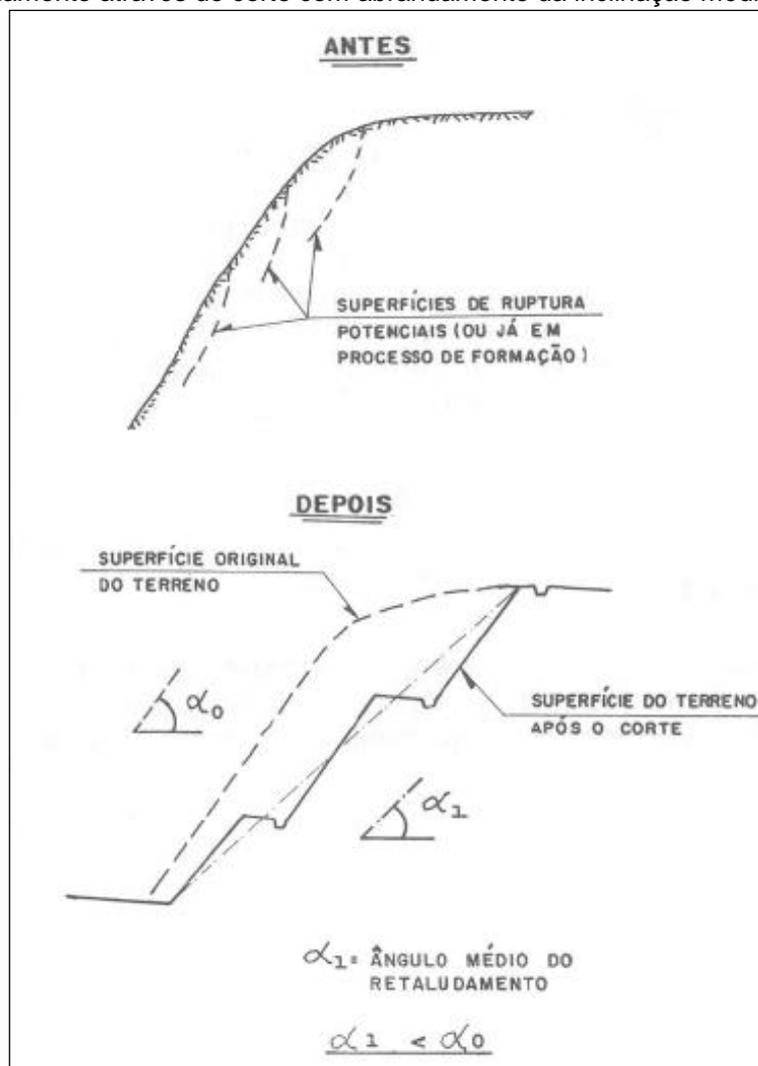
4.7 Soluções propostas

4.7.1 Ocorrência 01

Para os problemas apontados neste ponto, propõe-se que seja feita uma obra de retaludamento. Segundo o manual do DER SP (1991), para obras de estabilização de taludes, os retaludamentos são os mais utilizados, por serem simples e eficazes.

O retaludamento é um processo de terraplanagem, onde se alteram, por cortes ou aterros, os taludes originalmente existentes em determinado local (DER SP, 1991). Na Figura 25 pode-se observar um exemplo de retaludamento.

Figura 25: Retaludamento através de corte com abrandamento da inclinação média do talude



Fonte: DER SP (1991).

Feito isso, sugere-se que seja utilizado o sistema de colocação de gramíneas, com a finalidade de proteção superficial no talude. Conforme o DER SP(1991), obras

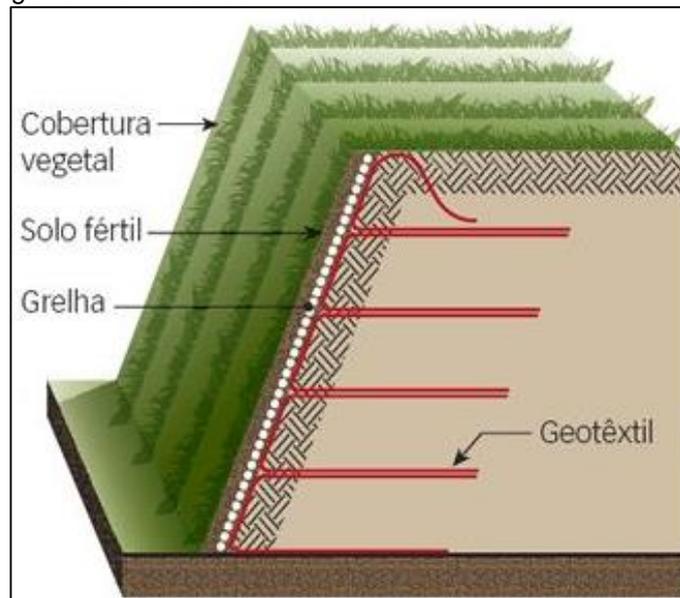
de proteção superficial tendem a reduzir a infiltração de água no terreno e dissipar o escoamento superficial, inibindo processos erosivos.

Por fim, propõem-se a construção de canaletas, realizando a drenagem superficial da água.

4.7.2 Ocorrência 02

Para este ponto, a solução proposta é a mesma que da ocorrência anterior, somada do uso de manta geotêxtil. Um exemplo é apresentado na Figura 26. Segundo o manual do DER SP (1991), aterro reforçado com geotêxtil funciona, basicamente, como estrutura de contenção convencional. Do lado interno, as mantas geotêxteis, além do confinamento do solo junto à face externa, servem para resistir aos esforços de tração desenvolvidos no maciço. Externamente, o geotêxtil é de fundamental importância, para que não se deteriore com a radiação solar.

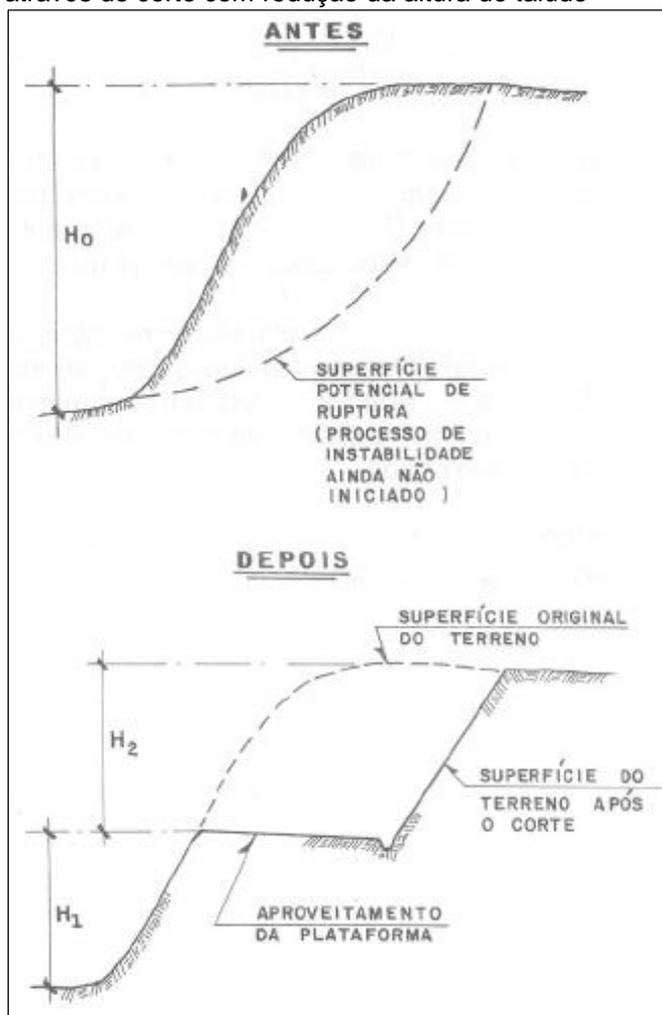
Figura 26: Uso de geotêxtil em taludes



Fonte: retirado de <http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/23/artigo276267-2.aspx> (Acesso em 01

Pode-se, também, realizar a diminuição da altura e da inclinação do talude, conferindo mais resistência ao mesmo. Segundo o manual do DER SP(1991), a gravidade como fator instabilizante de um talude se associa não só à sua inclinação, mas também sua altura. A redução da altura do talude (esquematizado na Figura 27) tem por fim uma melhoria na estabilidade, para situações de uma potencial ruptura global.

Figura 27: Retaludamento através de corte com redução da altura do talude



Fonte: DER SP (1991).

4.7.3 Ocorrência 03

Neste ponto será proposto, também, a realização de retaludamento e construção de canaletas, conforme proposto na ocorrência 01 e o uso de geotêxtil, descrito na ocorrência 02.

Nesta ocorrência o número de buracos é bem alto. Segundo o IPT (1988), a correção destes problemas se inicia com a drenagem das águas da plataforma através do abaulamento transversal, valetas e sangras. Em seguida, os buracos isolados devem ser tapados. Então, deve-se realizar a retificação, limpeza e umedecimento do solo, seguido de compactação em camadas com material usado para revestimento primário (se necessário, umedecer as camadas).

À frente, nesta ocorrência, a situação está bem crítica, como podemos ver nas fichas de ocorrências. Além do descrito acima, a estrada deverá ser aterrada novamente e, posteriormente compactada, seguindo os mesmos passos descritos

para os buracos. Sugere-se que seja feito o uso de britas na estrada, protegendo o solo e combatendo a erosão.

Além disso, é de grande importância a proteção vegetal. Segundo o IPT (1988), esta técnica é fundamental para combater a erosão. Sugere-se que seja plantado o máximo possível de touceiras de bambu, grama, capim, etc, para proteger os pontos de maior vulnerabilidade.

4.7.4 Ocorrências 04 e 05

Nestes pontos, sugere-se que utilize a mesma metodologia descrita na ocorrência 03.

4.7.5 Ocorrências 06 e 07

Sugere-se, para esta ocorrência, que seja feito retaludamento, conforme explicado anteriormente. Após, realizar a cobertura do talude com gramíneas, dando maior proteção.

Deve-se realizar a implantação de canaletas, a fim de captar a água da chuva, evitando maiores danos.

Para o talude na ocorrência 06, realizar a diminuição do grau de inclinação do mesmo.

4.7.6 Ocorrência 08

Sugere-se que para este ponto seja feito a limpeza da área, e posteriormente sejam colocadas gramíneas no talude.

Na beira da estrada, preencher com terra e compactar, completando, então, com a instalação de canaleta para captação de água.

4.7.7 Ocorrência 09

Propõe-se que sejam instaladas canaletas, realizando a drenagem da água.

No talude, alterar sua inclinação e, posteriormente, realizando a cobertura vegetal, com a colocação de gramíneas.

4.7.8 Ocorrência 10

Primeiramente, deverá ser feito a continuidade da canalização de esgoto existente ao lado do talude. Posteriormente, a área deverá ser preenchida com solo

e, então, realizar a cobertura do talude com gramíneas. Deverá, também, ser feita a construção de canaletas na área.

4.7.9 Ocorrência 11

O talude deverá ser preenchido com terra, conferindo um menor grau de inclinação. Após, realizar a cobertura vegetal com gramíneas.

4.7.10 Ocorrência 12

Primeiramente, será necessário realizar a limpeza da área onde se localiza este talude. Então, preencher o mesmo com terra, diminuir o grau de inclinação e colocar gramínea, conferindo cobertura vegetal.

4.7.11 Ocorrência 13

Sugere-se, neste ponto, que faça retaludamento, conferindo menor grau de inclinação. O talude deverá ser coberto com gramíneas, fazendo-se a cobertura vegetal no mesmo.

4.7.12 Ocorrência 14

Neste ponto, sugere-se que utilize a mesma metodologia descrita na ocorrência 11.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os dados e informações levantados na realização deste trabalho, tanto na pesquisa bibliográfica quanto em campo, pode-se concluir que o monitoramento e manutenção em estradas vicinais é uma prática ainda pouco explorada.

Em visita ao local, observou-se que os principais problemas ambientais nos taludes são erosão, buracos localizados na pista, falta de sistema de drenagem, taludes instáveis, falta de cobertura vegetal, ocorrência de valetas, estrutura precária, desmoronamento e retirada de terra por ação antrópica. Ao total, foram identificados 14 pontos críticos, em uma distância de aproximadamente 4,2km.

Através dos diagramas lineares pode-se ter uma melhor observação quanto à distribuição das ocorrências.

Como citado anteriormente, a construção de estradas vicinais, bem como sua utilização e manutenção são passíveis de causar impactos, como pode ser observado no trecho em estudo, e que a avaliação dos impactos enquanto ferramenta de planejamento ainda encontra-se em estágio inicial, servindo esse procedimento apenas para cumprir exigências legais. A situação atual da estrada vicinal em estudo deixa claro que os órgãos ambientais responsáveis pelo acompanhamento e fiscalização não se fazem presente quanto ao seu papel.

Percebe-se a necessidade de um planejamento mais amplo, e de uma avaliação ambiental para equipamentos viários que contemple o projeto desde a sua concepção.

6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sendo assim, diante das observações apontadas nesta pesquisa, sugere-se, para trabalhos futuros, que o trabalho de monitoramento dos pontos críticos apontados neste trabalho seja continuado, assim como o monitoramento de toda estrada, para caso de novas ocorrências.

Também, é importante que as sugestões propostas possam ser usadas como documento balizador para outras ocorrências similares às observadas na estrada vicinal em estudo.

Sugere-se, também, que sejam realizados estudos ambientais de laboratório e estudos geofísicos de campo, além de ensaios geotécnicos para determinar a capacidade de suporte da estrada vicinal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. de; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B.B.; FUCK, R.A. 1977. **Províncias Estruturais Brasileiras**. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 8, Campina Grande. Boletim de Resumos, 6, p. 363-391.
- BASTOS, Cezar Augusto Burkert. **Estudos recentes conduzidos na FURG sobre solos alternativos para pavimentação econômica e obras de terra na Planície Costeira Sul**. Teoria e Prática na Engenharia Civil, Rio Grande, n. 4, p.31-42, abr. 2004.
- BBCBRASIL.com. 2016. Disponível em: <<http://www.bbc.com/portuguese/especial/page2.shtml>>. Acesso em: 09 jul. 2016.
- BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Engenharia Rodoviária. Divisão de Estudos e Projetos. Serviço de Estudos Rodoviários e Ambientais. **Manual Rodoviário de Conservação, Monitoramento e Controle Ambientais**. Rio de Janeiro, 1996.
- _____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 01, de 23 de Janeiro de 1986. **Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental**. Brasília, DF, 1986. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>>. Acesso em: 05 jun. 2016.
- CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos solos e suas aplicações – Mecânica das rochas – Fundações – Obras de Terra**. Volume 2. Rio de Janeiro, 2008.
- CENÁRIO da infraestrutura rodoviária no Brasil. 2011. Disponível em: < <http://www.ilos.com.br/web/cenario-da-infraestrutura-rodoviaria-no-brasil/>>. Acesso em: 01 jul. 2016.
- CIÊNCIA do Solo. 2016. Disponível em: < <http://earaujoac.wix.com/cienciadosoloufacczs>>. Acesso em: 05 jul. 2016.
- CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Geodiversidade do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CPRM, 2010. 250 p. CD-ROM.

_____. **Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul, escala 1:750.000.** CPRM. Porto Alegre.2010.

CUNHA, Márcia Cristina da; THOMAZ, Edivaldo Lopes; VESTENA, Leandro Redin. **Medidas de controle de erosão em estradas rurais na bacia do Rio das Pedras, Guarapuava-PR.** Soc. Nat., [s.l.], v. 25, n. 1, p.107-118, abr. 2013.

CUSATIS, Andrea Chizzotti. **Diagnóstico de taludes rodoviários revegetados naturalmente na região de Viçosa, MG.** 2001. 83 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

DEFINIDA empresa que instalará hidrelétrica em Caçapava do Sul. 2015. Disponível em: < <http://gaucha.clicrbs.com.br/rs/noticia-aberta/definida-empresa-que-instalara-hidreletrica-em-cacapava-do-sul-127586.html>>. Acesso em: 10 Jul. 2016.

DER/SP. Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo. **Manual de Geotecnia – Taludes de Rodovias – Orientação para Diagnóstico e Soluções de seus Problemas.** São Paulo, 1991

EMMERT, Fabiano et al. **Geoprocessamento como ferramenta de apoio à gerência de pavimentos em estradas florestais.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 20, n. 1, p.81-94, 30 mar. 2010.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER. **Estudo de Impacto Ambiental(EIA) /Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).** 2002. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/central/pdfs/eiarimainstabril2002.pdf>>. Acesso em: 15 Jun. 2016.

GUERRA, Antonio José Teixeira. **Erosão e Conservação dos Solos.** 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 340 p.

GONÇALVES, José Leonardo de Moraes; STAPE, José Luiz. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais.** Piracicaba: IPEF, 2002. 498p.

IPT. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A. **Estradas Vicinais de Terra. Manual Técnico para Conservação e Recuperação.** 2ª edição. São Paulo, 1988.

JÚNIOR, Hermenegildo Henrique Soares; FERREIRA, Osmar Mendes. **Processos erosivos e perda de solo em estradas vicinais**. Goiânia. 2007.

LEPSCH, Igo F.. **Formação e Conservação dos Solos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 216 p.

MACIEL, Jussara Socorro Cury. **Estudo de viabilidade ambiental de estradas vicinais no Amazonas**. 2008. 170 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

MALAFIA, Raimunda Maciel Sacramento. **Passivo Ambiental: Mensuração, Responsabilidade, Evidenciação e Obras Rodoviárias**. IX SINAOP. Rio de Janeiro: TCE-RJ, 2004.

MALKO, José Adriano Cardoso et al. **Avaliação da Estabilidade de Um Talude Rodoviário Através de Dados Provenientes de Instrumentação Geotécnica**. Revista de Engenharia Civil Imed, [s.l.], v. 1, n. 2, p.15-22, 30 dez. 2014.

MATIAS, Augusto. Direito Ambiental - **Plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD)**. 2016. Disponível em: <<http://augustommatias.jusbrasil.com.br/artigos/260979861/direito-ambiental-plano-de-recuperacao-de-areas-degradadas-prad>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

MOREIRA, Iara Verocai Dias. **Avaliação de Impacto Ambiental – AIA**. Rio de Janeiro, FEEMA, 1985.

MORETTO, Renata Lima. **Análise dos efeitos da vegetação na proteção de taludes rodoviários e proposição de alternativas de revegetação na BR-386**. 2012. 155 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

NUNES, Tercia Valfridia Lima. **Método de previsão de defeitos em estradas vicinais de terra com base no uso das redes neurais artificiais: trecho de Aquiraz - CE**. 2003. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

O QUE é e como ocorre a erosão marinha? 2013. Disponível em: <<http://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/o-que-e-e-como-ocorre-a-erosao-marinha/>>. Acesso em: 02 jul. 2016.

ODA, S.; SÓRIA, M. H. A. ; FERNANDES JR, J. L. . **Caracterização de estradas não-pavimentadas visando a implementação de um sistema de gerência de vias**. Engenharia Arquitetura, São Carlos - SP, v. 01, n.02, p. 135-145, 1998.
OLIVEIRA, João F. de et al. **Erodibilidade e tensão crítica de cisalhamento em solos de estradas não pavimentadas**. Rev. bras. eng. agríc. ambient., v. 13, 2009.

PANAZZOLO, Adriano Peixoto et al. **Gestão ambiental na construção de rodovias - O caso da BR-448 - Rodovia do Parque**. In: 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, 2012, Bento Gonçalves. Anais... , 2012.

PLANO de recuperação de áreas degradadas – PRAD. 2016. Disponível em: <<http://ima.al.gov.br/gestao-florestal/plano-de-recuperacao-de-areas-degradadas-prad/>>. Acesso em: 05 jun. 2016.

Prefeitura Municipal. CAÇAPAVA DO SUL, RS. **Plano Ambiental Municipal de Caçapava do Sul – RS**. Caçapava do Sul, RS: NeoCorp, 2010. 279 p.

PROCESSOS de Dinâmica Estrutural. 2016. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/interacao/inter08a.html>>. Acesso em: 01 jul. 2016.

PROJECTO de estabilização de um talude na A21 (Nó da Malveira) com técnicas de Engenharia Natural. 2016. Disponível em: <<http://www.isa.utl.pt/ceabn/projecto/1/78/projecto-de-estabiliza-ccedil-atilde-o-de-um-talude-na-a21-n-oacute-da-malveira-com-t-eacute-cnicas-de-engenharia-natural>>. Acesso em: 05 jul. 2016.

PRUSKI, Fernando Falco et al. **Hidros: dimensionamento de sistemas hidroagrícolas**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 259 p.

QUAL a diferença entre EIA (Estudo de Impacto Ambiental) e o RIMA (Relatório de Impacto Ambiental)? 2010. Disponível em: <<http://lfg.jusbrasil.com.br/noticias/1815700/qual-a-diferenca-entre-eia-estudo-de-impacto-ambiental-e-o-rima-relatorio-de-impacto-ambiental-fernanda-carolina-silva-de-oliveira>>. Acesso em: 09 jun. 2016.

ROESNER, Fernando John. **Retroanálise e proposta de estabilização de um talude da rodovia SC-435**. 2015. 87 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Infraestrutura, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2015.

ROJAS, José Waldomiro Jiménez; PIZZO, Henrique da Silva; FERNANDES, Vera Maria Cartana. **Impacto ambiental em obras rodoviárias**: estudo de estrada vicinal entre o município de Ernestina e a BR 386. In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005, Campo Grande. Saneamento Ambiental Brasileiro: Utopia ou Realidade?, 2005.

SANCHÉZ, Luiz Enrique. **Avaliação de Impacto Ambiental**: Conceitos e Métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SANTOS, Thaís Guimarães dos. **Estabilidade de taludes de escavação em mina de grafita**. 2014. 40 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Minas, Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, 2014.

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

TALUDES rodoviários. 2016. Disponível em:
<http://www.siriema.eng.br/?page_id=196>. Acesso em: 05 jul. 2016.

TRANSPORTE rodoviário. 2009. Disponível em:
<http://www.ipea.gov.br/presenca/index.php?option=com_content&view=article&id=26&Itemid=19>. Acesso em: 30 jun. 2016.

ANEXO A



Jornal do PAMPA

CAÇAPAVA DO SUL, 17 DE NOVEMBRO DE 2016 - EDIÇÃO 460 - R\$ 2,00

TURISMO

Página 3

A ESTRADA DA CASCATA

Difícil acesso para chegar em um dos cartões postais de Caçapava do Sul



A estrada da Cascata

Difícil acesso para chegar em um dos cartões postais de Caçapava do Sul

A Cascata do Salso, um dos cartões postais de Caçapava do Sul, atualmente representa um retrato da falta de atenção ao patrimônio turístico da cidade. Um local bastante prestigiado pela comunidade, porém de difícil acesso, mesmo estando a cerca de oito quilômetros do centro da cidade. A Cascata do Salso encanta pela paisagem natural: uma queda d'água de mais de 20 metros, que já serviu de área de lazer para muitas famílias e grupos de amigos, que hoje está literalmente abandonado.

A redação do *Journal do Pampa* foi até a Cascata, parte do trajeto, cerca de 800 metros foi preciso ser feito a pé, devido às péssimas condições da estrada. No caminho não foram encontradas placas de sinalização indicando o ponto turístico. Os primeiros cinco quilômetros do trajeto, até o cemitério da estrada da Aviação, estão em boas condições. É no trecho final, nos últimos três quilômetros, que as condições da estrada pioram, devido aos buracos e a erosão do solo.

De acordo com a assessoria de comunicação da Prefeitura, o solo naquela região é bastante arenoso, o que ocasiona erosão nas valotas que invadem a estrada, dificultando o tráfego de veículos nos últimos metros antes de chegar na Cascata.

Em janeiro de 2015, a Cooperativa Regional de Eletrificação Rural do Alto Uruguai (Creal) foi a empresa vencedora da licitação para instalar uma hidrelétrica em Caçapava do Sul, reativando a usina na Cascata do Salso. Na época foi divulgado que a obra teria o prazo de um ano e meio para conclusão, a partir da emis-



na, a empresa terá de revitalizar o local para visitação turística. A Creal deve explorar o local por 30 anos. Não haverá alagamento de propriedades, porque a área é pública e porque já houve uma hidrelétrica em operação no local. A estrutura, que funcionou na década de 1940, voltará a ser utilizada.

Por telefone, o engenheiro da Creal, Leonardo, informou que o projeto ainda está em fase de licenciamento ambiental, na FEPAM. "A liberação é demorada, não tem previsão, alguns dias chega a levar de oito a dez

anos para liberar". A reportagem tentou contato com a FEPAM, porém, até o fechamento desta edição não houve retorno. O vereador Marquinho Vivian (PMDB) recebeu diversas reclamações dos moradores e esteve na Cascata do Salso na última semana, além da dificuldade para chegar ao ponto turístico, o parlamentar destacou as dificuldades que as famílias que residem nas proximidades da Cascata encontram. Além da estrada em péssimas condições, nos dias de chuva as famílias que moram nas proximidades da Cascata do

Sob as condições da estrada, a assessoria de comunicação da Prefeitura informou que o grande volume de chuva dos últimos meses dificultou que a estrada permanecesse em boas condições.

De acordo com as informações turísticas do site: Turismo Caçapava do Sul, projeto do NIDETUR da UNIPAMPA: "Localizada a oito quilômetros da cidade, no arroyo do Salso, a cascata é uma queda d'água com mais de 20 metros de altura, em meio a montes cobertos de mata. Na parte superior, encontra-se a barragem de cimento da antiga hidrelétrica. Ótimo lugar para apreciar a natureza, é monumental em sua formação rochosa com o aspecto de cascata por onde se projeta a água. O tempo até o local é de aproximadamente 30min, para chegar até lá é necessário seguir pela aviação de Santos Dumont que leva ao aeroporto (asfaltada). Em frente ao aeroporto, deve-se entrar à direita (estrada de chão) e seguir até o cemitério, neste ponto, novamente, à direita, percorrer mais 1 km, dobrar à esquerda e andar por mais 3 km. Atenção: em alguns trechos o local é de difícil acesso. Sugere-se para quem estiver de carro estacioná-lo e seguir a pé".

anos para liberar". A reportagem tentou contato com a FEPAM, porém, até o fechamento desta edição não houve retorno. O vereador Marquinho Vivian (PMDB) recebeu diversas reclamações dos moradores e esteve na Cascata do Salso na última semana, além da dificuldade para chegar ao ponto turístico, o parlamentar destacou as dificuldades que as famílias que residem nas proximidades da Cascata encontram. Além da estrada em péssimas condições, nos dias de chuva as famílias que moram nas proximidades da Cascata do