

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

CARTA GEOTÉCNICA DE SUSCETIBILIDADE AOS
PROCESSOS DA DINÂMICA SUPERFICIAL DO TRECHO KM
215 AO 249 DA RODOVIA MARECHAL RONDON - SP-300.

FRANCELY MARTINELLI FERNANDES

Orientador: Leandro Eugenio da Silva Cerri

Dissertação de Mestrado elaborada
junto ao Programa de Pós-
Graduação em Geociências e Meio
Ambiente
para obtenção do título de Mestre em
Geociências e Meio Ambiente

Rio Claro (SP)
2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

CARTA GEOTÉCNICA DE SUSCETIBILIDADE AOS
PROCESSOS DA DINÂMICA SUPERFICIAL DO TRECHO KM
215 AO 249 DA RODOVIA MARECHAL RONDON - SP-300.

FRANCELY MARTINELLI FERNANDES

Orientador: Leandro Eugenio da Silva Cerri

Dissertação de Mestrado elaborada
junto ao Programa de Pós-
Graduação em Geociências e Meio
Ambiente
para obtenção do título de Mestre em
Geociências e Meio Ambiente

Rio Claro (SP)
2008

526.8 Fernandes, Francely Martinelli
F363c Carta geotécnica de suscetibilidade aos processos
da dinâmica superficial do trecho km 215 ao 249 da
Rodovia Marechal Rondon – SP-300 / Francely
Martinelli Fernandes. - Rio Claro : [s.n.], 2008
110 f. : il., tabs., quadros, gráfs., fots.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual
Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Leandro Eugênio da Silva Cerri

1. Cartografia. 2. Cartografia geotécnica. 3.
Zoneamento geotécnico. 4. Erosão. 5. Movimento de
massa. 6. Gestão ambiental. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

Comissão Examinadora

Leandro Eugenio da Silva Cerri

Kátia Canil

José Eduardo Zaine

Aluna: Francely Martinelli Fernandes

Rio Claro, 19 de setembro de 2008.

Resultado: APROVADA

Àqueles que me ensinaram como
caminhar, que me deixaram a orientação
de quais trilhas perseguir e me
carregaram pela mão no rumo da eterna
busca pelo conhecimento, meus pais,
Francisco e Joceli

Dedico

AGRADECIMENTOS

Para o desenvolvimento deste trabalho foi fundamental o apoio de diversas pessoas, sem as quais esta pesquisa dificilmente teria sido concluída. Desta forma, agradeço:

Ao Prof. Dr. Leandro E. S. Cerri por todo o ensinamento e conhecimento transmitidos com sabedoria, de assuntos mercadológicos aos acadêmicos, contribuindo de forma definitiva na formação dos seus alunos;

Ao futuro Dr. José Luís Ridente Jr., grande colega e amigo “Ridents”, pessoa fundamental para o desenvolvimento e conclusão desta pesquisa; agradeço pelos dados geológicos coletados, sugestões, discussões, e imenso incentivo;

Ao Prof. Dr. José Eduardo Zaine, professor e amigo, pela ajuda nos momentos solicitados, pelo incentivo e pela amizade;

À grande amiga Beatriz Lima de Paula, pessoa que conheço de outras dimensões, agradeço por todo o apoio nos momentos que mais precisei, desde passar um tempo na minha casa, conversas, almoços, até a “co-orientação” deste estudo;

Aos amigos da pós-graduação, em especial Alessandra R. Gomes, amiga valiosa que descobri na pós, por direcionar e “desenrolar” minha cabeça não só no mestrado, mas também na vida; Fabiano F. Cucolo, pelas aulas de ArcGIS e execução do banco de dados; Prof. Dr. José Alexandre J. Perinotto, pela amizade gratuita, pela dedicação e empenho que doa à pós-graduação;

Aos colegas de trabalho do Rodoanel, principalmente Carlos H. Aranha, pelo apoio e horas disponibilizadas para que esta pesquisa fosse concluída; Ana Luíza M. Gnaspini, pela companhia nas vitorias na obra, pelo apoio na finalização deste trabalho, e pela revisão dos textos; Murilo Costa e Rodrigo C.D. Neves pelo convívio em ambiente “hostil”;

À minha família ancestral: querida e amada mãe Joceli, inspiração diária; irmãs Helga e Kelly, amores incondicionais; tios Gisely e Cláudio, grandes amigos; primos Giuseppe e Lorena, motivadores da minha vontade de melhorar o mundo; e vô Jorge, base sustentadora de todo o esforço destinado a este trabalho, agradeço pela eterna cumplicidade, ajuda desmedida e formidável compartilhamento da vida;

À minha nova família: Ricardo e Thatha; Eduardo, Janaína e Maria Luíza; Seu Zezinho, e especialmente D. Gracinha; agradeço por todo o carinho e afeição com que me receberam e me acolhem;

Ao companheiro Guilherme, presente divino que ganhei em hora tão propícia; agradeço por toda compreensão, dedicação e amor; por ter estruturado um lar com nossos alegres e fiéis filhos cães, nossos peixes e plantas; e pela doação de horas preciosas de harmoniosa convivência para que este texto pudesse ser escrito;

Ao meu pai Francisco S. Fernandes, que não mais se encontra presente entre nós, mas cujos ensinamentos, amor e dedicação permanecem vivos em mim; agradeço por ter sido, desde o início, o maior incentivador e entusiasta do desenvolvimento deste estudo, pelas inestimáveis horas de conversa sobre os mais variados assuntos e por toda a ajuda dispensada em momentos que talvez ele não pudesse...

"Para dar ordens à natureza é preciso saber obedecer-lha."

Francis Bacon

RESUMO

As rodovias são empreendimentos de grande extensão longitudinal que atravessam diversos tipos de terrenos, que possuem condições geológicas, geomorfológicas, pedológicas e vegetacionais diferenciadas. Na gestão ambiental de rodovias foi notada a importância da utilização de Cartas Geotécnicas de Suscetibilidade, por serem documentos que inter-relacionam diversas informações do meio físico. Desta forma, esta pesquisa objetivou a elaboração deste tipo de carta e a indicação de diretrizes para a conservação da Rodovia Marechal Rondon – SP-300. Para sua elaboração foram utilizados o Mapa de Declividade, as Unidades Fisiográficas Homogêneas delimitadas, os processos da dinâmica superficial mapeados e o uso do solo. Sua elaboração evidenciou sua importância para a gestão ambiental de rodovias, tendo em vista a prevenção, o monitoramento e a correção dos processos adversos que podem ocorrer neste tipo de empreendimento.

Palavras chave: cartografia geotécnica, zoneamento geotécnico, erosão, movimentos de massa, gestão ambiental.

ABSTRACT

The highways are enterprises of great longitudinal extension that cross several types of lands, that possess different geologic, geomorphologic, pedologic and vegetation conditions. In the environmental management of highways the importance of the use of Engineering Geological Maps of Susceptibility was noticed, for being documents that inter-relates several information of the environment. This way, this research objectified the elaboration of this type of map and the indication of lines of direction for the conservation of the Highway Marechal Rondon - SP-300. For its elaboration the Map of Declivity, the delimited Homogeneous Physiographic Units, the processes of the superficial dynamics mapped and the use of the ground was used. Its elaboration evidenced its importance for the environmental management of highways, in view of the prevention, the monitoring and the correction of the adverse processes that can occur in this type of enterprise.

Key Words: engineering geological mapping, geotechnical zoning, erosion, mass movements, environmental management.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Propriedades e características que devem ser observadas na foto-análise e na fotointerpretação.....	12
Quadro 2. Definição dos parâmetros para identificação de zonas homogêneas nas fotografias aéreas e imagens de satélite	14
Quadro 3. Caracterização das propriedades das formas texturais.....	14
Quadro 4. Principais problemas em taludes de rodovias do Estado de São Paulo..	34
Quadro 5. Indicadores e parâmetros geológicos que podem ser utilizados na avaliação de Desempenho Ambiental.....	42
Quadro 6. Principais características da APA Corumbataí-Botucatu-Tejupá.....	50
Quadro 7. Principais características da FE Botucatu.....	51
Quadro 8. Listagem e descrição do material adquirido.....	54
Quadro 9. Principais elementos constituintes da paisagem.....	58
Quadro 10. Critérios utilizados na caracterização das unidades de relevo.....	59
Quadro 11. Descrição das Unidades Fisiográficas Homogêneas.....	80
Quadro 12. Principais problemas ocasionados pela intervenção humana nas diferentes categorias de uso do solo.....	91

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudo.....	2
Figura 2. Seção transversal mista de rodovia.....	4
Figura 3. Conseqüências da ocorrência do rastejo.....	26
Figura 4. Escorregamento planar ou translacional.....	27
Figura 5. Escorregamento circular ou rotacional.....	28
Figura 6. Escorregamento em cunha.....	28
Figura 7. Queda de blocos rochosos.....	29
Figura 8. Tombamento de blocos rochosos.....	30
Figura 9. Rolamento de blocos rochosos.....	30
Figura 10. Desplacamento rochoso.....	31
Figura 11. Dimensões de sustentabilidade.....	37
Figura 12. Modelo de sistema de gestão ambiental para a Norma ISO.....	39
Figura 13. Pluviograma acumulado médio mensal representativo da área de estudo.....	48
Figura 14. Fluxograma das etapas de trabalho.....	53
Figura 15. Exemplo de interpretação fisiográfica realizada nas fotografias aéreas..	56
Figura 16. Exemplo da interpretação dos processos da dinâmica superficial.....	57
Figura 17. Ficha de campo.....	63
Figura 18. Modelo Numérico do Terreno (MNT).....	67
Figura 19. Perfil de alteração típico da Unidade I.....	70
Figura 20. Perfil de alteração típico da Unidade II.....	71
Figura 21. Perfil de alteração típico da Unidade III.....	74
Figura 22. Perfil de alteração típico da Unidade IV.....	76
Figura 23. Perfil de alteração típico da Unidade V.....	78

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Ocorrência de processos da dinâmica superficial na Rodovia Marechal Rondon.....	82
Gráfico 2. Porcentagem de ocorrência dos processos da dinâmica superficial na Rodovia Marechal Rondon	82
Gráfico 3. Área ocupada por cada tipo de uso do solo.....	83
Gráfico 4. Porcentagem da área ocupada por cada tipo de uso do solo.....	84
Gráfico 5. Distribuição dos processos da dinâmica superficial em cada Unidade....	85
Gráfico 6. Quantidade total de processos deflagrados em cada unidade.....	86
Gráfico 7. Distribuição dos processos da dinâmica superficial em cada tipo de uso do solo.....	89
Gráfico 8. Quantidade total de processos deflagrados em cada tipo de solo.....	89
Gráfico 9. Distribuição dos processos da dinâmica superficial nas classes de declividade.....	92
Gráfico 10. Quantidade total de processos deflagrados em cada classe de declividade.....	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Quantidade de ocorrências observadas na área de estudo.....	81
Tabela 2. Relação dos processos encontrados em cada Unidade Fisiográfica Homogênea.....	85
Tabela 3. Relação dos processos encontrados em cada categoria de uso do solo..	88
Tabela 4. Relação dos processos encontrados em cada classe de declividade.....	92
Tabela 5. Suscetibilidade aos principais processos da dinâmica superficial.....	95

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Depósito de tálus cobrindo a rocha no talude de corte da rodovia.....	71
Foto 2. Perfil de alteração típico da Unidade III.....	74
Foto 3. Perfil de alteração típico da Unidade IV.....	76
Foto 4. Ponto de verificação de arenito.....	78

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CEBDS	Conselho Empresarial Brasileiro de Desenvolvimento Sustentável
CMMAD	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CSIRO	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
DER	Departamento de Estradas de Rodagem
DGI	Divisão de Geração de Imagens
DNIT	Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transito
EPE	Environmental Performance Evaluation
IAEG	International Association of the Engineering Geologist
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IF	Instituto Florestal de São Paulo
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ISO	International Organization for Standardization
MNT	Modelo Numérico do Terreno
NA	Nível d'água
NBR	Norma Brasileira
PUCE	Patterns Units Components Evaluation
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIGRH	Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo
UNESP	Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Características de Empreendimentos Rodoviários	4
1.2. Objetivos	7
1.2.1. Objetivo Geral	7
1.2.2. Objetivo Específico.....	7
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	8
2.1. Geologia de Engenharia	8
2.2. Zoneamento e Cartografia Geotécnicos	9
2.3. Principais Processos da Dinâmica Superficial	21
2.3.1. Processos Erosivos	22
2.3.2. Movimentos Gravitacionais de Massa.....	25
2.3.2.1. Rastejo (Creep)	25
2.3.2.2. Escorregamentos (Landslides)	26
2.3.2.3. Quedas (falls)	29
2.3.2.4. Corridas (Flows)	31
2.3.3. Assoreamento	32
2.3.4. Enchentes e Inundações.....	33
2.4. Suscetibilidade aos Processos da Dinâmica Superficial.....	33
2.5. Gestão Ambiental	35
3. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	44
3.1. Geologia e Geomorfologia	44
3.2. Geotecnia	46
3.3. Clima.....	47
3.4. Vegetação.....	48
3.5. Unidades de Conservação.....	49
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E ETAPAS DA PESQUISA.....	52
4.1. Definição da área de estudo e aquisição de material	54
4.2. Revisão Bibliográfica	54
4.3. Preparação da base cartográfica e do banco de dados	55
4.4. Elaboração do Mapa de Declividade	55
4.5. Interpretação das fotografias aéreas	56
4.6. Delimitação das Unidades Fisiográficas Homogêneas.....	60
4.7. Mapeamento dos Processos da dinâmica superficial	61

4.8. Caracterização do Uso do Solo	61
4.9. Trabalhos de Campo	61
4.10. Carta Geotécnica de Suscetibilidade aos Processos da dinâmica superficial	64
5. RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO.....	65
5.1. Mapa de Declividade	68
5.2. Unidades Fisiográficas Homogêneas	68
5.2.1. Unidade I – Várzeas e fundos de vale.....	68
5.2.2. Unidade II – Cuesta da Serra de Botucatu.....	70
5.2.2.1. Sub-Unidade IIa.....	72
5.2.2.2. Sub-Unidade IIb.....	72
5.2.3. Unidade III – Vertentes íngremes dos arenitos	73
5.2.4. Unidade IV – Topos de colinas dos arenitos	75
5.2.5. Unidade V – Arenitos no reverso da cuesta	77
5.3. Mapeamento dos processos da dinâmica superficial	81
5.4. Uso do Solo	83
5.5. Carta Geotécnica de Suscetibilidade aos Processos da dinâmica superficial	84
5.5.1. Recomendações	96
6. CONCLUSÕES.....	98
7. REFERÊNCIAS.....	100

APÊNDICE 1 – MAPA DE DECLIVIDADE

APÊNDICE 2 – FICHAS DE CAMPO

APÊNDICE 3 – CARTA GEOTÉCNICA DE SUSCETIBILIDADE AOS PROCESSOS DA DINÂMICA SUPERFICIAL

1. INTRODUÇÃO

A paisagem, dentro do contexto de espaço de inter-relação do homem com o ambiente, pode ser definida como um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas (ecossistemas ou unidades de uso do solo), que possui seus limites definidos por elementos do meio físico (formas de relevo e tipos de solo), perturbações naturais (fogo, erupções vulcânicas, enchentes) e modificações antrópicas (desmatamento, criação de reservatórios, implantação de rodovias) (METZGER, 2001).

A paisagem local e regional pode ser modificada por diversos fatores, dentre eles, a implantação de rodovias. Desde a primeira etapa de implantação, o desmatamento, até a operação e desativação, a paisagem é transformada e as rodovias permanecem como elementos constituintes desta paisagem ao longo do tempo.

A primeira grande intervenção no meio natural, durante a fase construtiva de uma rodovia, é o desmatamento, seguido de uma série de outras, tais como escavação e transporte de solos e rochas, compactação de aterros, desvio da drenagem natural da área, impermeabilização do solo, construção de obras-de-arte. Cada intervenção, isolada ou conjugada, está relacionada a um tipo de impacto ambiental.

No início dos anos 60, os impactos ambientais começaram a ser sistematizados, e a partir da década de 70, as ações públicas e privadas direcionaram-se para garantir a efetividade dos procedimentos requisitados pelas exigências ambientais estabelecidas legalmente. Os instrumentos de gestão

ambiental visam garantir esta efetividade através da sistematização de documentos técnicos e administrativos, gerando conformidade das medidas e práticas adotadas, assegurando melhoria e aprimoramento de empreendimentos (BITAR & ORTEGA, 1998; BRAGA et al, 2005).

Os impactos negativos do meio físico decorrentes da implantação de empreendimentos rodoviários são, basicamente, os problemas geológicos de caráter geológico-geotécnico. Dentre os inúmeros casos que podem ocorrer nas rodovias instaladas em regiões de clima tropical, como o Brasil, os principais são a erosão e os movimentos de massa (RODRIGUES & LOPES, 1998).

Escorregamento, rastejo e queda de blocos são os processos da dinâmica superficial mais observados em locais de instabilidade tectônica, como a região de Cuestas Basálticas, onde está inserida, nas proximidades do município de Botucatu, a Rodovia Marechal Rondon – SP-300, área de estudo desta pesquisa (Figura 1).



Figura 1. Área de estudo (imagem orbital ETM+, Landsat 7, 03/10/2002, composição colorida 3B 4G 5R).

O trecho selecionado tem início no km 215 e fim no km 249, envolvendo regiões com características ambientais específicas, vez que atravessa diferentes

províncias geomorfológicas: Depressão Periférica, Cuestas Basálticas (Serra de Botucatu), e o Planalto Ocidental (ALMEIDA, 1964). Desta forma, os processos da dinâmica superficial atuantes nesta área possuem diferente formação, intensidade e abrangência.

Devido às fragilidades do quadro geológico regional, esta área está classificada como sendo de alta criticidade em relação aos processos erosivos (IPT 1995). As cabeceiras de drenagem, principalmente, encontram-se deterioradas pela instalação de processos erosivos avançados, agravados pelo avanço indiscriminado da agricultura e da pastagem, que promovem a remoção da vegetação nativa do local, expondo o solo e permitindo seu carreamento para outros locais.

Estes problemas são causados essencialmente pela falta do necessário conhecimento do meio físico, principalmente, referente à gênese dos processos da dinâmica superficial, levando a projetos construtivos inadequados e construções deficientes, sendo estes problemas agravados quando não há boa manutenção das obras (RODRIGUES & LOPES, 1998).

Dentro deste contexto, o conhecimento das características e comportamentos de elementos do meio físico e suas inter-relações, tornam-se fundamentais para o bom desempenho da gestão ambiental e manutenção das rodovias.

Estas características e comportamentos, bem como as suas inter-relações podem ser analisadas, interpretadas, sintetizadas e representadas em documentos cartográficos, que são ferramentas fundamentais para a gestão ambiental, como são as cartas geotécnicas; que classificam e representam os atributos que compõem o meio físico (ZUQUETTE & NAKAZAWA, 1998).

O documento cartográfico focado na presente pesquisa é a carta geotécnica de suscetibilidade; especificamente, suscetibilidade a processos da dinâmica superficial, cuja lógica é apresentar a compilação dos dados de declividade e tipo de solo, amparados nos dados do mapeamento dos processos deflagrados e uso do solo.

Tendo isso em vista, com o intuito de garantir a efetividade das exigências ambientais, a carta geotécnica de suscetibilidade é fundamental subsídio para a gestão ambiental de empreendimentos rodoviários, na medida em que apresenta os parâmetros de suscetibilidade a processos da dinâmica superficial, principal problema nas rodovias do país; agravados/deflagrados pela ação antrópica.

1.1. Características de Empreendimentos Rodoviários

As rodovias caracterizam-se como obras lineares, isto é, possuem grandes extensões longitudinais, mas ocupam estreita faixa de terreno. São empreendimentos que geram a interligação de regiões geográficas distintas, promovendo locomoção de pessoas, abastecimento de insumos e outros.

Os problemas de caráter geológico-geotécnico mais comuns em rodovias têm como causas principais a falta de capacidade de suporte do subleito, o mau desempenho da superfície de rolamento e a deficiência do sistema de drenagem, que mesmo não sendo o agente causador, sempre colabora para o agravamento do problema (SANTOS et al, 1988).

As rodovias são vias de comunicação destinadas a tráfego motorizado, dotadas de pelo menos duas vias em cada sentido, com cruzamentos desnivelados – rampas de acesso restrito a nós de ligação e servem primariamente para promover a ligação entre áreas urbanas distintas.

Os principais elementos constituintes de uma rodovia podem ser caracterizados geometricamente segundo planos verticais, perpendiculares ao seu eixo. A Figura 2 apresenta uma configuração geral com a denominação técnica seção transversal (DNIT, 2005).

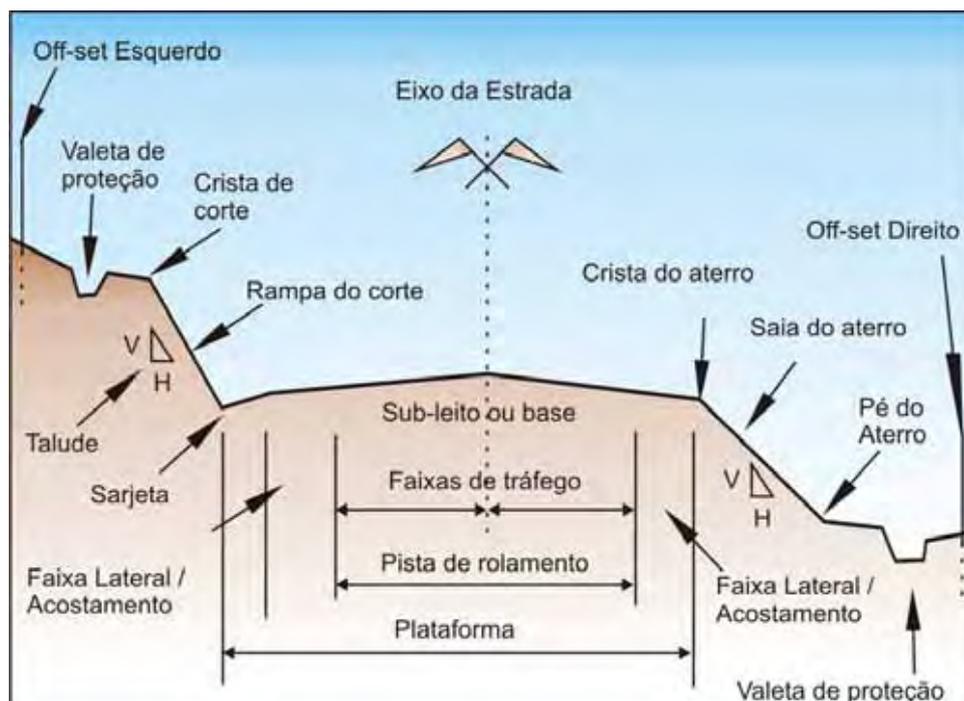


Figura 2. Seção transversal mista de rodovia (Fonte: adaptado de DNIT, 2005).

Segue abaixo descrição dos seus principais elementos (ABRAM & ROCHA, 2000):

a) Acostamento

É a faixa que vai do bordo do pavimento até a sarjeta, no caso da seção da estrada em corte, ou a faixa que vai do bordo do pavimento até a crista do aterro, no caso da seção em aterro. Destina-se à proteção do bordo do pavimento, estacionamento do veículo na estrada, pista de emergência, canteiro de serviço para a conservação da estrada, passeio para pedestre, etc. Nas estradas de tráfego intenso, os acostamentos são também pavimentados.

b) Crista do corte ou do aterro

Crista do corte é a interseção da rampa do corte com o terreno natural. Quando a seção é toda em corte, existem duas cristas de corte, mas se a seção é mista há apenas uma crista de corte. Crista de aterro é o bordo saliente da seção de uma estrada em aterro. Quando a seção é toda em aterro, existem duas cristas de aterro, mas, se a seção é mista, só há uma crista de aterro.

c) Faixa de Tráfego

É a parte da pista necessária à passagem de veículo automotor típico. Cada pista deve ter pelo menos duas faixas de tráfego, a fim de permitir o cruzamento de dois veículos um pelo outro. No caso de transposição de serras, as estradas podem ter ainda uma faixa adicional, a 3ª faixa, destinada à subida de veículos lentos.

d) Off-set

Linha que delimita a faixa correspondente à largura que vai de crista a crista do corte, no caso da seção em corte; entre os pés dos aterros, no caso da seção em aterro e da crista do corte ao pé do aterro, no caso da seção mista.

e) Pé do corte ou do aterro

Extremo inferior da rampa do corte, ou saia do aterro.

f) Plataforma de terraplanagem

Faixa da estrada compreendida entre os dois pés dos cortes, no caso da seção em corte; de crista a crista do aterro, no caso da seção em aterro e do pé do corte à crista do aterro, no caso da seção mista. No caso dos cortes, a plataforma compreende também a sarjeta.

g) Rampa do corte

Parte fortemente inclinada da seção transversal do corte. Se o corte é em seção plena, existem duas rampas. É também chamado de talude de corte.

h) Rodagem

Faixa de estrada que compreende as pistas e acostamentos. Recebeu este nome, pois, nesta faixa o veículo deve poder trafegar livremente, não se permitindo colocar nenhum obstáculo que vá limitar a liberdade de movimento do mesmo. A sinalização deve, por isso, ficar sempre fora da "rodagem".

i) Saia do aterro

É a parte inclinada da seção transversal do aterro. Se o aterro é em seção plena, existem duas saias.

j) Sarjeta

É uma valeta rasa, com seção em V aberto, situada ao pé do corte e destinada a receber as águas pluviais da plataforma e da faixa que vai da valeta de proteção do corte até o pé do mesmo.

k) Valeta de proteção dos cortes

Construída entre a crista do corte e o limite da faixa de domínio para desviar as enxurradas das encostas para fora da estrada. É uma auxiliar da sarjeta e sua construção evita que esta fique sobrecarregada. Em alguns casos, como nos cortes em rocha nua, muitas vezes é mais econômico construir muretas de proteção para conduzir as águas do que construir valetas.

1.2. Objetivos

Tendo em vista que a carta de suscetibilidade é um importante instrumento para a gestão ambiental de rodovias, esta pesquisa teve como objetivos os itens apresentados abaixo:

1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral da presente pesquisa foi a elaboração da Carta Geotécnica de Suscetibilidade aos processos da dinâmica superficial, na escala 1:50.000, do km 215 ao km 249, da Rodovia Marechal Rondon – SP-300, entre os municípios paulistas de Botucatu e Anhembi.

1.2.2. Objetivo Específico

O objetivo específico deste estudo foi a indicação de diretrizes para recuperação, conservação e manutenção do trecho km 215 ao 249 da Rodovia Marechal Rondon – SP-300.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A elaboração da Carta Geotécnica de Suscetibilidade aos processos da dinâmica superficial e sua utilização na gestão ambiental de rodovias depende de conceitos relacionados à geologia de engenharia; ao zoneamento e cartografia geotécnicos, aos processos da dinâmica superficial e à gestão ambiental, basicamente.

2.1. Geologia de Engenharia

O ser humano tem sido o grande responsável pelas alterações dos processos naturais que seguem em busca do equilíbrio do planeta. Várias disciplinas têm estudado as alterações antrópicas causadas ao meio ambiente, constituído pelos meios físico, biótico e antrópico (IPT, 1992). No campo das Geociências, a disciplina que se preocupa com as relações estabelecidas entre o homem e o meio físico geológico (água, solo e rocha) é a Geologia de Engenharia.

O escopo geral da Geologia de Engenharia está em viabilizar tecnicamente a harmonização das mais diversas formas de uso e ocupação do solo com as características e os processos da dinâmica superficial naturais ou induzidos, de maneira a direcionar as ações humanas para prover qualidade de vida neste planeta (SANTOS, 1994).

Santos (op.cit.) afirma que a Geologia de Engenharia segue três princípios básicos que se relacionam e interagem entre si:

- ✓ **Natureza em Contínuo Movimento:** toda natureza geológica está submetida a processos e toda intervenção humana interage com a dinâmica destes processos;
- ✓ **Sentido de Equilíbrio:** todos os movimentos inerentes aos processos naturais ou induzidos explicam-se pela busca de posições de maior equilíbrio;
- ✓ **Imanência das Características Físicas:** materiais com características intrínsecas diferentes responderão diferentemente a solicitações antrópicas semelhantes.

A Terra está realmente sofrendo constantes modificações de forma a manter-se em equilíbrio (LOVELOCK, 1988). Toda intervenção humana interage com a dinâmica dos processos de evolução do terreno/paisagem e, conseqüentemente, altera as condições naturais do meio.

A “disparidade estrutural” existente entre a resposta natural dada às intervenções humanas reside no fato de que os materiais que constituem o meio ambiente possuem características físicas intrínsecas e específicas, conseqüentemente, materiais diferentes responderão diferentemente à mesma solicitação.

Desta forma, cabe à Geologia de Engenharia a responsabilidade de diagnosticar e avaliar características inerentes do meio físico, bem como os fenômenos que resultam das diferentes solicitações antrópicas (obras, serviços, etc.) a este meio.

Uma das formas de melhor análise das características do meio físico é através da realização do zoneamento geotécnico, que compreende a caracterização e indicação de fragilidades e potencialidades das áreas homogêneas (zonas).

2.2. Zoneamento e Cartografia Geotécnicos

O zoneamento geotécnico consiste na delimitação de áreas (zonas) do terreno, nas quais os elementos componentes do meio físico, que estão por elas compreendidos, determinam condições geotécnicas semelhantes. Para estas áreas homogêneas (diante de aspectos do meio físico), pode-se indicar um

comportamento geotécnico ou uma aptidão de uso, perante diferentes atividades antrópicas (VEDOVELLO, 1993; VEDOVELLO & MATTOS, 1998).

A avaliação de terrenos ("*terrain evaluation*"), como é o caso dos zoneamentos geotécnicos, é o método mais útil para o levantamento das condições do meio físico, para fins de ocupação, vez que foi desenvolvido com este objetivo (LOLLO, 1995).

Alguns trabalhos foram desenvolvidos com o intuito de produzirem mapas para o zoneamento geral (CHRISTIAN & STEWART, 1953; MITCHELL, 1973) e destes estudos emergiram duas maneiras diferentes de avaliar o terreno: a paramétrica (*Parametric Approach*) e a fisiográfica ou de paisagens (*Physiography* ou *Landscape Approach*) (LOLLO, op.cit.; VEDOVELLO, 2000).

Na abordagem paramétrica, a análise é feita com base na medida de parâmetros diagnosticados individualmente no terreno, tais como declividade, amplitude, morfometria, entre outros. (LOLLO, op.cit.).

A abordagem paisagística consiste na delimitação das diferentes feições do terreno, com base em produtos de sensoriamento remoto, tais como imagens de satélite, fotografias aéreas, etc., o que permite a obtenção de um zoneamento integrado do terreno.

Ross (1995) denomina as abordagens para a espacialização de informações geo-ambientais apresentadas acima de multi-temática e análise integrada, respectivamente. A primeira prioriza o levantamento das informações para posterior integração, enquanto a segunda prioriza a integração simultânea das informações extraídas na análise do terreno.

Na abordagem multi-temática são elaborados produtos cartográficos de diferentes temas, os quais são sucessivamente interpolados diretamente ou em associações específicas, algumas vezes com atribuições de pesos, até se chegar a um mapa de síntese final.

Na abordagem da análise integrada (*Land Systems*) o padrão de fisionomia do terreno é analisado geralmente por meio de fotointerpretação, que permite identificar diferentes unidades de terreno. As unidades são então caracterizadas quanto às propriedades e constituição dos elementos componentes do terreno e avaliadas em termos de diagnósticos / prognósticos ambientais (VEDOVELLO & MATTOS, 1998).

A prática dos dois procedimentos mostra uma vantagem da abordagem integrada sobre a multi-temática em termos de custos, tempo, e aplicabilidade. Tal fato se justifica em função das seguintes considerações (VEDOVELLO & MATTOS, 1998; VEDOVELLO, 2000):

- ✓ A abordagem paisagística (Land Systems) permite a elaboração de um produto cartográfico único, no qual os elementos ambientais (relevo, solo, geologia, vegetação, uso do solo) são analisados integradamente e individualizados em unidades que refletem limites concretos no espaço, facilitando ações de planejamento territorial.
- ✓ A abordagem multi-temática exige uma multiplicidade de produtos e, as características de cada produto (mapa geológico, mapa geomorfológico, mapa pedológico, etc.) acarretam a perda de visão de integração entre os diferentes temas. Além disso, a interpolação dos diferentes mapas obtidos para se chegar ao mapa síntese final, reflete limites abstratos no espaço na determinação das unidades geotécnicas, o que dificulta sua visualização e seu entendimento por planejadores e gestores ambientais.

A utilização da abordagem fisiográfica tem grande influência do programa australiano *Patterns Units Components Evaluation* (PUCE). Este programa foi desenvolvido inicialmente pelo *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization* (CSIRO), também australiano, e seu sistema de classificação de terrenos está apoiado na interpretação de fotografias aéreas e voltado para aplicações em Engenharia.

A primeira etapa do zoneamento geotécnico é a compartimentação do terreno para identificar e analisar seus elementos constituintes. Tendo feito isto, é necessário caracterizar a área em função de suas propriedades geotécnicas e classificá-la de acordo com sua aptidão às diferentes formas de intervenção humana.

O método da avaliação integrada dos elementos morfoambientais do terreno proposto por Vedovello (2000), objetiva uma análise de sensoriamento remoto para a compartimentação fisiográfica de terrenos, para a realização de zoneamentos geotécnicos com o intuito de subsidiar a gestão ambiental.

Vedovello (2000) propõe a realização de três etapas básicas para a obtenção de um zoneamento geotécnico: *compartimentação do terreno, caracterização geotécnica, e cartografia temática final ou de síntese*:

- ✓ **Compartimentação do Terreno:** consiste na identificação de zonas com características e propriedades geológico-geotécnicas homogêneas;
- ✓ **Caracterização Geotécnica:** consiste na determinação das características e propriedades geotécnicas das áreas delimitadas;
- ✓ **Cartografia Temática Final ou de Síntese:** consiste na análise e classificação das unidades definidas nas etapas anteriores em termos de fragilidades e potencialidades relativas aos objetivos do zoneamento do terreno, e apresentadas na forma de diagnósticos e/ou prognósticos.

A compartimentação fisiográfica do terreno pode ser realizada por meio da utilização de processos de foto-análise e fotointerpretação sistemáticos de fotografias aéreas e/ou imagens de satélites, pela análise das diversas propriedades da rede de drenagem e dos demais elementos texturais presentes (VEDOVELLO, 1993), conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1. Propriedades e características que devem ser observadas na foto-análise e na fotointerpretação.

FOTOANÁLISE		FOTOINTERPRETAÇÃO
	Propriedades:	
Análise da rede de drenagem	<ul style="list-style-type: none"> - densidade - sinuosidade - angularidade - tropia - assimetria - lineações de drenagem 	Fatores que controlam a textura e a estrutura da imagem: a) Fatores Morfogenéticos; b) Fatores Litológicos: <ul style="list-style-type: none"> - resistência à erosão - permeabilidade
Análise das formas de relevo	<ul style="list-style-type: none"> - densidade textural - rupturas de declive (quebras positivas e negativas) - assimetria - lineações - alinhamentos - formas das encostas - declividade 	<ul style="list-style-type: none"> - plasticidade e ruptibilidade - solubilidade - tropia c) Fatores Deformacionais <ul style="list-style-type: none"> - atitudes das camadas - fraturas - falhamentos/juntas - dobras

(Fonte: baseado em SOARES & FIORI, 1976)

Esta etapa permite definir zonas homólogas, que são base do zoneamento geotécnico, que podem ser chamadas de Unidades Básicas de Compartimentação, conforme Vedovello (2000). A compartimentação consiste na divisão do terreno em unidades que possuam características fisiográficas internamente homogêneas e que sejam distintas das áreas adjacentes. A compartimentação pode ser efetuada em diferentes escalas e é comum a determinação de classes que podem englobar outras (VEDOVELLO, 1993; VEDOVELLO & MATTOS, 1998; VEDOVELLO, 2000).

O princípio utilizado para a compartimentação de terrenos, a partir da interpretação sistemática de produtos de sensoriamento remoto, baseia-se no fato de que os elementos fisiográficos interagem de maneira diferente de área para área, em função de variações nos fatores que regem sua evolução (clima, tectônica, etc.) (VEDOVELLO & MATTOS, 1998; MOREIRA et al, 2007).

A compartimentação fisiográfica é diferente dos outros tipos de zoneamento de paisagem. As zonas homólogas fisiograficamente são áreas que apresentam homogeneidade litológica, genética e física. Assim, não são considerados produtos dos estímulos fornecidos pelas condições ambientais, o que as tornaria uma variável sensível às mudanças climáticas ou antrópicas em curtos períodos de tempo (VEDOVELLO, 1993; VEDOVELLO, 2000; NASCIMENTO & GARCIA, 2005).

As técnicas convencionais de análise de fotografias aéreas promovem um diagnóstico mais preciso sobre as feições fisiográficas do terreno. Imagens de satélite por si só, em resoluções maiores, garantem apenas a interpretação e zoneamento da cobertura do solo, que é passível de modificação em curtos períodos de tempo (LINDGREN, 1985).

A identificação de áreas homogêneas nas fotografias é feita a partir das diferenças de homogeneidade, tropia e assimetria dos elementos texturais e de suas estruturas. A definição de tais parâmetros é encontrada no Quadro 2.

Quadro 2. Definição dos parâmetros para identificação de zonas homogêneas nas fotografias aéreas e imagens de satélite.

PARÂMETRO	DEFINIÇÃO
Homogeneidade	Ocorrência, em uma dada área, de propriedades texturais constantes (homogêneas) ou não (heterogêneas).
Tropia	Existência de uma, duas ou três direções preferenciais ou de multi-direções de feições texturais.
Assimetria	Igualdade ou desigualdade das propriedades texturais de áreas situadas em lados opostos de uma determinada linha ou feição textural da imagem.

(Fonte: baseado em VEDOVELLO, 2000)

Soares & Fiori (1976) definem textura como a menor superfície contínua e homogênea que se pode distinguir e passível de repetição. Pode ser uma árvore, um segmento de drenagem ou de relevo. A estrutura refere-se à organização espacial dos elementos texturais.

Vedovello (1998) e Vedovello (2000) propõem uma caracterização das propriedades das formas texturais, apresentada no Quadro 3.

Quadro 3. Caracterização das propriedades das formas texturais.

Propriedade Textural	Caracterização
Tipo de elemento de textura	Define qual espécie de elemento textural está sendo analisado: se de relevo ou de drenagem ou tonal.
Densidade de textura	Refere-se à quantidade de elementos texturais (de um mesmo tipo) por unidade de área da imagem. Apesar de refletir uma propriedade quantitativa, a densidade textural normalmente é descrita em termos qualitativos e comparativos tais como alta, moderada, baixa, etc.
Arranjo textural	Refere-se à maneira (ordenada ou não) como os elementos texturais se dispõem espacialmente. Assim a análise desta propriedade permite classificar o modo de ocorrência dos elementos texturais segundo padrões que reflitam a disposição espacial desses elementos na imagem. Como exemplo, uma determinada forma ocasionada por elementos de drenagem pode refletir um padrão retangular ou dendrítico ou anelar, etc.
Grau de estruturação	Refere-se à maior ou menor evidência ou definição da organização espacial dos elementos texturais (em função do seu arranjo textural). Esta propriedade pode ser qualificada em classes tais como alto, médio, baixo, etc. ou ainda, mal definido, bem definido, etc.
Ordem de estruturação	Refere-se à complexidade de organização dos elementos texturais. Assim sua classificação é dada em função da ocorrência (ou não) de uma ou mais estruturas sobrepostas, podendo ser de: ordem um (se ocorre apenas um tipo de estrutura), ordem dois (se ocorrem dois tipos sobrepostos), e assim por diante.

(Fonte: Vedovello, 2000).

A caracterização geotécnica consiste em determinar, para cada unidade obtida na compartimentação fisiográfica, propriedades e características dos materiais (solos, rochas e sedimentos) e das feições do relevo (processos morfogenéticos) do meio físico que sejam determinantes das condições geológico-geotécnicas relevantes para o tipo de uso pretendido (VEDOVELLO, 1993; VEDOVELLO, 2000; OLIVEIRA, 2006).

Os dados geotécnicos podem ser de natureza diversa e representar tanto características quanto propriedades dos materiais que compõem a área analisada. Esses dados podem ser: alterabilidade, permeabilidade, declividade, fraturamento. Sua escolha depende do objetivo do zoneamento.

Os mesmos podem ser adquiridos de modo direto (por ensaios de laboratório, ensaios *in situ*), ou indireto (inferências a partir de elementos fisiográficos, inferências a partir de outros dados). Segundo Vedovello (2000), os fatores que controlam a textura e estrutura dos elementos do meio físico nas imagens são:

- ✓ Fatores morfogenéticos: responsáveis pelas modelagens das formas de relevo e drenagem tais como clima, tectônica, dinâmica de superfície e sua ação construtiva ou destrutiva;
- ✓ Fatores litológicos: relacionados às propriedades físico-químicas dos materiais rochosos e/ou dos materiais inconsolidados (erodibilidade, permeabilidade, plasticidade, ruptibilidade);
- ✓ Fatores deformacionais: feições expressas no relevo e na drenagem. São resultantes de deformações impostas ao material rochoso tectonicamente (foliações, acamamentos, fraturamento).

Após terem sido realizados a compartimentação fisiográfica e o zoneamento geotécnico, segundo a proposta de Vedovello (2000), segue-se à cartografia temática final ou de síntese, que consiste na representação das informações obtidas nos documentos cartográficos denominados cartas geotécnicas.

No Brasil, as denominações Cartografia Geotécnica e Mapeamento Geotécnico têm sido usadas com o mesmo sentido (VEDOVELLO, 2000). Com

relação às formas de apresentação do mapeamento, Zuquette & Nakazawa (1998), no entanto, diferenciam mapas de cartas geotécnicas. Eles afirmam que os mapas são utilizados para efetuar apenas o registro de informações não interpretadas do meio físico, enquanto que as cartas apresentam interpretações das informações contidas no mapa, com o objetivo de uma aplicação específica. Desta forma, é possível a coexistência dos dois produtos.

Diversos autores conceituam Cartografia Geotécnica considerando as obras de engenharia e demais atividades modificadoras do meio físico, e o planejamento territorial e ambiental (VEDOVELLO, 2000).

A *International Association of the Engineering Geologists* – IAEG, considera que a Cartografia Geotécnica representa a distribuição e as relações espaciais dos componentes importantes à geotecnia (características dos solos, rochas, geomorfologia, entre outros), refletindo a história e a dinâmica das condições geotécnicas, tornando possível a previsão e o prognóstico da interação entre a obra e o meio ambiente (IAEG, 1970; ZUQUETTE & PEJON, 1996).

Zuquette (1987) afirma que o mapeamento geotécnico pode ser entendido como um processo que objetiva investigar, avaliar e analisar os atributos do meio físico representando sua variabilidade por meio da comunicação cartográfica. As informações devem ser tratadas de modo que possam ser utilizadas para fins de: engenharia, planejamento, agronomia, saneamento, entre outros. As informações devem ser manipuladas através de alguns processos (seleção, generalização, adição e transformação), relacionadas, correlacionadas, interpretadas e representadas em cartas, mapas e anexos descritivos.

Para Cerri (1990) a cartografia geotécnica é a representação cartográfica das características do meio físico de interesse às obras de engenharia (estradas, dutos, barragens, túneis, etc.) e engloba a distribuição espacial de solos e rochas (considerando suas propriedades geológico-geotécnicas), das formas de relevo, da dinâmica dos principais processos atuantes e as eventuais alterações decorrentes das intervenções humanas.

Vedovello & Mattos (1998) asseguram que a cartografia geotécnica constitui um importante mecanismo de estudo ambiental e consiste em uma série de procedimentos (fotointerpretação, inventário, levantamentos de campo, análises e ensaios, etc.). Estes são executados com o objetivo de se obter informações de caráter geotécnico. Tais informações devem servir de subsídio para fins de

planejamento, ocupação e monitoramento do meio físico, bem como para implantação de obras de engenharia civil, mineração e zoneamento agro-silvo-pastoril.

O objetivo das cartas geológico-geotécnicas, segundo Nakazawa et al (1991), é apresentar as características do meio físico bem como a dinâmica dos processos da dinâmica superficial, delimitando e homogeneizando áreas com processos já manifestados e áreas com potencial de manifestação.

Para Prandini et al (1995), as cartas geotécnicas, como expressão do conhecimento geológico aplicado ao gerenciamento de problemas nos diferentes tipos de uso do solo, têm por objetivos:

- prever os conflitos entre as diferentes formas de uso do solo e o seu desempenho na interação com o meio natural e;
- fornecer orientações técnicas, para prever e corrigir, os problemas identificados, minimizando riscos e custos para os empreendimentos.

As cartas geotécnicas possuem aplicação tanto para obras civis quanto para planejamento urbano, territorial e desenvolvimento e conservação do meio ambiente, na manutenção e monitoramento do desempenho ambiental de empreendimentos (ZUQUETTE & NAKAZAWA, 1998).

Cerri (1990) afirma que as cartas geotécnicas no Brasil podem ser divididas em quatro grandes grupos:

- ✓ **Cartas geotécnicas clássicas**, desenvolvidas a partir de unidades de análise, ensaios de campo e mapas temáticos, resultando em compartimentos geológico-geotécnicos, analisados em conjunto com o uso e ocupação do solo;
- ✓ **Cartas de suscetibilidade**, desenvolvidas a partir de um processo geológico que é analisado através de mapas temáticos levando-se em consideração o uso e ocupação do solo como fator que potencializa o processo;
- ✓ **Cartas de risco**, desenvolvidas por meio da carta de suscetibilidade levando-se em consideração o uso e ocupação do solo como consequência social e econômica e;

- ✓ **Cartas de conflito de uso**, desenvolvidas através do diagnóstico do meio físico com o uso e ocupação atual do solo, analisando-se problemas de ordem geológico-geotécnica.

Prandini et al (1995) e Zuquette & Nakazawa (1998) utilizam denominações semelhantes:

- ✓ **Cartas geotécnicas propriamente ditas**: quando expõem limitações e potencialidades dos terrenos e definem diretrizes de ocupação para um ou mais tipos de uso do solo;
- ✓ **Cartas de risco**: quando prepondera a avaliação de dano potencial a ocupação, levando em consideração características ou fenômenos naturais e induzidos pela ocupação;
- ✓ **Cartas de suscetibilidade**: quando apresentam gradações de probabilidade de desencadeamento de um ou mais fenômenos naturais ou induzidos pela ocupação;
- ✓ **Cartas de atributos ou parâmetros**: quando se limitam a apresentar a distribuição espacial de uma ou mais características do terreno.

Existem diversas metodologias consagradas, nacionais e internacionais, para o desenvolvimento de uma carta geotécnica. Dentre elas pode-se citar (ZUQUETTE & NAKAZAWA, 1998):

a) Internacionais

- ✓ Francesa: o objetivo desta metodologia é sua utilização tanto para fins regionais, como para situações específicas. A partir da interpretação de documentos básicos (mapas de documentação, de substrato rochoso, dos materiais de cobertura, hidrogeológico e geomorfológico), são confeccionadas as cartas de aptidão, voltadas a vetores (fundações, vias de transporte, escavabilidade, materiais de construção);

- ✓ IAEG: esta metodologia foi elaborada por uma comissão formada pela IAEG, com o objetivo de formular uma orientação para mapeamento adequada para a maioria dos países. Esta comissão relatou os fatores e feições que devem ser considerados na confecção das cartas, tais como o caráter dos solos e rochas, as condições hidrogeológicas, geomorfológicas e os fenômenos geodinâmicos. Tratou também dos meios para a obtenção de dados: fotogeologia, sondagens, geofísica, amostragens, ensaios *in situ* e laboratoriais. Além disso, apresentou uma classificação dos mapas: quanto à finalidade (finalidade especial e multifuncionalidade), quanto ao conteúdo (analítico e compreensivo, sendo este último dividido em condições geotécnicas ou zoneamento geotécnico), quanto à escala (grandes, intermediárias e pequenas), e quanto à litogênese (tipo Geologia de Engenharia, tipo litológico, complexo litológico e suíte litológica).
- ✓ Puce: esta metodologia define diversas classes de terrenos: província, modelo de terreno, unidade de terreno e componente de terreno. A província é uma área definida como geologicamente homogênea; a unidade de terreno é determinada pela forma do relevo e sua associação de solos e vegetação, e o componente de terreno é definido com base na integração de critérios do meio físico e uso do solo. Cada classe de terreno é documentada nos mapas de acordo com uma nomenclatura específica.
- ✓ Zermos: Zonas Expostas a Riscos de Movimentos de Solo, tem por finalidade básica fornecer detalhes de uma área quanto às condições de instabilidade, potenciais ou reais, de movimentos de massa, erosão, abatimentos e sismos. As cartas são elaboradas de três fases: levantamento bibliográfico e entrevistas na região estudada sobre a ocorrência de movimentos, estudo geomorfológico por meio de fotointerpretação e estudo e controle *in loco*.
- ✓ Gasp: esta metodologia foi desenvolvida especificamente para região de Hong Kong, devido às suas particularidades. O mapa de

classificação dos terrenos normalmente é baseado em seis atributos: declividade, componentes dos terrenos, morfologia dos terrenos, erosão, condições das encostas e hidrologia. O mapa geotécnico documenta as classes de acordo com a possibilidade de ocupação, e é preparado de acordo com as informações do mapa de classificação dos terrenos e de dados geotécnicos existentes, geológicos e morfológicos.

b) nacionais:

- ✓ IG-UFRJ: metodologia de desenvolvimento de trabalhos na cidade do Rio de Janeiro e em áreas próximas, predominantemente relacionadas a movimentos de massa e processos de ocupação.
- ✓ EESC-USP: esta proposta metodológica está baseada no procedimento global do processo, desde a obtenção de atributos até a elaboração de cartas específicas para os usuários, e assim em relação às regras cartográficas e de conteúdo (qualidade).
- ✓ UFRGS: esta metodologia destaca os aspectos relacionados aos solos, correlacionando características geotécnicas e pedológicas.
- ✓ IG-SP: a base desta metodologia é a utilização de conceitos de tipos de terrenos.
- ✓ IPT: esta metodologia foi desenvolvida a partir de situações específicas, de problemas relacionados ao meio físico, com o objetivo de oferecer respostas efetivas aos usuários, considerando prazos e custos determinados. A elaboração das cartas geotécnicas a partir desta metodologia, visa otimizar as relações entre os esforços de investigação, a qualidade e a utilidade da informação obtida. Suas etapas e os produtos obtidos em cada uma delas são:
 - a) Levantamento preliminar: identificação dos problemas existentes/previstos, compilação de dados – gera o mapa preliminar, que é um esboço geotécnico.

- b) Investigação orientada: identificação dos fatores condicionantes dos problemas, mapeamento destes fatores, definição das escalas de trabalho, caracterização do uso e ocupação do solo – gera mapas temáticos dirigidos.
- c) Compartimentação final: análise integrada dos fatores mapeados, delimitação dos terrenos com comportamento homogêneo frente ao seu uso – gera as unidades geotécnicas.
- d) Estabelecimento das medidas de controle: levantamento das praticas e técnicas de implantação e manutenção dos usos de solo, proposição das medidas preventivas e corretivas – gera as diretrizes para o uso do solo.
- e) Representação: representação cartográfica em linguagem adequada ao usuário – gera a carta geotécnica (mapa final e quadro legenda).

Todas essas metodologias visam o levantamento das informações geológico-geotécnicas e sua utilidade no desenvolvimento da área em questão.

Neste contexto, as cartas geotécnicas são úteis devido a sua ampla aplicação no planejamento urbano e rural, subsidiando os trabalhos sobre o meio ambiente físico. Portanto, a cartografia e/ou o mapeamento geotécnicos podem ser considerados a base que auxilia os estudos ambientais de várias naturezas, tais como a análise de suscetibilidade; os riscos geológicos; a disposição de resíduos (ZUQUETTE & NAKAZAWA, 1998; REIS, 2001).

Assim, as cartas são uma expressão prática do conhecimento geológico, aplicado ao gerenciamento dos problemas colocados pelos diferentes usos do solo, tais como o reconhecimento dos processos da dinâmica superficial (ZUQUETTE & NAKAZAWA, 1998).

2.3. Principais Processos da Dinâmica Superficial

A intervenção do homem no meio natural, sem a devida preocupação com os processos atuantes na superfície terrestre ocasiona intensificação e aceleração dos processos naturais de evolução do relevo. Este problema é denunciado por ocupações inadequadas em regiões e locais extremamente problemáticos, tais

como: áreas propícias ao desenvolvimento de escorregamentos ou erosões intensas; áreas sujeitas à inundação; terrenos susceptíveis a subsidências e colapsos; entre outras (PRANDINI et al., 1995).

Os processos da dinâmica superficial são naturalmente resultantes da interação de fatores físicos, químicos e biológicos. A partir da interferência do homem no meio natural, consideram-se fatores antrópicos.

Diversos agentes estão envolvidos na modificação da superfície da Terra e podem ser classificados como móveis (rios escavando canais, ondas atacando praias, ventos movimentando areia, geleiras desgastando vales glaciais) e imóveis (variação termo-higrométrica diária, congelamento de água em fraturas, dissolução de calcário em cavernas). Os processos, móveis e imóveis, são genericamente denominados **erosão** (INFANTI JUNIOR & FORNASARI FILHO, 1998).

2.3.1. Processos Erosivos

A erosão pode ser definida como processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou fragmentos e partículas de rochas pela ação combinada da gravidade com água, vento, gelo e/ou organismos como plantas e animais (DAEE, 1990; SALOMÃO & IWASA, 1995).

O processo erosivo do solo que tem a água das chuvas como principal agente deflagrador denomina-se **erosão hídrica**. O escoamento superficial desempenha um papel importante no processo e dependendo da forma como ocorre, podem-se desenvolver erosões laminares ou lineares.

A erosão laminar é causada pelo escoamento superficial difuso, que resulta na remoção progressiva e uniforme dos horizontes superficiais do solo, de maneira quase homogênea, lateralmente ou em pequenos filetes (DAEE, 1990). A erosão laminar é dificilmente perceptível, mas pode ser evidenciada por tonalidades mais claras dos solos, exposição de raízes e queda da produtividade agrícola, devido à perda do horizonte orgânico do solo.

A erosão linear é deflagrada pela concentração das linhas de fluxo das águas do escoamento superficial, resultando em pequenos cortes na superfície do terreno, em forma de sulcos, que podem evoluir para ravinas (CUNHA & SANTOS, 1985; INFANTI JUNIOR & FORNASARI FILHO, 1998).

Quando o processo sofre influência tanto das águas superficiais como das águas de subsuperfície, caracteriza-se por boçoroca ou voçoroca, com o

desenvolvimento da erosão interna (*piping*). Numa boçoroca ocorrem diversos fenômenos, tais como: erosão superficial; erosão interna; solapamentos; desabamentos e; escorregamentos; que conjugados conferem dinamismo e alto poder destrutivo a este tipo de processo (BIGARELLA e MAZUCHOWSKI, 1985; SALOMÃO & IWASA, 1995; INFANTI JUNIOR & FORNASARI FILHO, 1998; AZEVEDO & ALBUQUERQUE FILHO, 1998).

A seguir, apresenta-se a caracterização dos tipos de erosão linear:

- ✓ **Sulcos:** em geral possuem profundidade e largura inferiores a cinquenta centímetros e suas bordas possuem pequenas rupturas na superfície do terreno. Normalmente estão associados a trilhas de gado e locais de solo exposto devido à movimentação de solo (DAEE, 1990).
- ✓ **Calhas:** originadas pelo escoamento superficial concentrado das águas superficiais, também são pouco profundas, com bordas suaves e largura inferior a cinco metros (OLIVEIRA, 1994). Geralmente mantêm-se com vegetação rasteira e pouco densa em seu interior.
- ✓ **Ravinas:** são constituídas pela ação do escoamento superficial concentrado e por movimentos de massa, representados por pequenos deslizamentos nos taludes laterais, causados por solapamento de suas bases devido ao escoamento superficial em seu interior, que acabam por provocar seu alargamento (OLIVEIRA, 1994; RIDENTE JR., 2000, RIDENTE JR. et al, 2002).
- ✓ **Boçorocas:** formadas pelo aprofundamento das ravinas e interceptação do lençol freático, onde se pode observar grande complexidade de processos da dinâmica superficial (*piping*, liquefação de areia, escorregamentos laterais, erosão superficial), devido à ação concomitante das águas superficiais e subsuperficiais (RODRIGUES, 1982; BIGARELLA e MAZUCHOWSKI, 1985; SALOMÃO & IWASA, 1995; INFANTI JUNIOR & FORNASARI FILHO, 1998; AZEVEDO & ALBUQUERQUE FILHO, 1998). Este processo tende a atingir grandes dimensões, o que pode acarretar impactos na sua área de ação e na drenagem de jusante. Também, pode-se desenvolver por ação principal da

água subsuperficial por erosão interna (*piping*) ou erosão tubular regressiva (SALOMÃO, 1994; RIDENTE JR., 2000, RIDENTE JR. et al, 2002).

Outro tipo de processo erosivo, causado pela ação das águas fluviais, é o solapamento de margens de cursos d'água. Este processo se desenvolve em planícies fluviais e aparece como importante fator no retrabalhamento de sedimentos depositados nos fundos de vale (terraços fluviais e depósitos de assoreamento recentes). Ocorre também, muitas vezes, em linhas de talvegue ou cursos d'água perenes de primeira ordem, por meio do alargamento do canal fluvial (RIDENTE JR., 2000).

Tendo isso em vista, diferentes tipos de terrenos, submetidos a diferentes processos de escoamento superficial e subterrâneo, podem desenvolver diferentes formas de erosão.

Existem dois tipos de condicionantes principais para o aparecimento das erosões: os naturais e os antrópicos. Os naturais são: chuva; relevo; cobertura vegetal; tipo de solo e; substrato rochoso. Os antrópicos caracterizam-se pela forma de uso e ocupação do solo por meio de desmatamentos, agricultura, urbanização, obras civis, etc.

A ocupação do solo, iniciada pelo desmatamento, expõe-no à ação direta das águas pluviais e o impacto das gotas d'água na superfície do terreno promove o desprendimento de partículas do solo.

A remoção de partículas da superfície do terreno é função, além das forças hidrodinâmicas exercidas sobre ela, de uma série de outros fatores (forma, tamanho, rugosidade, relações de contato com outras partículas vizinhas). Aliado a estes fatores, deve-se considerar a existência de força crítica de tração, bem como velocidade crítica do fluxo para que a partícula se movimente ou se deposite (BIGARELLA e MAZUCHOWSKI, 1985; RIDENTE JR., 2000).

Os condicionantes antrópicos deflagram o processo erosivo imediatamente ou após certo intervalo de tempo. Os fatores naturais determinam a intensidade do processo, como a capacidade erosiva das chuvas e a tendência erosiva dos terrenos (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990).

Primavesi (1990) ressalta que a erosão é um processo que ocorre quando a capacidade de infiltração da água no solo é menor do que a intensidade das chuvas. Isto significa que o escoamento superficial é superior à infiltração e, com a retirada

da cobertura vegetal, intensifica-se as alterações no comportamento hídrico dos terrenos.

Para a demarcação de áreas com maior ou menor suscetibilidade à erosão, pode-se fazer a interpretação de fotografias aéreas, utilizando princípios de fotogeologia e geomorfologia, o que permite assinalar cartograficamente estas áreas. (BIGARELLA e MAZUCHOWSKI, 1985).

2.3.2. Movimentos Gravitacionais de Massa

Outro tipo de processo de dinâmica superficial são os movimentos de massa. Eles ocorrem nas vertentes ou encostas, que possuem declividade e formas muito variadas. A evolução natural das encostas acontece de forma muito lenta para ser observada (INFANTI JUNIOR & FORNASARI FILHO, 1998).

Os movimentos de massa considerados no presente trabalho são os que ocorrem com mais freqüência na área de estudo, relativos à dinâmica de ambientes tropicais. Suas principais características estão apresentadas abaixo:

2.3.2.1. Rastejo (Creep)

O rastejo consiste em um movimento lento e contínuo, descendente, de massa de solo de um talude. Ocorre em velocidade muito baixa (cm/ano) a baixas e decrescentes com a profundidade (INFANTI JR. & FORNASARI FILHO, 1998).

A movimentação se caracteriza por ser constante, sazonal ou intermitente. Normalmente em horizontes superficiais de solo, horizontes de transição solo/rocha, e até mesmo rocha alterada e fraturada, em profundidades maiores. Possuem planos internos de deslocamento (AUGUSTO FILHO, 1992) e suas conseqüências podem ser observadas na Figura 3 (BLOOM, 1988).

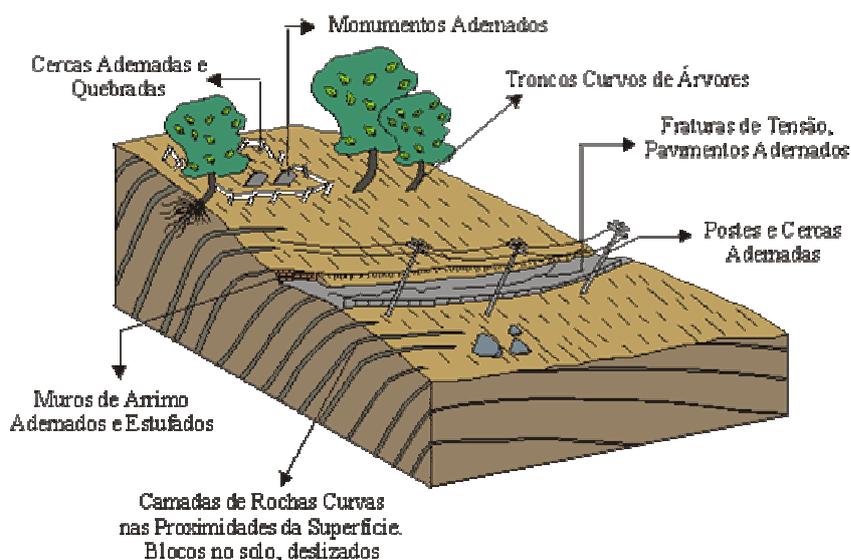


Figura 3. Conseqüências da ocorrência do rastejo (Fonte: modificado de BLOOM, 1988 apud REIS, 2001).

Consideram-se dois tipos de rastejo: em solo superficial de encosta e em massa de tálus. Eles são identificados por meio de indícios indiretos como árvores encurvadas, muros e outras estruturas deslocadas, pequenos abatimentos na encosta (INFANTI JR. & FORNASARI FILHO, 1998). Este processo não possui superfície de ruptura e geometria definidas (REIS, 2001).

Os rastejos podem causar danos significativos em taludes e encostas adjacentes a rodovias, fundações de pilares de pontes e viadutos e outras obras civis. Podem também evoluir para escorregamentos, quando o movimento é mais rápido (INFANTI JR. & FORNASARI FILHO, 1998).

2.3.2.2. Escorregamentos (Landslides)

Os escorregamentos têm velocidades mais aceleradas de movimentação, de médias (m/h) a altas (m/s) e poucos planos externos de deslocamento. Os mecanismos de deformação atuantes podem ser: aumento das tensões atuantes ou queda da resistência em períodos curtos, ou a combinação dos dois, que leva os terrenos a sofrerem rupturas por cisalhamento (AUGUSTO FILHO, 1992; INFANTI JR. & FORNASARI FILHO, 1998).

Geralmente mobilizam pequenos a grandes volumes de material e possuem geometria e constituição variáveis (INFANTI JR. & FORNASARI FILHO, 1998).

Os escorregamentos translacionais ou planares de solo envolvem solos superficiais pouco espessos e, freqüentemente, atingem a rocha subjacente, alterada ou não. Ocorrem em taludes, com um plano de fraqueza, mobilizando solo saprolítico e rocha, condicionados por estruturas planares desfavoráveis à estabilidade, relacionadas a feições geológicas diversas (Figura 4).

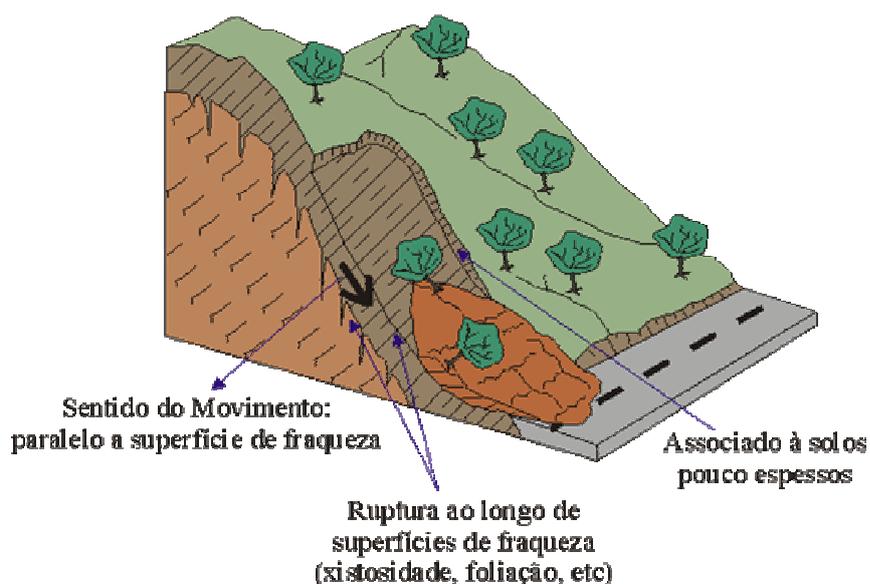


Figura 4. Escorregamento planar ou translacional (Fonte: modificado de INFANTI JR. & FORNASARI FILHO, 1998 apud REIS, 2001).

Os escorregamentos rotacionais ou circulares ocorrem em solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas. Possuem superfície de deslizamento curva e acontecem em aterros, pacotes de solo ou depósitos mais espessos, bem como em rochas sedimentares ou cristalinas intensamente fraturadas (AUGUSTO FILHO, 1992; INFANTI JR. & FORNASARI FILHO, 1998; REIS, 2001), conforme pode ser observado na Figura 5.

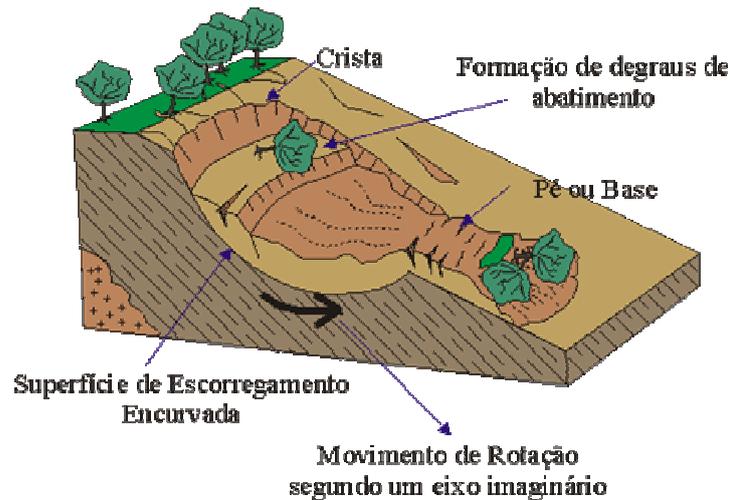


Figura 5. Escorregamento circular ou rotacional (Fonte: modificado de INFANTI JR. & FORNASARI FILHO, 1998 apud REIS, 2001).

Os escorregamentos em cunha ocorrem em solos e rochas com dois planos de fraqueza, associados à saprolitos e maciços rochosos, nos quais a existência de duas estruturas planares desfavoráveis à estabilidade desloca uma quantidade de material ao longo do eixo de intersecção dos planos (Figura 6) (AUGUSTO FILHO, 1992; INFANTI JR. & FORNASARI FILHO, 1998; REIS, 2001).

São mais comuns em taludes de corte ou encostas que sofreram algum tipo de descontinuidade natural ou antrópica (INFANTI JR. & FORNASARI FILHO, 1998).

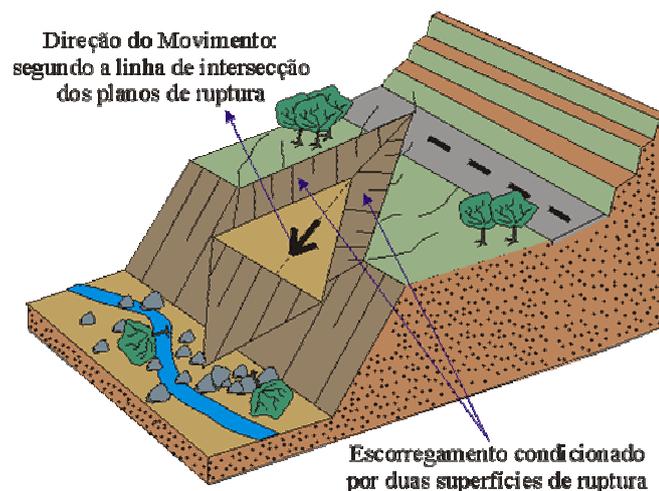


Figura 6. Escorregamento em cunha (Fonte: modificado de INFANTI JR. & FORNASARI FILHO, 1998 apud REIS, 2001).

2.3.2.3. Quedas (falls)

A queda consiste em deslocamento, sem plano definido, de material rochoso. Os movimentos são em queda livre ou em plano inclinado; sua velocidade é muito alta (vários m/s) e os volumes são pequenos a médios (INFANTI JR. & FORNASARI FILHO, 1998). A geometria é variável: lascas, placas, blocos e etc. Podem ser classificadas, segundo Infanti Jr. & Fornasari Filho (1998), em:

- ✓ **Queda de blocos:** blocos de rocha de diferentes tamanhos e litologia que se destacam dos taludes ou encostas íngremes e deslocam em movimentos de queda livre (Figura 7);

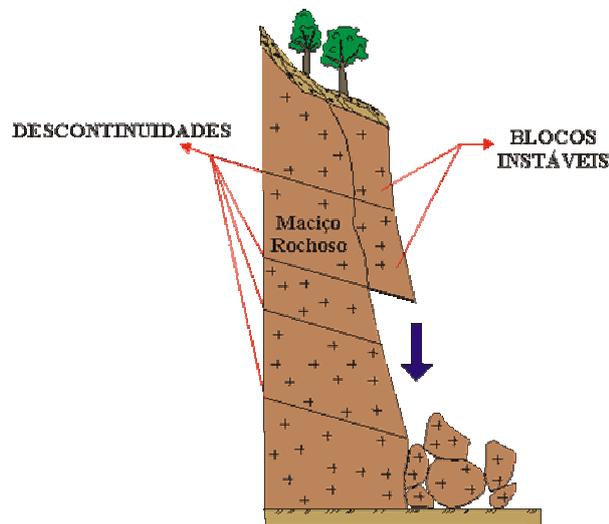


Figura 7. Queda de blocos rochosos (Fonte: modificado de INFANTI JR. & FORNASARI FILHO, 1998 apud REIS, 2001).

- ✓ **Tombamento de blocos:** rotação de blocos rochosos condicionada por estruturas geológicas sub-verticais no maciço rochoso (Figura 8);

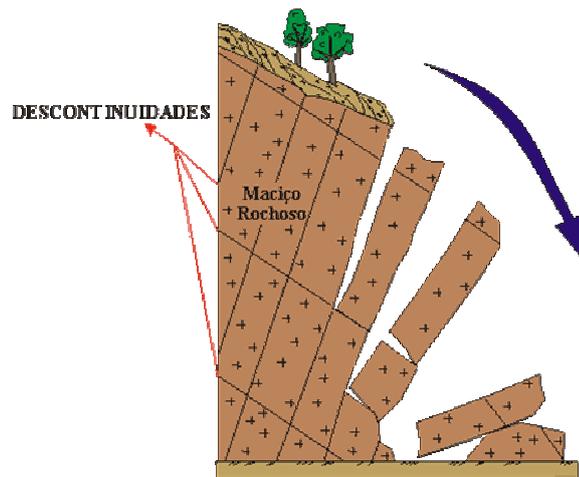


Figura 8. Tombamento de blocos rochosos (Fonte: modificado de INFANTI JR. & FORNASARI FILHO, 1998 apud REIS, 2001).

- ✓ **Rolamento de blocos:** deslocamento de blocos ao longo de superfícies inclinadas. Esses blocos normalmente encontram-se parcialmente imersos em matriz terrosa e se desprendem dos taludes e encostas por perda de apoio (Figura 9);

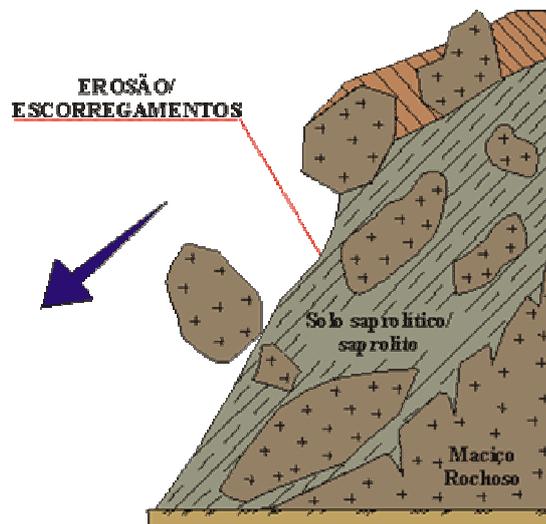


Figura 9. Rolamento de blocos rochosos (Fonte: modificado de INFANTI JR. & FORNASARI FILHO, 1998 apud REIS, 2001).

- ✓ **Deslocamento rochoso:** lascas ou placas de rocha se desprendem condicionadas pelas feições geológicas presentes, devido a variações

térmicas ou alívio de tensão. O deslocamento pode ser por queda livre ou por deslizamento ao longo de uma superfície inclinada (Figura 10).

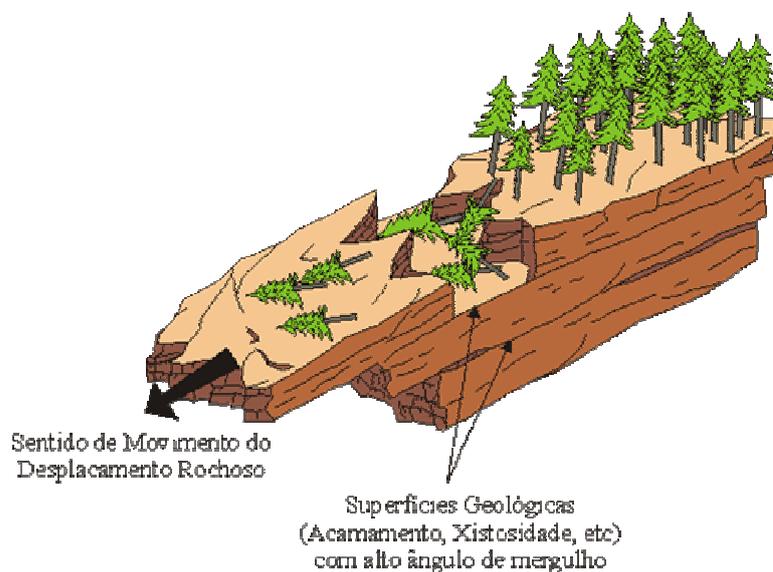


Figura 10. Deslocamento rochoso (Fonte: REIS, 2001).

2.3.2.4. Corridas (Flows)

As corridas são movimentos gravitacionais de massa de grandes dimensões, que ocorrem semelhantes ao movimento de um líquido viscoso na forma de escoamento rápido, envolvendo grandes volumes de materiais (AUGUSTO FILHO, 1992).

Caracterizam-se pelas dinâmicas da mecânica dos sólidos e dos fluidos, pelo volume de material envolvido e pelo extenso raio de alcance que possuem, chegando até alguns quilômetros, apresentando alto potencial destrutivo (INFANTI JR. & FORNASARI FILHO, 1998).

A origem dos mecanismos de geração de corridas de massa pode ser: primária, quando as corridas são provenientes da desestruturação total do material de escorregamento das encostas e; secundária, quando as corridas ocorrem nas drenagens principais formadas pela remobilização de detritos acumulados no leito e por barramentos naturais, envolvendo ainda o material de escorregamentos das

encostas e grandes volumes de água das cheias das drenagens (INFANTI JR. & FORNASARI FILHO, 1998).

Quanto ao tipo de material mobilizado, as corridas podem ser classificadas em 3 (três) tipos básicos:

- de terra (*earth flow*): o material predominante é solo, com baixa quantidade de água, apresentando baixa velocidade relativa;
- de lama (*mud flow*): consiste em solo com alto teor de água, apresentando velocidade relativa média e alto poder destrutivo;
- de detritos (*debris flow*): material predominantemente grosseiro, constituído por fragmentos de rocha de vários tamanhos, apresentando maior poder destrutivo.

As corridas de massa são processos de evolução natural dos taludes de encostas. No entanto, a interferência antrópica sem critérios técnicos pode antecipar e intensificar o processo.

2.3.3. Assoreamento

O assoreamento consiste na deposição e acumulação de partículas sólidas (sedimentos). Quando a força da gravidade supera a força do agente transportador de sedimento (água, vento), ou quando a supersaturação das águas ou ar permite a deposição de partículas sólidas, dá-se o assoreamento (INFANTI JR. & FORNASARI FILHO, 1998).

Os sedimentos podem ser transportados em suspensão (partículas mais finas), por tração/rolamento (partículas mais pesadas) ou saltação (partículas intermediárias), isso para uma mesma velocidade. A deposição ocorre em condições favoráveis para a sedimentação, quando a energia de fluxo não suporta mais transportar o sedimento, partícula ou fragmento de rocha (INFANTI JR. & FORNASARI FILHO, 1998).

A atuação antrópica intensifica e acelera os processos de assoreamento, devido à modificação da velocidade dos cursos d'água com implantação de barramentos, desvios; e ao aumento da erosão hídrica, em consequência de práticas agrícolas inadequadas, de obras de infra-estrutura precárias, entre outros fatores.

Os problemas acarretados pelo assoreamento são: a perda de volume de reservatório; a redução da profundidade de canais; a perda de eficiência de obras

hidráulicas; a produção de cheias; a deterioração da qualidade da água; alteração e morte da vida aquática e; conseqüentemente, prejuízos ao lazer (OLIVEIRA, 1995).

2.3.4. Enchentes e Inundações

As enchentes são fenômenos que ocorrem quando o volume da água que atinge simultaneamente o leito de um rio é superior à capacidade de drenagem de sua calha principal, isto é, a vazão do rio ultrapassa a vazão média deste. Quando essa capacidade de escoamento é superada, acontece a inundação das áreas ribeirinhas também denominadas como planícies de inundação ou leito maior do rio (CPRM, 2004).

Os resultados da urbanização sobre o escoamento são: aumento da vazão máxima e do escoamento superficial, redução do tempo de pico e diminuição do tempo de base (SILVA, 2006).

A urbanização e o desmatamento produzem um aumento na freqüência da inundação nas cheias pequenas e médias (TUCCI, 2002).

A urbanização provoca alterações no ciclo da água na natureza devido a diversos fatores, dentre eles: a) aumento da demanda de água provocado pelo crescimento populacional; b) aumento da carga poluidora nos corpos d'água; c) modificações nas bacias naturais, o que pode provocar aumento nos picos de enchentes devido à impermeabilização do solo; d) rebaixamentos nos aquíferos provocados pelo crescente uso das águas subterrâneas; e d) alterações no micro clima das cidades (OSTROWSKY & ZMITROWICZ, 1991).

2.4. Suscetibilidade aos Processos da Dinâmica Superficial

Os problemas de origem geológico-geotécnicas podem afetar os taludes de corte e de aterro, as encostas naturais e outros locais da via, tanto em solo como em rocha, gerando vários tipos de instabilização (RODRIGUES & LOPES, 1998). O Quadro 4 apresenta uma síntese das causas e ocorrências dos principais problemas em taludes de rodovia, segundo Carvalho (1991).

Quadro 4. Principais problemas em taludes de rodovias do Estado de São Paulo.

TIPO DE PROBLEMA	FORMA DE OCORRÊNCIA	PRINCIPAIS CAUSAS
Erosão	- em talude de corte e aterro (em sulcos e diferenciada)	- deficiência do sistema de drenagem; - deficiência de proteção superficial.
	- longitudinal ao longo da plataforma	- concentração de água superficial e/ou interceptação do lençol freático.
	- localizada e associada a obras de drenagem (ravinas e boçorocas)	- concentração de água superficial e/ou interceptação do lençol freático.
	- interna em aterros (<i>piping</i>).	- deficiência ou inexistência de drenagem interna.
Desagregação superficial	- empastilhamento superficial em taludes de corte	- secagem ou umedecimento do material; - presença de argilo-mineral expansivo ou desconfinamento do material.
Escorregamento em corte	- superficial	- inclinação acentuada do talude.
	- profundo	- relevo energético.
	- formas e dimensões variadas	- descontinuidades do solo e rocha.
	- superficial em corte ou encostas naturais; - profundo em cortes	- saturação do solo.
	- formas de dimensões variadas; - movimentação de grandes dimensões e generalizada em corpo de tálus	- evolução por erosão; - corte de corpo de tálus; - alteração por drenagem.
Escorregamento em aterro	- atingindo a borda do aterro	- compactação inadequada da borda.
	- atingindo o corpo do aterro	- deficiência de fundação; - deficiência de drenagem; - deficiência de proteção superficial; - má qualidade do material; - compactação inadequada; - inclinação inadequada do talude.
Recalque em aterro	- deformação vertical da plataforma	- deficiência de fundação; - deficiência de drenagem; - rompimento do bueiro; - compactação inadequada.
Queda de blocos	- geralmente em queda livre	- ação da água e de raízes na descontinuidade do maciço rochoso.
Rolamento de blocos	- movimento de bloco por rolamento no corte; - descalçamento da base por erosão.	

(Fonte: CARVALHO, 1991)

A suscetibilidade natural dos terrenos a qualquer processo geológico pode ser entendida pelo conjunto de fatores intrínsecos do terreno. Estes determinam a potencialidade de deflagrar processos da dinâmica superficial, associados à análise dos processos instalados. Desta maneira, deve-se considerar o fator antrópico (RIDENTE JR., 2000).

A carta de suscetibilidade aos processos da dinâmica superficial é resultado do estudo da tipologia e da distribuição dos processos que ocorrem na área. São analisados em conjunto com os fatores naturais intrínsecos que condicionam a

ocorrência destes processos: tipos de solo e declividade do terreno, ou seja, o comportamento geotécnico do terreno estudado (SALOMÃO, 1994).

2.5. Gestão Ambiental

Transformações na economia internacional e a globalização da produção e do consumo são acompanhadas pelo crescente grau de exigência dos consumidores, que estão buscando variedade de produtos, o que demonstra sua preocupação com a qualidade e com custo – benefício (SANCHES, 2000).

Este fato demonstra que a sociedade está mudando seus valores e ideologias na avaliação dos bens de consumo. Esses novos valores e ideologias incluem a democracia, a igualdade de oportunidades, a saúde e a segurança no trabalho, a proteção ao consumidor, um meio ambiente mais limpo, entre outras questões (SANCHES, 2000).

Portanto, a preocupação com a qualidade ambiental é considerada uma das prioridades de qualquer organização. A legislação ambiental e a conscientização da sociedade têm induzido as organizações a buscarem alternativas tecnológicas que causem menores impactos ao meio ambiente. Dessa forma, muitos empreendedores estão buscando relações mais sustentáveis com o meio ambiente (ANDRADE et al., 2002).

Existem várias definições para o termo desenvolvimento sustentável. Em 1987, Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) conceituou desenvolvimento sustentável como *“aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades”* (CMMAD, 1991).

Sachs (1992) apresenta cinco dimensões do que se pode chamar desenvolvimento sustentável, ou ecodesenvolvimento. Para Sachs (op.cit.) todo o planejamento de desenvolvimento que almeje ser sustentável precisa levar em conta as cinco dimensões de sustentabilidade apresentadas na Figura 11 e descritas a seguir:

- ✓ **Sustentabilidade Social:** almeja a criação de um processo de desenvolvimento amparado por uma sociedade com maior equidade na

distribuição de renda e de bens, com o abismo entre os padrões de vida dos ricos e dos pobres reduzido;

- ✓ **Sustentabilidade Econômica:** alcançada através do gerenciamento e alocação mais eficientes dos recursos e de um fluxo constante de investimentos públicos e privados;
- ✓ **Sustentabilidade Ecológica:** alcançada através da otimização da capacidade de utilização dos recursos; limitação do consumo de combustíveis fósseis e de outros recursos e produtos que são facilmente esgotáveis; e redução da geração de resíduos e de poluição, através da conservação de energia, de recursos e da reciclagem;
- ✓ **Sustentabilidade espacial:** dirigida para a obtenção de uma configuração rural-urbana mais equilibrada e uma melhor distribuição territorial dos assentamentos humanos e das atividades econômicas; e
- ✓ **Sustentabilidade cultural:** procura por raízes endógenas de processos de modernização e de sistemas agrícolas integrados, que facilitem a geração de soluções específicas para o local, para o ecossistema e para a cultura da região.

A Gestão Ambiental dos empreendimentos (indústrias, empresas, obras de infra-estrutura), tem se mostrado uma importante ferramenta para a manutenção da competitividade de mercado num processo de renovação contínua da qualidade ambiental, baseada nos princípios da sustentabilidade.

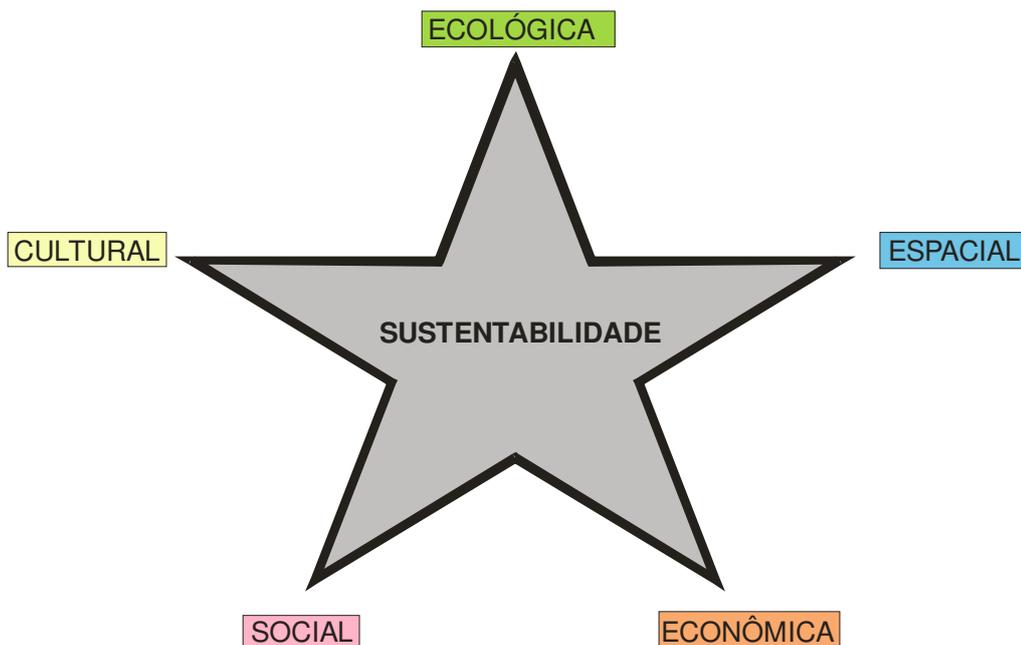


Figura 11. Dimensões de sustentabilidade (Fonte: SACHS, 1992).

O termo gestão ambiental é bastante abrangente. Ele é freqüentemente usado para designar ações ambientais em determinados espaços geográficos, como por exemplo: gestão ambiental de bacias hidrográficas, gestão ambiental de parques e reservas florestais, gestão de áreas de proteção ambiental, gestão ambiental de reservas de biosfera e outras modalidades de gerenciamento que incluam aspectos ambientais.

O principal objetivo da gestão ambiental deve ser a busca permanente de melhoria da qualidade ambiental dos serviços, produtos e espaço de trabalho de qualquer organização pública ou privada. A busca permanente da qualidade ambiental é, portanto, um processo de aprimoramento constante do sistema de gestão ambiental de acordo com a política ambiental estabelecida pela organização (AMBIENTE BRASIL, 2007).

Os objetivos da gestão ambiental encontram-se definidos na norma NBR ISO 14.001, cuja finalidade é equilibrar a proteção ambiental e a prevenção da poluição com as necessidades socioeconômicas da organização (ABNT, 1996):

- ✓ Implementar, manter e aprimorar um sistema de gestão ambiental;
- ✓ Assegurar-se de sua conformidade com sua política ambiental definida;
- ✓ Demonstrar tal conformidade a terceiros;

- ✓ Buscar certificação/registo do seu sistema de gestão ambiental por uma organização externa;
- ✓ Realizar uma auto-avaliação e emitir auto-declaração de conformidade com esta Norma.

Além dos objetivos oriundos da norma ISO, na prática, observam-se outros objetivos que também podem ser alcançados através da gestão ambiental (AMBIENTE BRASIL, 2007):

- ✓ Gerir as tarefas da empresa no que diz respeito a políticas, diretrizes e programas relacionados ao meio ambiente interno e externo da companhia;
- ✓ Manter, em geral, em conjunto com a área de segurança do trabalho, a saúde dos trabalhadores;
- ✓ Produzir, com a colaboração de toda a cúpula dirigente e os trabalhadores, produtos ou serviços ambientalmente compatíveis;
- ✓ Colaborar com setores econômicos, a comunidade e com os órgãos ambientais para que sejam desenvolvidos e adotados processos produtivos que evitem ou minimizem agressões ao meio ambiente.

O Sistema de Gestão Ambiental (SGA - ISO 14001) utiliza instrumentos que organizam, padronizam e sistematizam os procedimentos técnicos e administrativos para assegurar o aprimoramento e a melhoria contínua do desempenho ambiental (ABNT, 1996; BITAR & ORTEGA, 1998). O desempenho ambiental pode ser entendido como um índice de avaliação da eficácia da implementação dos instrumentos de gestão, baseado em indicadores específicos para cada tipo de empreendimento.

A NBR ISO 14.001 foi redigida para ser aplicada a todos os tipos e portes de organizações e para se adequar a diferentes condições geográficas, culturais e sociais (CAMPOS, 2001). A base desta abordagem pode ser observada na Figura 12.



Figura 12. Modelo de sistema de gestão ambiental para a NBR ISO 14.001 (Fonte: ABNT, 1996, p. 3).

Em relação ao modelo de gestão apresentado no contexto da NBR ISO 14.001 e baseado em Campos (2001), os elementos-chave apresentados na Figura 12 podem ser assim descritos:

✓ **Política Ambiental**

Normalmente, a política ambiental é o primeiro item definido pela organização. Ela deve ser redigida pela alta administração empresarial e tem por objetivo definir as diretrizes da organização. Deve ser compartilhada e difundida em todo o ambiente organizacional, a fim de que possa ser cumprida por todos os membros.

A política ambiental deve ser relevante à natureza, escala e impactos ambientais de suas atividades, produtos ou serviços; deve incluir um comprometimento com a melhoria contínua e com a prevenção da poluição; comprometimento com o atendimento à legislação e normas ambientais aplicáveis e demais requisitos subscritos pela organização; deve fornecer a estrutura para o estabelecimento e revisão dos objetivos e metas ambientais; deve ser documentada, implementada, mantida e comunicada a todos os funcionários; e deve estar disponível ao público.

✓ **Planejamento**

A fase de planejamento contempla a definição dos aspectos e impactos ambientais, requisitos legais, objetivos, metas e programas de gestão seguindo sempre as diretrizes da política ambiental.

✓ **Implementação e Operação**

Esta é a fase mais longa de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Nesta fase são definidas a estrutura e as responsabilidades; o treinamento, a conscientização e a competência; os procedimentos de comunicação; toda a documentação do sistema; controle dos documentos, controle operacional; e a preparação e atendimento a emergências.

✓ **Verificação e Ação Corretiva**

Esta fase é a da definição dos controles de monitoramento e dos aspectos e impactos identificados na fase de planejamento, os quais são fundamentais para a manutenção do sistema. Compõem esta fase o monitoramento e medição dos processos impactantes, incluindo o registro das informações coletadas; a responsabilidade e autoridade para investigar e lidar com os casos de não-conformidade e promover as ações preventivas e corretivas cabíveis; os registros de todos os procedimentos executados; e a auditoria do SGA.

✓ **Análise Crítica**

A alta administração deve, periodicamente, analisar criticamente o SGA para garantir a melhoria contínua do desempenho ambiental da organização. A análise deve ser documentada e deve abordar eventuais alterações na política ambiental, objetivos e outros elementos do sistema, baseando-se nas auditorias e demais avaliações realizadas.

Assim sendo, duas organizações que desenvolvam atividades similares, mas que apresentem níveis diferentes de desempenho ambiental, podem atender aos requisitos da norma e receber uma certificação segundo a ISO 14.001 (CAMPOS, 2001).

No entanto, esta norma ressalta que “... sua adoção não garantirá, por si só, resultados ambientais ótimos. Para atingir os objetivos ambientais, convém que o sistema de gestão ambiental estimule as organizações a considerarem a implementação da melhor tecnologia disponível, quando apropriado e economicamente exeqüível” (ABNT, 1996, p. 2).

A visão economista de hoje ainda possui um caráter microeconômico, isto é, não contabiliza os custos ambientais e sociais (CEBDS, 2002). Num futuro próximo, a tendência é sistematizar a contabilidade ambiental das empresas e, nesse sentido, faz-se necessária a análise do desempenho ambiental dos empreendimentos.

Existe uma grande lacuna entre a certificação ambiental da NBR ISO 14.001 e a constatação de um alto desempenho ambiental nos diversos empreendimentos. Assim, torna-se necessária a avaliação dos procedimentos adotados no gerenciamento ambiental.

A ISO 14.031, em vigor na Europa desde 1999, mas ainda sem tradução e aprovação pela ABNT no Brasil, foi formulada com o objetivo de estabelecer a Avaliação de Desempenho Ambiental (*Environmental Performance Evaluation - EPE*) através do uso de indicadores (ANSI, 1999). A adoção de indicadores de desempenho é sugerida como forma de subsídio e aferição para o processo de tomada de decisão e para os ajustes que se fizerem necessários na Avaliação de Desempenho Ambiental.

Os indicadores de desempenho podem ser entendidos como expressões quantitativas ou qualitativas que fornecem informações sobre determinadas variáveis e suas inter-relações. São informações indispensáveis para processos de melhoria contínua das empresas.

Nas Geociências, os indicadores permitem traduzir de forma simples e objetiva, quantificando e monitorando, processos da dinâmica superficial que podem ocorrer em um determinado empreendimento. O Quadro 5 ilustra alguns desses processos e seus respectivos indicadores e parâmetros.

Quadro 5. Indicadores e parâmetros geológicos que podem ser utilizados na Avaliação de Desempenho Ambiental.

PROCESSO DO MEIO FÍSICO	INDICADOR	PARÂMETRO
Erosão pela água	Feições erosivas (sulcos, ravinas ou boçorocas).	- Comprimento, largura e profundidade (m); - Área afetada (m ² ou ha); - Profundidade do N.A. aflorante (em boçorocas).
Escorregamento	Feições de massa em movimentação.	- Comprimento e largura das trincas (cm, m); - Presença e altura de degraus (cm), inclinação (% degraus); - Grau de saturação (%); - Profundidade do N.A. (m).
	Feições de massas movimentadas.	- Geometria; - Volume (m ³); - Grau de saturação (%).
Deposição de partículas ou sedimentos	Aporte de sedimentos.	- Sedimentos em suspensão (mg/l); - Vazão sólida / vazão líquida.
	Dimensão do assoreamento.	- Classificação do material (argila, silte, areia, detritos); - Volume do depósito (m ³); - Área ocupada no curso / corpo d'água (ha); - Área ocupada na zona de inundação (ha).
Escoamento das águas em superfície	Aporte do escoamento.	- Vazão líquida (m ³ /s).
Movimentação das águas de subsuperfície	Evidências de colmatção do solo.	- Diferença entre coeficientes de permeabilidade (cm/s); - Profundidade do N.A. (m).
	Elevação / rebaixamento do N.A.	- Profundidade do N.A. (m); - Amplitude de oscilação (m); - Interceptação do N.A. (m)...
	Grau de umidade do solo.	- Teor de umidade (%); - Distribuição dos tamanhos dos poros.
Interações físico-químicas no solo, na rocha e na água (superficial ou subterrânea)	Presença de partículas em suspensão na água.	- Sólidos em suspensão (mg/l); - Turbidez.
	Acidez da água ou do solo.	- pH.
	Grau de compactação do solo.	- Espessura (cm) e extensão (ha) da camada compactada; - Densidade seca do solo (g/cm ³); - Distribuição do tamanho dos poros; - Condutividade hidráulica (cm/s).
	Alcance da poluição do solo.	- Coeficiente de condutividade hidráulica (cm/s); - Forma e comportamento da pluma de contaminação.
Queda de bloco ou detrito	Presença de blocos ou matacões instáveis.	- Número e tamanho dos blocos instáveis.
Subsidência e colapso	Feições de afundamento e colapso de solo.	- Largura das trincas de tração no solo ou de compressão em edificações (cm); - Altura de degraus no solo (cm); - Recalque (cm).

(Fonte: modificado de BITAR et al., 1993).

A avaliação do desempenho ambiental de empreendimentos, através do uso de indicadores, vem sendo empregada por diversos setores empresariais em todo mundo. Boog & Bizzo (2003) analisaram a eficiência do uso de indicadores para empresas do ramo siderúrgico através de dados extraídos basicamente do Conselho Empresarial Brasileiro de Desenvolvimento Sustentável (CEBDS). Concluíram que os indicadores mostram toda sua eficácia como instrumentos de gestão ao apresentar de forma clara e incontestável as condições operacionais e ambientais das empresas; direcionam os esforços dos investimentos rumo a ações preventivas e/ou corretivas ambientalmente corretas.

A orientação dos esforços dos investimentos ambientais das empresas necessários para manter um nível sustentável de capital natural (matéria prima) será algo passível de verificação a partir dos indicadores e parâmetros a serem desenvolvidos para tipos específicos de empreendimentos, como rodovias.

3. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo foi delimitada a partir de 1 km para cada lado do trecho km 215 a 249 da Rodovia Marechal Rondon – SP-300, nos municípios de Botucatu e Anhembi.

A Rodovia Marechal Rondon, oficialmente denominada SP-300, é uma rodovia estadual, com 558 km de extensão, sob concessão do Departamento de Estradas e Rodagem – DER-SP e Rodovias das Colinas. Seu traçado é demarcado na direção leste-oeste do estado de São Paulo e passa pelos municípios de Porto Feliz, Tietê, Laranjal, Paulista, Conchas, Botucatu, São Manoel, Lençóis Paulista, Agudos, Bauru, Pirajuí, Cafelândia, Lins, Penápolis, Araçatuba, Valparaíso, Andradina e vai até a divisa com o Mato Grosso do Sul.

3.1. Geologia e Geomorfologia

Segundo Almeida (1964) e Ponçano et al (1981), a área abrange duas das cinco grandes províncias geomorfológicas do Estado de São Paulo: Depressão Periférica e Cuestas Basálticas.

No Estado de São Paulo a Depressão Periférica corresponde à faixa de ocorrência de sequências sedimentares infra-basálticas paleozóicas e mesozóicas incluindo áreas descontínuas de corpos intrusivos, sob a forma de diques e soleiras de diabásio (ALMEIDA et al, 1981).

A Depressão Periférica, em relação às províncias adjacentes, marca uma acentuada mudança de relevo. O relevo montanhoso e menor presente no Planalto

Atlântico contrasta com um relevo colinoso na Depressão Periférica, que não está diretamente vinculado às litologias sedimentares. Este relevo transgride os limites das litologias sedimentares e avança sobre rochas graníticas, metamórficas e migmatíticas do embasamento (PONÇANO et al, 1981).

Nesta região destacam-se os rios Tietê, Paranapanema, Mogi-Guaçu e Pardo. Estes rios possuem maior capacidade erosiva e, devido à ações de origem tectônica, capturaram através de seus afluentes, rios primitivos que passaram a percorrer as cuestas com nítido desvio em seu traçado, como são o Piracicaba, Capivari, Itararé, Apiaí, Taquari, etc. (ROSS & MOROZ, 1997).

Faz parte desta província a Formação Rio Claro, constituída por sedimentos predominantemente areníticos, algumas vezes conglomeráticos, com lâminas e leitos de argilas, com até 30m de espessura. Também ocorrem como aluviões e coluviões, notavelmente expressivos na região norte do rio Tietê com associações de *stone lines* (PONÇANO et al, 1981).

O limite entre a Depressão Periférica e as Cuestas Basálticas está bem definido nas regiões de Escarpas Festonadas.

As Cuestas Basálticas são formas de relevo tabular, onde escarpas íngremes limitam um topo plano, formado por terras de altitudes maiores, que se contrapõem a terras mais baixas e de vertentes suaves. São formas assimétricas de relevo formadas pela sucessão alternada de camadas rochosas que possuem diferentes resistências a erosão.

A frente de cuesta (*front*) caracteriza-se por elevações do terreno interrompidas de forma abrupta por paredões rochosos. Ao seu redor, encontram-se as terras que compõe o reverso de cuesta, constituído de planícies interfluviais relativamente mais planas e de menores altitudes.

Segundo Perrota et al (2005), no reverso da cuesta ocorrem também sedimentos da Formação Marília. Estes são arenitos, podendo variar de grossos a finos, com coloração amarela e vermelha, com clastos arenosos e de calcário.

O reverso da cuesta no interflúvio Tietê/Paranapanema é identificado por Ross & Moroz (1997) como Planalto Residual de Botucatu (ou, genericamente Serra de Botucatu), e é caracterizado por colinas com topos amplos convexos e tabulares. Nesta área predominam altimetrias entre 600-900m e as vertentes apresentam declividades entre 10-20%.

O Planalto Residual de Botucatu é constituído fundamentalmente por arenitos e camadas de argilito e siltito, onde se desenvolvem preferencialmente Latossolos Vermelho-Escuros. Apresenta fragilidade potencial média devido à alta densidade de drenagem e vales entalhados, o que torna a área susceptível a atividades erosivas (ROSS & MOROZ, op.cit.).

O relevo das cuestas é sustentado por rochas basálticas, e encontra-se a Formação Itaqueri, onde predominam os arenitos coexistindo com folhelhos e conglomerados (ALMEIDA et al, 1981). É uma das feições mais marcantes da região. Resulta do trabalho contínuo da erosão, que forma grandes plataformas rochosas que se destacam nos vales suaves ao seu redor.

Podem ocorrer Latossolos Vermelho-Amarelos regional e localmente, e, em regiões de relevo suave ocorre, preferencialmente, tanto o Latossolo Vermelho quanto o Argissolo Vermelho-Amarelo (OLIVEIRA et al, 1999).

3.2. Geotecnia

A Carta Geotécnica do Estado de São Paulo, na escala 1:500.000, divide a região de estudo em três unidades geotécnicas (NAKAZAWA et al. 1994):

- 1) Alta a muito alta suscetibilidade a erosão;
- 2) Muito alta suscetibilidade a escorregamentos;
- 3) Média suscetibilidade ao colapso de solos e baixa suscetibilidade a outros processos da dinâmica superficial.

Esta primeira unidade geotécnica refere-se a terrenos na Depressão Periférica e no reverso da cuesta, nas proximidades de Botucatu, onde predominam sulcos e ravinas desenvolvidos a partir do simples desmatamento em cabeceiras de drenagem e de matas ciliares, da concentração das águas superficiais em obras viárias sem as medidas de proteção adequadas e do manejo não conservacionista. Boçorocas se desenvolvem a partir do aprofundamento dos sulcos e ravinas quando interceptam o nível d'água ou diretamente de surgências d'água por reativação de cabeceiras por meio do *piping*.

As boçorocas são em geral, ramificadas e de grandes dimensões, podendo evoluir centenas de metros em uma única chuva de forte intensidade. O lançamento de água concentrado de águas superficiais provenientes de loteamentos, de

estradas, ferrovias e outras obras civis é a principal causa de formação destes processos. O assoreamento é intenso e generalizado nos cursos d'água, principalmente naqueles de menor porte, gerado pelo aporte de sedimentos proveniente das erosões em forma de sulcos, ravinas ou boçorocas.

Nos terrenos da Serra de Botucatu com muito alta suscetibilidade a escorregamentos, os tipos de movimento de massa mais comuns são: escorregamentos planares, envolvendo solo e rocha (cujas superfícies de ruptura não ultrapassam 2m de profundidade); quedas de blocos (a partir de paredões e afloramentos rochosos); rolamento de blocos e matacões situados preferencialmente em encostas de alta declividade; instabilização de depósitos de tálus (feições que já possuem estabilidade natural precária) e; corridas de blocos, cujos fatores mais importantes são a alta declividade, a amplitude das vertentes e a maior disponibilidade de materiais.

Os terrenos com média suscetibilidade aos processos de colapso dos solos, no reverso da Cuesta, podem apresentar recalques na fundação de edificações e obras civis (pavimento do viário) quando submetidos ao umedecimento, através da redução brusca no volume dos vazios internos do solo, com ou sem carga adicional. Estes processos podem ser agravados pelo vazamento de sistemas subterrâneos de distribuição de água e de saneamento, pois esta vazão pode reagir com o solo, atuando como dispersante de argila.

3.3. Clima

O clima na região é classificado como Cwa, isto é, temperado macrotérmico com inverno seco não rigoroso e estação úmida no verão (KÖPPEN, 1948). A temperatura média anual varia de 21 a 23°C. A precipitação anual varia, segundo o relevo, de 1300 a 1560 mm, acumulando os seis meses mais quentes (outubro a março) cerca de 80% desta precipitação.

O regime de chuvas da área, segundo dados de estações pluviométricas monitoradas pelo Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo – SIGRH, pode ser representado pelo gráfico apresentado na Figura 13.



Figura 13. Pluviograma acumulado médio mensal representativo da área de estudo (Fonte: SIGRH, 2008).

3.4. Vegetação

Segundo Veloso (1992), a área é caracterizada por remanescentes da Floresta Estacional Semidecidual, que ocorrem na área de transição da Depressão Periférica para a Cuesta Basáltica, em diferentes níveis de sucessão ecológica, pois passaram por diferentes níveis de perturbações antrópicas (JORGE & SARTORI, 2002).

Nos dias de hoje, a mata mesófila semidecídua é essencialmente representada por matas secundárias, Cerrado (*sensu lato*) e Cerradão, mas também pode ser encontrada a Formação Pioneira Aluvial (ORTEGA & ENGEL, 1992).

Jorge & Sartori (2002) perceberam que a Floresta Estacional Semidecidual está principalmente associada com Neossolos Litólicos, da frente da Cuesta de Botucatu, caracterizada por relevo ondulado a escarpado. O Cerradão está associado com o Neossolo Quartzarênico, em relevo suave-ondulado, típico da área da Depressão Periférica.

3.5. Unidades de Conservação

Unidade de Conservação, segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, constitui o: *“espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção”* (Cap. I, Art. 2º, Lei nº 9.985, de 18 de junho de 2000).

Na área de estudo são encontradas duas unidades de conservação: a Área de Proteção Ambiental – APA Corumbataí-Botucatu-Tejupá e a Floresta Estadual – FE Botucatu.

✓ Área de Proteção Ambiental (APA) Corumbataí-Botucatu-Tejupá

A Área de Proteção Ambiental (APA) Corumbataí, Botucatu e Tejupá está localizada na região central do Estado de São Paulo e possui uma extensão territorial de aproximadamente 642.256,00 hectares. Foi criada em 1983, através do Decreto Estadual nº 20.960 e encontra-se subdividida em três perímetros distintos: Corumbataí, Botucatu e Tejupá.

Os três perímetros correspondem à faixa das cuevas basálticas, desde as cabeceiras do rio Mogi-Guaçu até a divisa do Estado de São Paulo com o Paraná, às margens do rio Paranapanema, no Planalto Ocidental Paulista e Depressão Periférica.

Os fatores que levaram à criação desta APA estão relacionados com a presença de importantes atributos ambientais e paisagísticos constituídos pelas cuevas basálticas e pela presença de remanescentes significativos da fauna e flora nativas (Cerrado e Mata Atlântica), bem como pela área de afloramento e recarga do aquífero Botucatu-Pirambóia, além da ocorrência de patrimônio arqueológico.

O Perímetro Botucatu está localizado na Serra de Botucatu, no reverso da cuesta basáltica, onde predominam rochas basálticas, entre os rios Tietê e Paranapanema. Possui uma área de mais de 218.306,00 ha em nove municípios (Itatinga, Bofete, Botucatu, Avaré, Guareí, Porangaba, São Manuel, Angatuba e Pardinho). As principais características desta APA são apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6. Principais características da APA Corumbataí-Botucatu-Tejupá.

Esfera	Estadual
Área total	642.256,00 há
Área do Perímetro Botucatu	218.306,00 há
Bacias hidrográficas	Tietê, Jacaré Piracicaba, Capivari, Jundiáí
Municípios abrangidos	Dois Córregos, Torrinha, Santa Maria da Serra, Itarapina, São Pedro, Corumbataí, Analândia, Charqueada, Brotas, São Carlos, Ipeúna, Rio Claro, Barra Bonita.

(Fonte: IBAMA, 2008)

As APAs são unidades de conservação de uso sustentável, isto é, objetivam conciliar a conservação da diversidade biológica e dos recursos naturais, com o uso sustentável de parte desses recursos, mantendo-se tanto a propriedade privada da terra como a jurisdição municipal sobre elas. Assim, no planejamento regional, deve ser levada em conta a área destinada à APA e os objetivos de uso sustentável (ENGEA, 1990).

✓ **Floresta Estadual (FE) Botucatu**

A FE Botucatu foi criada em 1966, pelo Decreto Estadual 46.230, e está localizada inteiramente no município de Botucatu.

Suas principais características encontram-se sumariadas no Quadro 7, retiradas do *site* do Instituto Florestal de São Paulo (IF, 2008).

Quadro 7. Principais características da FE Botucatu.

Abrangência	Município de Botucatu
Área	33,88 ha
Perímetro	3,1 km
Observações sobre a área da UC	Localizada no perímetro urbano
Clima	Mesotérmico de inverno seco
Temperaturas	Temperatura média anual de 19,4 °C.
Topografia	Relevo plano a suavemente ondulado. Colinas médias e morrotes alongados.
Solo	Latossolo vermelho, Cambissolo háplico, Gleissolo.
Bioma	Cerrado
Fauna	Paca, capivara, lontra, quati, serelepe, tamanduá-mirim, cahorro do mato, veado campeiro, lobo guará, sagui, jaguatitica e tatu-peba.
Vegetação	Remanescente de cerrado, representada por Coqueiro-do-campo, Marolo, Quatambu, Jalopa, Coração-de-negro, Pau-santo, Pequi, Fruta-de-ema, Lagarteira, Curiola, Lobeira, Pau-terra, Caraguatá, Guabiroba, Barbatimão, Tamanqueira, Carvalho-nacional.
Principais Ameaças	Fogo

(Fonte: IF, 2008).

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E ETAPAS DA PESQUISA

Para elaborar a Carta Geotécnica de Suscetibilidade aos processos da dinâmica superficial, foi necessária a execução de diversas etapas, que envolveram desde a compilação dos dados existentes até a realização do mapa de declividade, a caracterização do uso do solo e o zoneamento geotécnico.

Tais etapas envolveram o desenvolvimento de outras fases, tais como: definição da área a ser estudada; revisão bibliográfica do tema; aquisição de material cartográfico e demais produtos; preparação prévia da base cartográfica e interpretação das fotografias aéreas.

Os dados extraídos de tais produtos foram comprovados através de levantamento expedito de campo, com cadastro em fichas específicas. A partir daí foi possível definir as classes de suscetibilidade do terreno aos processos da dinâmica superficial atuantes.

A seqüência geral das etapas de trabalho desenvolvidas no presente estudo encontra-se representada no fluxograma apresentado na Figura 14.

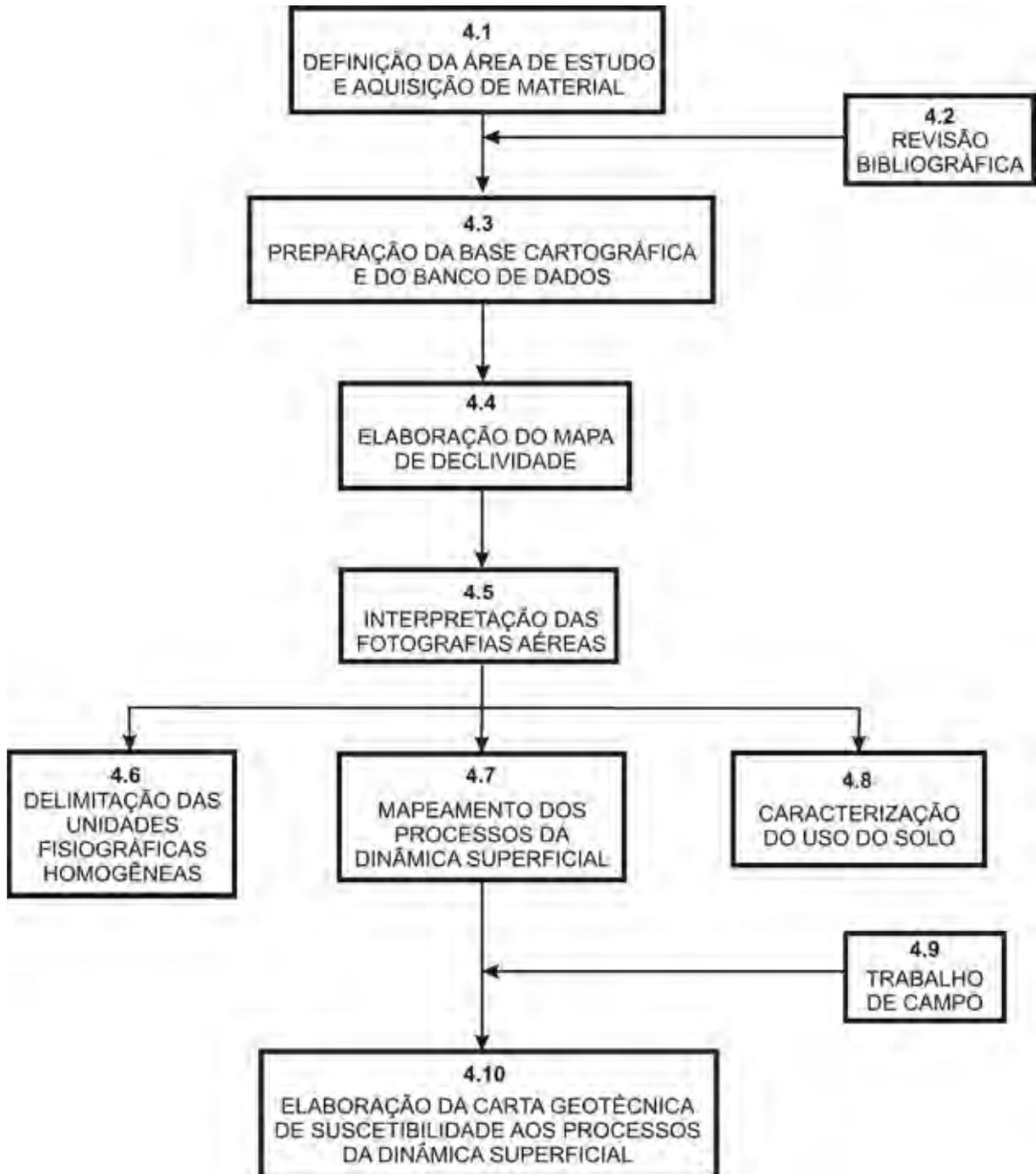


Figura 14. Fluxograma das etapas de trabalho.

A seguir, apresenta-se a descrição de cada etapa desenvolvida.

4.1. Definição da área de estudo e aquisição de material

O trecho da rodovia Marechal Rondon – SP-300 escolhido, km 215 ao km 249, localiza-se na região de Cuestas Basálticas do Planalto Ocidental Paulista e foi determinado devido à sua localização e facilidade de acesso.

Por se tratar de obra linear, a área de estudo foi delimitada em um raio de abrangência de 1 km para cada lado deste trecho da rodovia, para facilitar as análises.

Para se atingir o objetivo desta pesquisa, foram adquiridos os materiais relacionados e descritos no Quadro 8.

Quadro 8. Listagem e descrição do material adquirido.

CARTAS TOPOGRÁFICAS					
Formato	Escala	Folhas	Informações Utilizadas		Fonte
Digital (.dgn) e Impresso	1:50.000	Botucatu e Anhembi	- Características geográficas (coordenadas, projeção, etc); - Topografia, localidades, rodovias e rede de drenagem.		IBGE

FOTOGRAFIAS AÉREAS					
Formato	Escala/Ano	Faixa	Foto	Informações Utilizadas	Fonte
Digital (.tif) e Impresso	1:30.000 / 2005	22	2314	Topografia, rede de drenagem, elementos texturais.	Base Aerofotogrametria
		22	2315		
		22	2316		
		22	2317		
		22	2318		
		22	2319		
		22	2320		
		23	2240		
		23	2241		

As cartas topográficas no formato digital foram adquiridas gratuitamente no site do IBGE: <http://www.ibge.gov.br>. As fotografias aéreas foram compradas da empresa BASE Aerofotogrametria Ltda., a partir do requerimento de cobertura do trecho escolhido da Rodovia Marechal Rondon.

4.2. Revisão Bibliográfica

Durante a fase de pesquisa bibliográfica, necessitou-se de um roteiro cuidadoso para delimitar, identificar e definir o fenômeno e/ou matéria estudados. Tal roteiro envolveu: seleção de fontes de referência (índices e bibliografias);

levantamento completo do material publicado sobre o assunto; consultas a especialistas e estudiosos; e acervos e centros de pesquisa digital (via Internet) (OLIVEIRA, 2002).

A presente pesquisa foi embasada no material disponível nos acervos das bibliotecas da Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho – UNESP e Universidade de São Paulo – USP. Na Internet, foram consultados outros acervos bibliográficos nacionais e internacionais, bem como bases de dados textuais e referenciais de consulta a periódicos.

4.3. Preparação da base cartográfica e do banco de dados

A partir das cartas topográficas Anhembi e Botucatu, criou-se um banco de dados geográficos no formato *Geodatabase*, utilizando o sistema de informações geográficas (SIG) *ArcGIS* com as seguintes feições espaciais, extraídas das cartas:

- Hidrografia;
- Curvas de Nível;
- Pontos Cotados;
- Limite da área de estudo;
- Rodovia SP-300;
- Logradouros.

Estas feições foram vetorizadas através do aplicativo *ArcMap-ArcGIS*, utilizando-se a extensão *ArcScan* (módulo de vetorização automática).

A partir da ferramenta *Topo to Raster* (interpolador para gerar modelo numérico do terreno) da extensão *Spatial Analyst* (módulo de análise espacial avançada do ArcGIS) foi obtido o Modelo Numérico do Terreno (MNT) utilizando-se as seguintes feições espaciais:

- Curvas de Nível;
- Pontos Cotados.

4.4. Elaboração do Mapa de Declividade

O Mapa de Declividade foi elaborado no aplicativo *ArcMap-ArcGIS* versão 9.2, na escala 1:50.000, com as cartas topográficas Anhembi e Botucatu do IBGE, através da ferramenta *slope* do módulo de análise espacial *Spatial Analyst*, a partir da utilização do MNT gerado.

Este mapa foi elaborado com o objetivo de posteriormente relacionar a declividade com o tipo de características físicas do local para inferir a suscetibilidade do terreno aos processos da dinâmica superficial, utilizando-se, também, dados do mapeamento dos processos existentes na área de estudo e uso do solo.

4.5. Interpretação das fotografias aéreas

As fotografias aéreas digitais foram georreferenciadas no aplicativo *ArcMap-ArcGIS* versão 9.2, tendo como base as coordenadas das cartas topográficas Botucatu e Anhembi do IBGE.

As fotografias, na escala 1:30.000, foram impressas e os pares fotográficos foram interpretados com auxílio de estereoscópio de espelho no Laboratório de Fotogeologia das dependências do Departamento de Geologia Aplicada da UNESP, campus de Rio Claro.

As fotografias aéreas foram interpretadas a fim de ser obter a compartimentação fisiográfica da área, o mapeamento dos processos da dinâmica superficial e o uso do solo. Tais interpretações foram marcadas nas próprias fotografias, conforme ilustrado pelas Figuras 15 e 16.

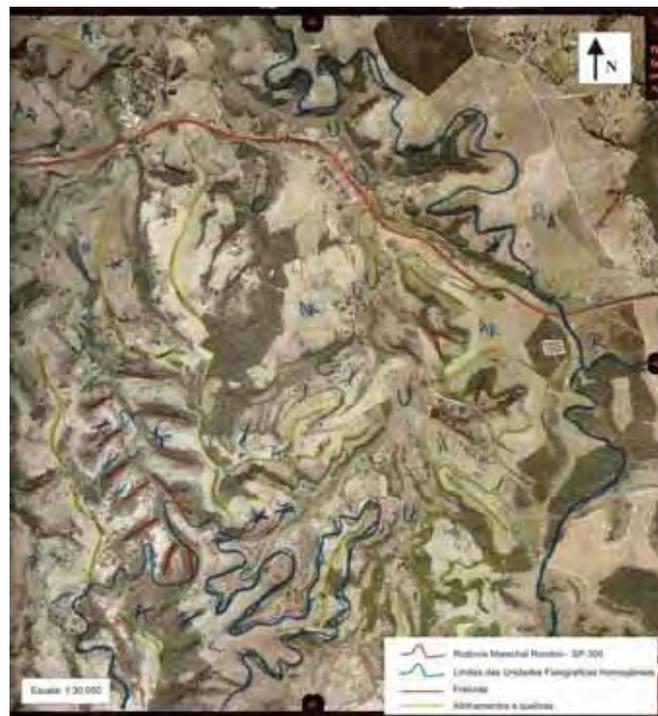


Figura 15. Exemplo de interpretação fisiográfica realizada nas fotografias aéreas.

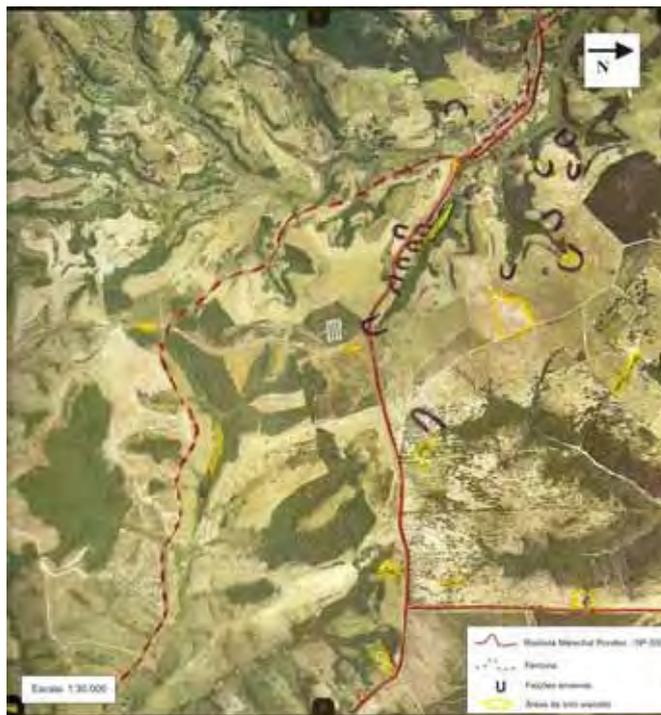


Figura 16. Exemplo da interpretação dos processos da dinâmica superficial.

As unidades fisiográficas foram interpretadas por meio da diferenciação dos elementos texturais da fotografia. Através da delimitação das quebras de relevo, foram encontrados possíveis contatos geológicos que deram origem à divisão em zonas homólogas.

A análise visual das fotografias baseou-se em elementos texturais e estruturais, bem como na disposição das feições no terreno, de maneira que se pudesse ter uma visão pontual e global de todos os elementos que constituem a paisagem.

Os principais elementos constituintes da paisagem, utilizados na interpretação das fotos, encontram-se resumidos no Quadro 9, de acordo com Lawrence et al (1993).

Quadro 9. Principais elementos constituintes da paisagem.

RELEVO		SOLOS, MATERIAIS, HIDROLOGIA E VEGETAÇÃO		CARACTERÍSTICAS DE ENGENHARIA				
ENCOSTAS	Forma	Côncava Convexa Retilínea Côncavo-convexa Irregular	Solos	Perfil Profundidade	Subsolo	Condições (boas ou ruins) Drenagem		
	Ângulo	Muito sutil: < 5° Sutil: 5-10° Moderado: 11-25° Íngreme: 26-36° Muito íngreme: 36-50° Extremamente íngreme: > 50°			Materiais de empréstimo			
	Comprimento	-				Jazidas		
	Forma em planta	Redonda Alongada				Materiais de construção		
	Posicionamento	-				Sarjetas/pontes e fundações		
Largura	Compressível							
DRENAGEM	Forma em planta	Retilínea Meandrante	Regime de águas	Permanente ou sazonal Profundidade do lençol	Problemas	Instabilidade Solos orgânicos Danos do sal (evaporitos)		
	Seção transversal	Forma de V Forma de U					Fluxo	Permanente Temporário
							Tipo de vegetação e densidade	Atividades agrícolas e uso do solo

(Fonte: adaptado de LAWRENCE, et al, 1993)

Os critérios utilizados para a análise dos elementos de relevo e drenagem, que deram embasamento, principalmente para a delimitação das Unidades Fisiográficas Homogêneas, foram os descritos no Quadro 10, com base em Ponçano et al (1981).

Quadro 10. Critérios utilizados na caracterização das unidades de relevo.

CRITÉRIO	CATEGORIA	INTERVALO	CONCEITO
Amplitude local	Pequena Média Grande	0-100 m 100-300 m > 300 m	Altura máxima da unidade em metros, acima do assoalho dos grandes vales adjacentes.
Declividade	Baixa Média Alta	0-15% 15-30% > 30%	Inclinação média do perfil da encosta expressa em porcentagem.
Densidade de drenagem*	Baixa Média Alta	0-5 5-30 30	Número de cursos d'água perenes numa área de 10 km ² .
Expressão de colinas em área*	Pequenas Médias Amplas	< 1 km ² 1-4 km ² > 4 km ²	Área ocupada pelas unidades de relevo entre seus vales limítrofes, ou seja, área dos interflúvios.
Topos	Extensos Restritos	-	Convencional.
Forma de topos	Aplainados Arredondados Angulosos	-	Convencional.
Perfil das vertentes	Convexo Retilíneo Côncavo	-	Convencional.
Padrão de drenagem	Dendrítico Paralelo Retangular Pinulado Em treliça Anastomosado	-	Convencional.
Vales	Abertos Fechados	-	Convencional.
Planícies aluvionares interiores	Desenvolvidas Restritas	-	Convencional.
Existência de drenagem fechada	Presente Ausente	-	Convencional.
Existência de ravinamento das vertentes	Presente Ausente	-	Convencional.

(Fonte: PONÇANO et al, 1981).

O reconhecimento dos processos da dinâmica superficial atuantes foi realizado com auxílio de estereoscópio, nas fotografias impressas e no computador, em maior detalhe, através da utilização das fotografias aéreas em formato digital. As fotos digitais foram carregadas no aplicativo *Arcmap-ArcGIS*, versão 9.2, com aumento de escala para até 1:1.500, o que facilitou o reconhecimento dos processos da dinâmica superficial, principalmente na área das cuestas. Foram identificadas as feições erosivas como sulcos, ravinas e boçorocas, além de evidências de movimentos de massa como escorregamentos, rastejo, queda de blocos rochosos, dentre outros.

A diferenciação entre as classes do uso do solo foi também realizada em maior detalhe, escala 1:3.000, no computador, também baseada em aspectos texturais e de cor, principalmente.

4.6. Delimitação das Unidades Fisiográficas Homogêneas

As Unidades Fisiográficas Homogêneas foram delimitadas com base na compartimentação fisiográfica realizada nas fotografias aéreas, na escala 1:30.000, e representadas nas cartas topográficas Anhembi e Botucatu do IBGE, na escala 1:50.000. Posteriormente, os limites das unidades foram comprovados em campo, onde foi realizada a descrição física das unidades e dos perfis de solo amostrados.

A compartimentação fisiográfica foi realizada com base nos elementos texturais de relevo e drenagem das fotografias aéreas, por meio da interpretação das diferenças de cor, textura, rugosidade, rupturas no relevo (positivas e negativas), dentre outras técnicas de interpretação, com base em Soares & Fiori (1976).

O zoneamento geotécnico, que consiste na delimitação de unidades fisiográficas do relevo que possuem comportamentos geotécnicos semelhantes, foi realizado segundo Vedovello (2000), que sugere que seja realizada a compartimentação fisiográfica da área e a posterior caracterização geotécnica das unidades delimitadas.

A compartimentação fisiográfica preliminar foi realizada nas fotografias aéreas. A caracterização geotécnica das unidades foi realizada por meio da identificação das características e propriedades dos materiais e das formas do

meio físico determinantes de condições geotécnicas através da descrição de perfis geológico-geotécnicos típicos de cada unidade de terreno definida.

Estes perfis foram obtidos no levantamento de campo através da análise de taludes e barrancos ao longo da rodovia, de estradas vicinais dentro da área de estudo e das paredes internas de feições de erosão.

4.7. Mapeamento dos Processos da dinâmica superficial

O levantamento dos processos da dinâmica superficial que ocorrem no trecho da rodovia selecionado foi realizado por meio da interpretação das fotografias aéreas impressas. Utilizou-se estereoscópio de espelho e fotografias aéreas digitais no aplicativo *ArcMap-ArcGIS* versão 9.2, para análise em escala de maior detalhe.

Foram interpretadas as feições erosivas do tipo boçorocas, ravinas, concentrações de sulcos de pequeno porte, solapamento de margens fluviais e depósitos de assoreamento, além de indícios de movimentos de massa, tais como escorregamentos, quedas de bloco, e outros.

4.8. Caracterização do Uso do Solo

As classes de uso e ocupação do solo foram diferenciadas através de cor, elementos de textura e rugosidade nas fotografias aéreas.

4.9. Trabalhos de Campo

Os trabalhos de campo objetivaram, principalmente, a verificação das informações levantadas nas fotografias aéreas. No processo, foi envolvida a conferência e definição dos traçados das unidades, bem como a descrição do perfil geológico-geotécnico típico de cada uma delas.

Os limites das Unidades Fisiográficas Homogêneas foram ajustados em campo, por meio da comparação entre o mapa de declividade e a interpretação das fotografias aéreas, assim como a realidade visualizada *in loco*.

Os perfis geológico-geotécnicos foram caracterizados para descrever os tipos de solo e de rocha de cada uma das unidades do terreno. O intuito foi relacioná-los com a declividade e o uso do solo para gerar a Carta Geotécnica

de Suscetibilidade a Processos da dinâmica superficial. Os perfis foram descritos em taludes da rodovia ou em taludes de estradas menores adjacentes.

Foi descrito o solo superficial orgânico, os horizontes pedológicos, a relação com a rocha de origem e o nível freático. Também foi analisada a gênese do solo superficial (saprolítico, laterítico, etc.).

Foi verificada a existência e/ou potencialidade de existência dos processos da dinâmica superficial na área. A vegetação, as interferências antrópicas e os indicadores ambientais foram descritos nas fichas, que apresentam a documentação fotográfica do ponto (Figura 17).

FICHA DE CAMPO

Ponto: _____ Data: _____
 Equipe: _____
 Coordenadas (UTM): _____ Cota: _____
 Localização: _____

Substrato rochoso: <input type="checkbox"/> rocha sã <input type="checkbox"/> rocha alterada	
Grau de intemperismo: _____	
Litologia: _____	Declividade: _____
Granulação/Granulometria: _____	
Obs: _____	

Materiais inconsolidados: <input type="checkbox"/> residuais <input type="checkbox"/> retrabalhados	
Variação em profundidade: _____	
Distribuição em área: _____	
Obs: _____	

Água		
<input type="checkbox"/> escoamento superficial	<input type="checkbox"/> infiltração	<input type="checkbox"/> área de recarga
<input type="checkbox"/> área de acúmulo de água	<input type="checkbox"/> poços existentes	profundidade do NA: _____
Obs: _____		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
<input type="checkbox"/> escorregamento	<input type="checkbox"/> rastejo	<input type="checkbox"/> erosão
<input type="checkbox"/> assoreamento	<input type="checkbox"/> queda de blocos	<input type="checkbox"/> outro
Obs: _____		

Vegetação		
<input type="checkbox"/> pioneira	<input type="checkbox"/> secundária	<input type="checkbox"/> climática
<input type="checkbox"/> reflorestamento	<input type="checkbox"/> pastagem	<input type="checkbox"/> agricultura
Descrição: _____		

Interferências antrópicas: <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	Obs: _____
Uso do solo: _____	

Descrição: _____	Croqui do perfil de alteração: _____

Indicadores ambientais: _____	Parâmetros aplicáveis: _____

Documentação fotográfica:	

Figura 17. Ficha de campo (organizada pela autora).

4.10. Carta Geotécnica de Suscetibilidade aos Processos da dinâmica superficial

Para a confecção da Carta Geotécnica de Suscetibilidade aos Processos da dinâmica superficial, foi realizado cruzamento das informações do mapa de declividade com o uso do solo e as Unidades Fisiográficas Homogêneas delimitadas, tendo como base as cartas topográficas Anhembi e Botucatu do IBGE. A carta foi gerada e representada na escala 1:50.000.

5. RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

A área de estudo foi definida em um raio de abrangência de 1 km para cada lado do trecho da rodovia selecionado, do km 215 até o 249. Totalizando 34 km de extensão linear, o trecho foi delimitado pelas coordenadas UTM 761.363 / 7.464.586 m, 788.658 / 7.455.666 m, possuindo 70,24 km² de área.

As feições extraídas das cartas topográficas que formaram a base cartográfica foram organizadas em um banco de dados no formato *Geodatabase*. No banco de dados ficaram disponíveis as seguintes informações: curvas de nível; hidrografia; traçado da rodovia; limite da área de estudo; dentre outras que foram geradas a partir destas principais.

A partir das informações contidas nas curvas de nível e pontos cotados, foi gerado o Modelo Numérico do Terreno (MNT), no *ArcMap-ArcGIS*, através da ferramenta *Topo to Raster*. Esta ferramenta é uma forma de interpolação projetada especificamente para criar modelos numéricos de terreno hidrológicamente corretos (HUTCHINSON & DOWNLING, 1991).

A partir das informações fornecidas pelas curvas de nível, foi gerado um modelo de drenagem, através da identificação das áreas de curvatura máxima em cada isolinha, e assim, as regiões de maior declividade foram individualizadas. Este dado foi usado para garantir propriedades hidrogeomórficas adequadas ao MNT resultante e também para verificar a precisão do MNT gerado (HUTCHINSON, 1988).

A utilização pura e simples das informações contidas nas curvas de nível não geraria um dado confiável, pois não há amostragem suficiente entre as isolinhas, especialmente em áreas de pouca rugosidade, para técnicas de interpolação.

A representação do MNT obtido nesta etapa da pesquisa, ofereceu visão tridimensional da área de estudo evidenciando, principalmente, as feições de relevo, como as Cuestas Basálticas (Figura 18). O MNT constituiu a base para a geração das informações de declividade.

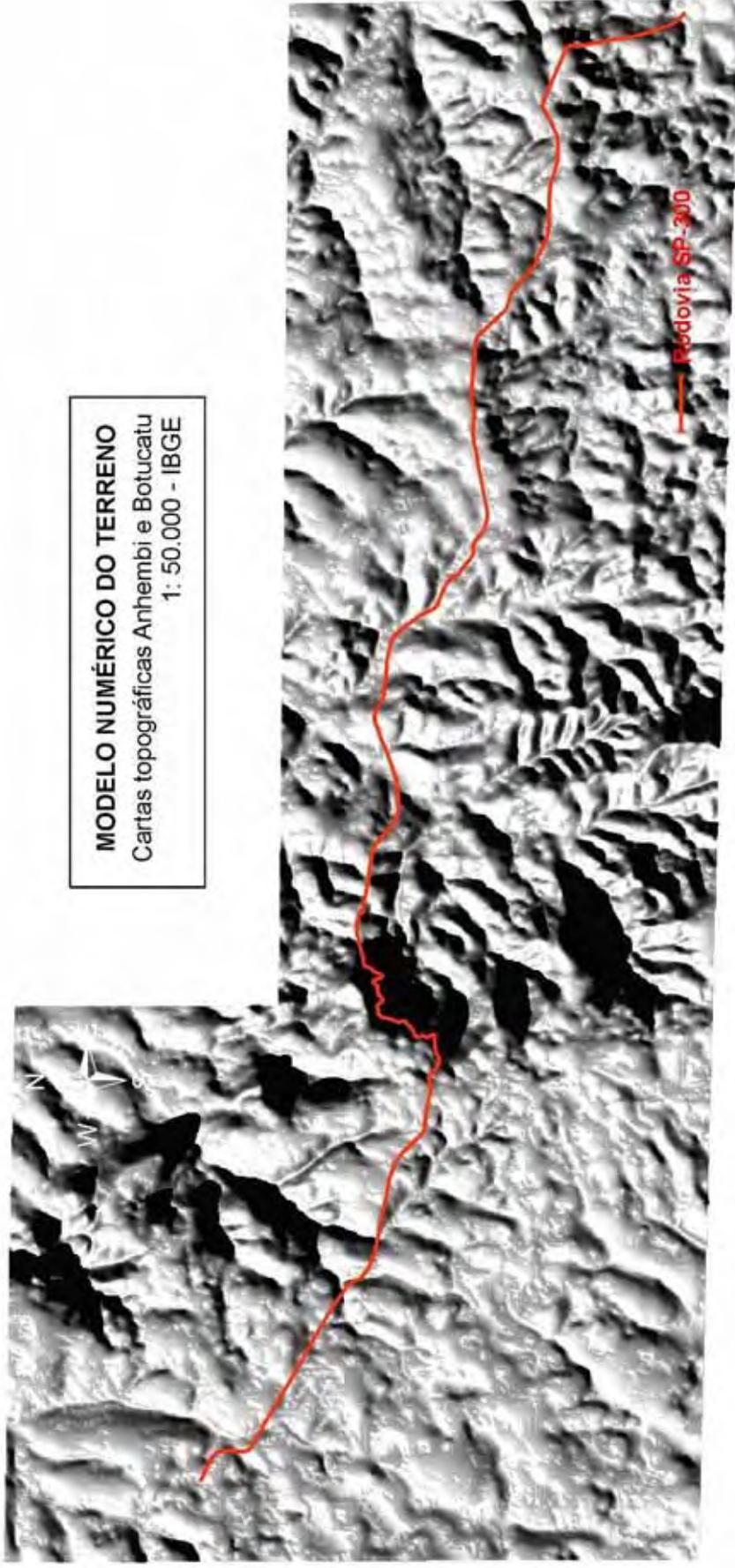


Figura 18. Modelo Numérico do Terreno (MNT). Região de Cuestas Basálticas ressaltada pelo sombreado mais intenso na área. Planalto ocidental destacado pela parte mais alta, à esquerda e Depressão Periférica, à direita da região de Cuestas (limite da figura estipulado pelo mosaico das fotografias aéreas).

5.1. Mapa de Declividade

A declividade da área de estudo foi gerada a partir das informações de elevação do MNT. Foram considerados os intervalos: 0-3%; 3-10%; 10-20% e; >20%, definidos com base em trabalhos anteriores que se basearam no comportamento de processos erosivos, tais como: IPT (1994); SALOMÃO (1994); RIDENTE et al. (1995) e; RIDENTE (2000).

A declividade gerada foi representada em um mapa, na escala 1:50.000, apresentado no Apêndice 1.

5.2. Unidades Fisiográficas Homogêneas

A partir da interpretação das fotografias aéreas, foram delimitadas 05 (cinco) Unidades Fisiográficas Homogêneas, que tiveram seus limites comprovados em campo. As fichas de campo, que apresentam o registro dos pontos amostrados em campo, estão apresentadas no Apêndice 2.

A descrição das Unidades, bem como seu perfil de alteração típico é apresentado a seguir.

5.2.1. Unidade I – Várzeas e fundos de vale

A Unidade I é caracterizada por extensas várzeas (planícies fluviais) e fundos de vale restritos de drenagens menores.

As planícies fluviais variam de 20 a 700m de largura, com declividade entre 0 -3%, formadas por sedimentos Terciários, Quaternários e depósitos de assoreamento Quaternários. Os fundos de vale mais restritos possuem larguras menores e a declividade é semelhante às várzeas, porém a sua formação geológica é mais variada. As características geológicas são semelhantes às várzeas, mas em muitos casos encontram-se no mesmo contexto da formação geológica regional.

Além das semelhanças na declividade e nas características geomórficas, pode ser encontrado nesta Unidade o mesmo tipo de solo: aluvial do tipo Gleissolo de cor cinza variada com intercalação de camadas orgânicas (turfa), com espessura variável.

Os terrenos possuem baixa capacidade de suporte a cargas, sujeitos a recalques e afundamentos na superfície. Em geral, podem ocorrer inundações e enchentes localizadas. Nas margens dos córregos podem ocorrer solapamentos de margem fluvial. Estes processos ocorrem principalmente em locais de retrabalhamento dos terraços fluviais e assoreamentos mais recentes, onde o canal fluvial busca um novo posicionamento devido a uma mudança qualquer imposta em seu regime hídrico. Devido à baixa declividade, também são áreas sujeitas a assoreamento proveniente de processos erosivos nas vertentes da bacia hidrográfica. Estes terrenos possuem muito alta vulnerabilidade a contaminação do aquífero, pois o lençol freático é muito raso ou até mesmo aflorante em alguns casos.

A principal drenagem desta unidade é o Rio Alambari, no centro da área de estudo, com uma extensa planície aluvial e, ocorrem também, outras áreas em fundos de vale mais restritos.

Esta Unidade é caracterizada por solo aluvionar, de coloração predominantemente cinza, com porções superiores mais escuras e por vezes amarelada, indicando assoreamento recente. Podem ocorrer os solos Gleissolos caracterizados por solo mineral imediatamente abaixo do horizonte orgânico e Neossolos Flúvicos que são derivados de sedimentos aluviais com horizonte orgânico assentado sobre rochas alteradas. A textura predominante é arenosa. Existem intercalações de camadas orgânicas de cor preta. A espessura é variável, no entanto predominam solos entre 0,5m e 2m (Figura 19).

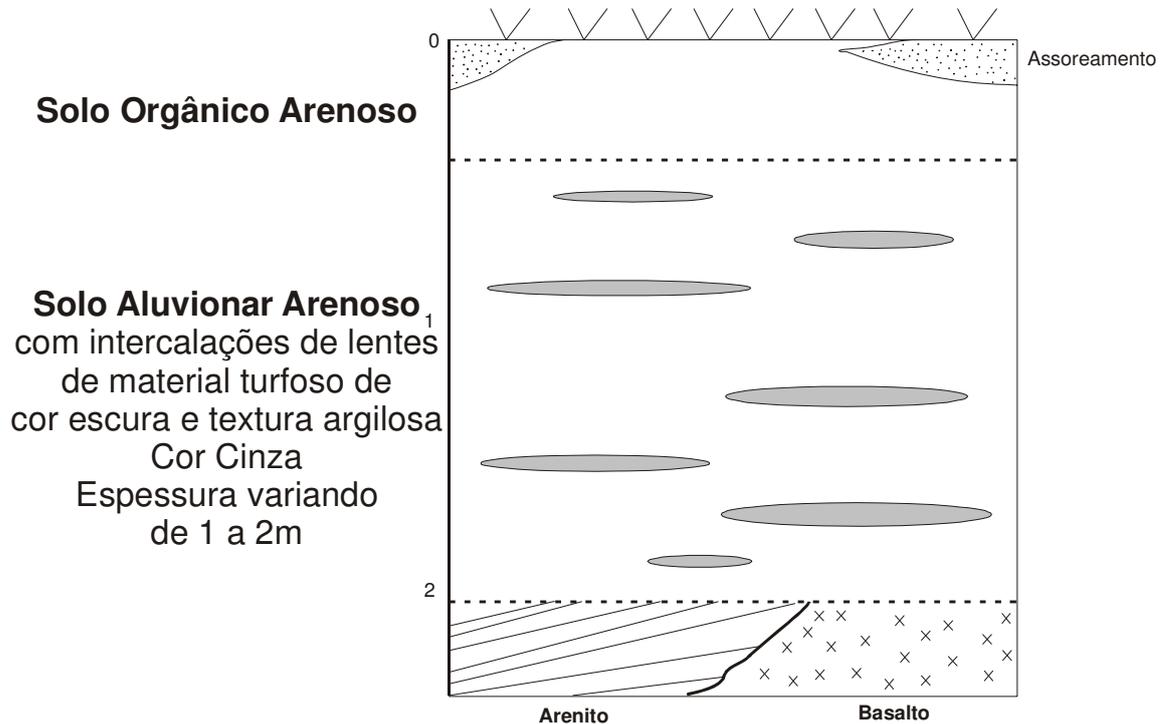


Figura 19. Perfil de alteração típico da Unidade I (Fonte: elaborado pela autora).

5.2.2. Unidade II – Cuesta da Serra de Botucatu

A Unidade II – Cuesta da Serra de Botucatu é definida pelas frentes das escarpas da Serra de Botucatu, feição também conhecida como cuesta e pelo reverso da cuesta onde ocorrem rochas basálticas e pequenas escarpas, apresentando assim, duas Sub-Unidades: IIa e IIb.

As escarpas da Serra de Botucatu caracterizam-se por solo coluvionar, pouco desenvolvido, de textura predominantemente argilosa, com cor escura, que ocorre sobre rochas basálticas, extremamente fraturadas e com grau de intemperismo variado. São solos Neossolos Litólicos assinalados por horizonte orgânico (< 40cm) assentados diretamente sobre a rocha, ou Cambissolos que são constituídos por horizonte composto por material mineral abaixo do horizonte orgânico. A espessura máxima desses solos é de 1 m. Localmente podem ocorrer diferenciações devido à presença de *inter-trap* de arenito ou devido à presença de depósitos de tálus.

No reverso da cuesta, quando o basalto aflora nos fundos de vale, por ser um relevo mais suave, o solo pode evoluir para um Argissolo Vermelho com a formação de um horizonte B textural, argiloso e espessura da ordem de 1 m a 2 m (Figura 20).

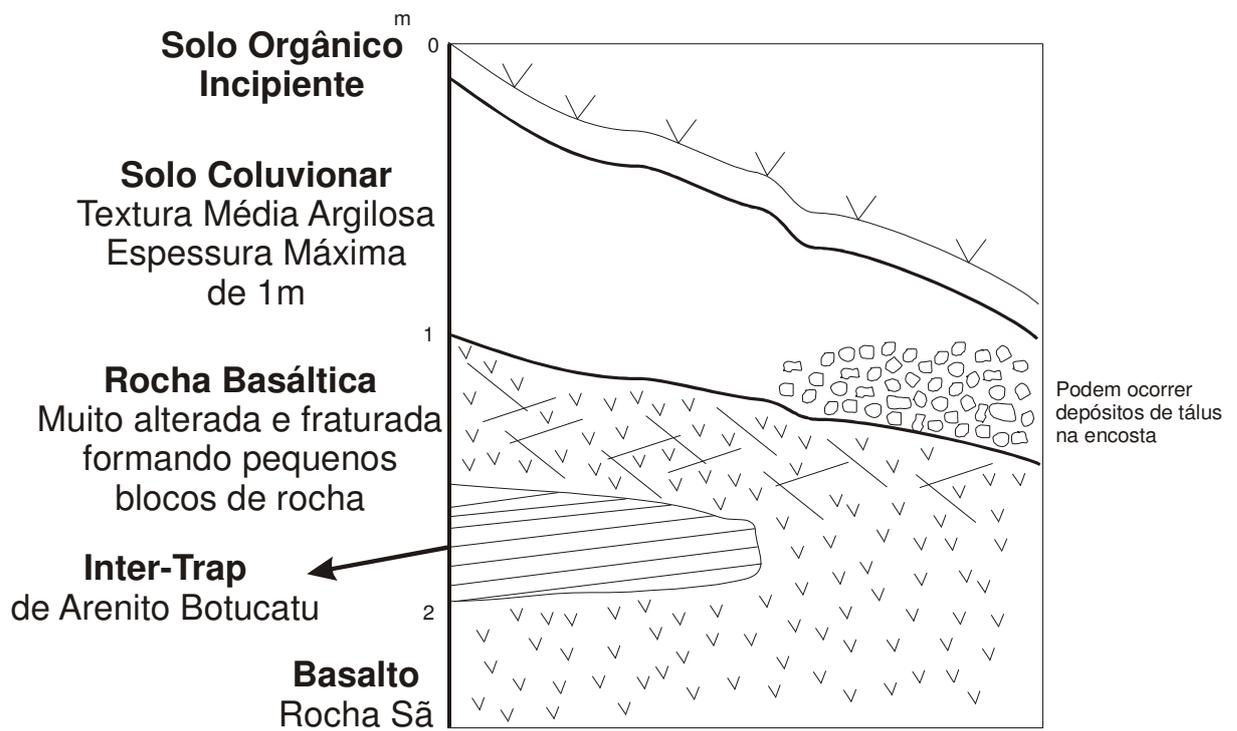


Figura 20. Perfil de alteração típico da Unidade II (Fonte: elaborado pela autora).

A Foto 1 mostra a ocorrência de depósito de tálus nesta Unidade.



Foto 1. Depósito de tálus cobrindo a rocha no talude de corte da rodovia.

5.2.2.1. Sub-Unidade IIa

A escarpa da Serra de Botucatu possui desnível da ordem de 250m e declividade superior a 10%, porém com predomínio de declividades superiores a 20%. Ocorrem rochas ígneas basálticas com pequenas intercalações de arenitos da Formação Botucatu. Os solos são geralmente coluviais, rasos (< 1m) do tipo Nessolo Litólico ou Cambissolo e, localizadamente, podem ocorrer depósitos de tálus.

A erosão ocorre na forma de sulcos e ravinas nas encostas, porém predominam os processos de escorregamento (escorregamento de solo, rolamento de blocos, queda de blocos, deslocamento de blocos e corrida de blocos). Nestes locais a gênese dos processos de erosão e escorregamentos está, por vezes, associada. Existem casos em que o escorregamento de encosta ocorre primeiramente deixando o solo desprotegido e favorecendo a instalação de sulcos ou ravinas. Também, existem casos em que ocorrem sulcos e ravinas com maior intensidade e que o seu aprofundamento leva à geração de escorregamentos nas encostas da serra.

5.2.2.2. Sub-Unidade IIb

No reverso da cuesta formam-se vales com fundos em basalto e os rios correm em direção às escarpas. As declividades dos terrenos são mais suaves e os processos de escorregamentos são pontuais. Os solos são um pouco mais espessos e evoluídos do que os da Sub-Unidade IIa, podendo aparecer os Argissolos Vermelho-Amarelos.

Nestes vales a declividade é mais acentuada quando aparecem os basaltos na sua porção mais profunda. No entanto, predominam as declividades entre 10% e 20%, com pequenos trechos com declividades superiores a 20%.

Formam-se escorregamentos em pontos isolados, nas proximidades de rupturas do relevo onde existem cachoeiras, e em vertentes mais íngremes.

5.2.3. Unidade III – Vertentes íngremes dos arenitos

Formam esta Unidade as vertentes íngremes dos Arenitos das Formações Pirambóia e Botucatu, na Depressão Periférica.

Nestas áreas predominam declividades acima de 20% e o desnível é de cerca de 40m a 150m. Os solos são predominantemente rasos (< 1m), Neossolos Litólicos, com ocorrência de Argissolos Vermelho-Amarelos de textura arenosa em porções mais suaves. São áreas extremamente suscetíveis à erosão, principalmente em cabeceiras de drenagem, onde se formam pequenas manchas de solos Gleissolos.

Nos limites com a Unidade IV, existe um grande potencial de formação de erosão devido à ruptura positiva e mudança brusca do relevo, aumentando a declividade. Podem formar-se principalmente ravinas, além de vários tipos de escorregamentos.

Nas vertentes íngremes dos Arenitos Pirambóia e Botucatu ocorrem perfis com predomínio de solos coluvionares ou mesmo com rochas aflorantes, muito pouco desenvolvidos, pouco espessos (<0,5m), e Neossolos Litólicos, de composição arenosa caracterizado pelo horizonte orgânico assentado diretamente sobre a rocha.

Na base das vertentes onde ocorre a ruptura negativa de relevo, podem desenvolver-se depósitos de tálus e solos coluvionares mais espessos (Figura 21 e Foto 2).

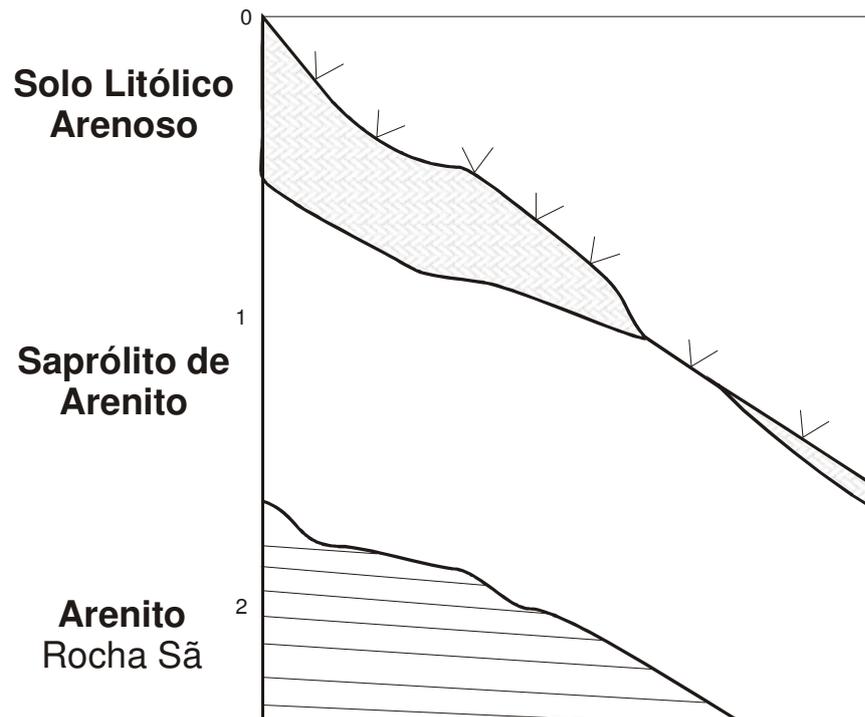


Figura 21. Perfil de alteração típico da Unidade III (Fonte: elaborado pela autora).



Foto 2. Perfil de alteração típico da Unidade III.

5.2.4. Unidade IV – Topos de colinas dos arenitos

Esta Unidade é caracterizada por Arenitos das Formações Pirambóia, Botucatu e de Formações Terciárias em topos de colinas com declividade predominante entre 0-10%.

Encontram-se na região da Depressão Periférica (abaixo da cuesta), onde ocorrem Latossolos Vermelho-Amarelos arenosos e, ocasionalmente, Neossolos Quartzarênicos. Trata-se de solos lateríticos de origem coluvionar, com espessura variando de 2m a 15m. São extremamente suscetíveis à erosão, principalmente nas cabeceiras de drenagem, onde localmente podem ocorrer solos Gleissolos ou Neossolos Flúvicos.

Quando o processo erosivo ocorre, pode atingir grandes proporções devido à textura arenosa do solo e à sua grande espessura. Nos limites com a Unidade III, existe um grande potencial de formação de erosão devido à ruptura positiva e mudança brusca do relevo, aumentando a declividade, principalmente nas cabeceiras de drenagem.

Os solos são predominantemente lateríticos, bem desenvolvidos, com espessura variando entre 2m a 15m, apresentando textura variando de arenosa a areno-argilosa e geralmente são homogêneos em relação à cor e textura, podendo ocorrer solos coluvionares. São formados principalmente por Latossolos Vermelho-Amarelos, mas podem ocorrer também Neossolos Quartzarênico e Argissolos Vermelho-Amarelos. O horizonte superficial orgânico possui espessura de 20cm a 50cm. Estes solos estão dispostos sobre saprolitos das rochas arenosas com grau de intemperismo variado (Figura 22 e Foto 3).

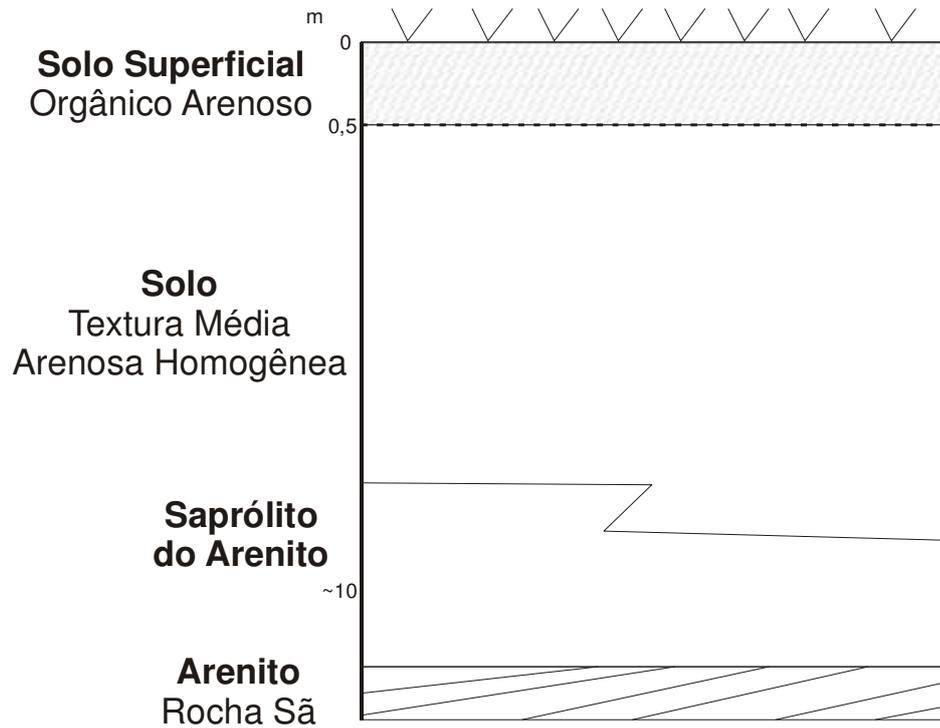


Figura 22. Perfil de alteração típico da Unidade IV (Fonte: elaborado pela autora).



Foto 3. Perfil de alteração típico da Unidade IV.

5.2.5. Unidade V – Arenitos no reverso da cuesta

Arenitos da Formação Marília e de Formações Terciárias em topos de morro com declividade predominante entre 0-20%, caracterizam a Unidade V. No reverso da cuesta formam-se, predominantemente, solos lateríticos do tipo Latossolos Vermelho-Amarelos com textura arenosa-argilosa e com textura argilosa-arenosa. Também ocorrem Latossolos Vermelhos e Argissolos Vermelho-Amarelos.

A espessura desses solos varia de 2 m a 8 m, aproximadamente; sendo mais espessos nos topos das colinas e menos espessos nas suas vertentes. A espessura do solo também é variável em função da espessura do pacote sedimentar sobre o basalto. Existe locais em que a cobertura do basalto é de somente 3m a 4m de rocha arenosa. Esta proximidade das rochas basálticas eleva a presença de argila no solo.

Quando o processo erosivo ocorre, pode atingir grandes proporções devido à textura do solo e à sua grande espessura, que varia de 2m a 8m e ao lençol freático que em alguns locais é bastante raso, cerca de 2m de profundidade. A presença do lençol freático raso deve-se à interferência do basalto que funciona como uma camada impermeável abaixo do arenito. Nas situações em que existe um talude corte da rodovia e o lençol freático é interceptado, criam-se condições favoráveis ao desenvolvimento de processos erosivos.

O perfil de alteração da Unidade V é caracterizado por solos predominantemente lateríticos, bem desenvolvidos, com espessura variando entre 2m a 8m, com textura variando de areno-argilosa a argilo-arenosa e geralmente homogêneo em relação à cor e textura, podendo ocorrer solos coluvionares. A proximidade de contato com o basalto que se encontra a aproximadamente 10 m de profundidade, define o maior teor de argila em relação aos arenitos da Depressão Periférica.

É formado principalmente por solos do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, podendo ocorrer também o Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo. O horizonte superficial orgânico possui espessura que varia de 20 a 50cm. Estes solos estão dispostos sobre saprolitos das rochas arenosas e basálticas com grau de intemperismo variado (Figura 23).

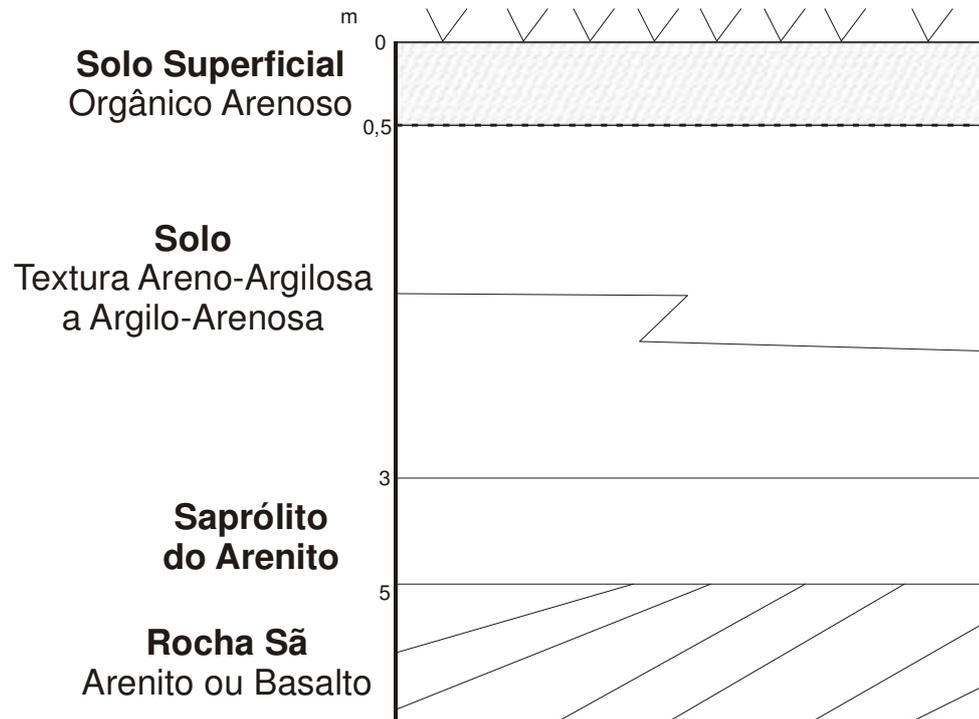


Figura 23. Perfil de alteração típico da Unidade V (Fonte: elaborado pela autora).

A Foto 4 apresenta um ponto de verificação de arenito nesta Unidade.



Foto 4. Ponto de verificação de arenito.

O Quadro 11 apresenta um resumo da descrição física das Unidades compartimentadas na área de estudo.

Quadro 11. Descrição das Unidades Fisiográficas Homogêneas.

UNIDADE		DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DO TERRENO	
I	Várzeas e fundos de vale.	Várzeas, variando de 20 a 700m de largura, com declividade entre 0-3%, e amplitudes de no máximo 1m, formadas por sedimentos, Quaternários e depósitos de assoreamento Quinários. Solo aluvial do tipo Gleissolo de cor cinza com intercalação de camadas orgânicas (turfa), com espessura variável entre 0,5m e 2m. O nível freático encontra-se a uma profundidade média de 0,5m. Baixa capacidade de suporte a cargas. Locais onde podem ocorrer inundações e enchentes localizadas	
II	Cuesta da Serra de Botucatu	A	Escarpa da Serra de Botucatu, com amplitude da ordem de 250m e declividade superior a 10%, porém com predomínio de declividades superiores a 20%. Presença de rochas ígneas basálticas com pequenas intercalações de arenitos da Formação Botucatu. Os solos são geralmente coluvionares, rasos (< 1m) do tipo Neossolo Litólico ou Câmbissolo. Ocorrem localizadamente depósitos de tálus. O nível freático encontra-se a uma profundidade média de 0,5m.
		B	No reverso da Cuesta, quando os basaltos aparecem em relevos mais suaves, com declividades acima de 10%, porém com amplitude da ordem de 20m. Aparece o Argissolo Vermelho que é mais espesso (1 m a 2 m). O nível freático encontra-se a uma profundidade média de 1 m. Os locais com declividades mais acentuadas são restritos a alguns trechos de vertentes e a cachoeiras no talvegue das drenagens. Os escorregamentos mais comuns são queda de blocos e de rocha.
III	Vertentes íngremes dos arenitos	Áreas formadas pelas escarpas internas dos arenitos Pirambóia e Botucatu onde a declividade predominante é acima de 20% e amplitude é de cerca de 60m. Os solos predominantemente são rasos (< 1m) Neossolos Litólicos com ocorrência de Argissolos Vermelho-Amarelos de textura arenosa e Cambissolos. São áreas extremamente suscetíveis à erosão, principalmente em cabeceiras de drenagem, onde se formam pequenas manchas de Gleissolos. O nível freático encontra-se a uma profundidade média de 0,5m. Nos limites com a Unidade IV, existe um grande potencial de formação de erosão devido à ruptura positiva e mudança brusca do relevo, aumentando a declividade.	
IV	Topos de colinas dos arenitos.	Arenitos em topo de colina com declividade predominante entre 0-10%, com amplitude de 30m. Onde existem os arenitos Pirambóia, Botucatu e depósitos Terciários na Depressão Periférica e arenitos Marília e depósitos Terciários no reverso da cuesta. Ocorrem Latossolos Vermelho-Amarelo arenosos e ocasionalmente Neossolos Quartzarênicos. Tratam-se de solos Lateríticos ou de origem coluvionar com espessura variando de 2m a 15m. O nível freático encontra-se a uma profundidade média de 10 m, geralmente quando aflora o saprolito. São extremamente suscetíveis à erosão, principalmente nas cabeceiras de drenagem, onde localmente podem ocorrer Gleissolos. Quando o processo erosivo ocorre, pode atingir grandes proporções devido à textura arenosa do solo e à sua grande espessura. Nos limites com a Unidade III, existe um grande potencial de formação de erosão devido à ruptura positiva e mudança brusca do relevo, aumentando a declividade e formação de solo do tipo Gleissolo.	
V	Arenitos no reverso da cuesta	Arenitos Marília e Terciários em topo e vertentes de colinas com declividade predominante entre 0-10%, amplitude de 30m, no reverso da cuesta. Formam-se, predominantemente, Latossolos Vermelho-Amarelo com textura arenosa-argilosa a argilosa-arenosa e ocasionalmente, Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo, sendo que a textura pode variar até argilo-arenosa. A espessura desses solos varia entre 2 m e 8 m, e sofre grande influência em relação a espessura por conta do contato inferior com o basalto. O nível freático encontra-se a uma profundidade média de 2 a 3 m, geralmente no contato com o saprolito ou com o basalto.	

(Fonte: RIDENTE JR., 2008 no prelo).

5.3. Mapeamento dos processos da dinâmica superficial

O mapeamento da ocorrência dos processos da dinâmica superficial na área de estudo foi realizado para embasar a definição dos critérios de suscetibilidade da carta geotécnica. Foram mapeados os seguintes processos: erosão (*piping* – colapso / sulcos / ravinas / boçorocas); assoreamento; escorregamento (de solo); queda de blocos (rolamento / tombamento / corrida); solapamento; rastejo e; enchente (inundação).

O objetivo do levantamento nas fotografias aéreas foi identificar, principalmente, feições erosivas de grande porte, facilmente visíveis nas fotos através das reentrâncias no terreno causadas por ravinas ou boçorocas, mesmo que não estivessem ativas (RIDENTE JR., 2000).

Alguns indícios de movimentos de massa puderam também ser reconhecidos nas fotos, através de cicatrizes deixadas nas encostas por escorregamentos de solo e de rocha. O mapeamento conclusivo e a comprovação das feições interpretadas nas fotos foram realizados no levantamento de campo.

Foram interpretadas 63 (sessenta e três) feições de erosão, das quais 27 (vinte e sete) estão relacionadas à rodovia; 01 (um) solapamento; 03 (três) evidências de rastejo; 07 (sete) quedas, que incluem rolamento e tombamento; 07 (sete) escorregamentos; 02 (dois) depósitos de assoreamento e; 01 ocorrência de enchente, totalizando 84 processos deflagrados nos aproximados 70 km² da área de estudo. A compilação das ocorrências destes processos é apresentada na Tabela 1 e no Gráfico 1.

Tabela 1. Quantidade de ocorrências observadas na área de estudo.

PROCESSO	QUANTIDADE DE OCORRÊNCIAS
Erosão	63
Solapamento	01
Rastejo	03
Queda de Blocos	07
Escorregamento	07
Assoreamento	02
Enchente	01
TOTAL	84

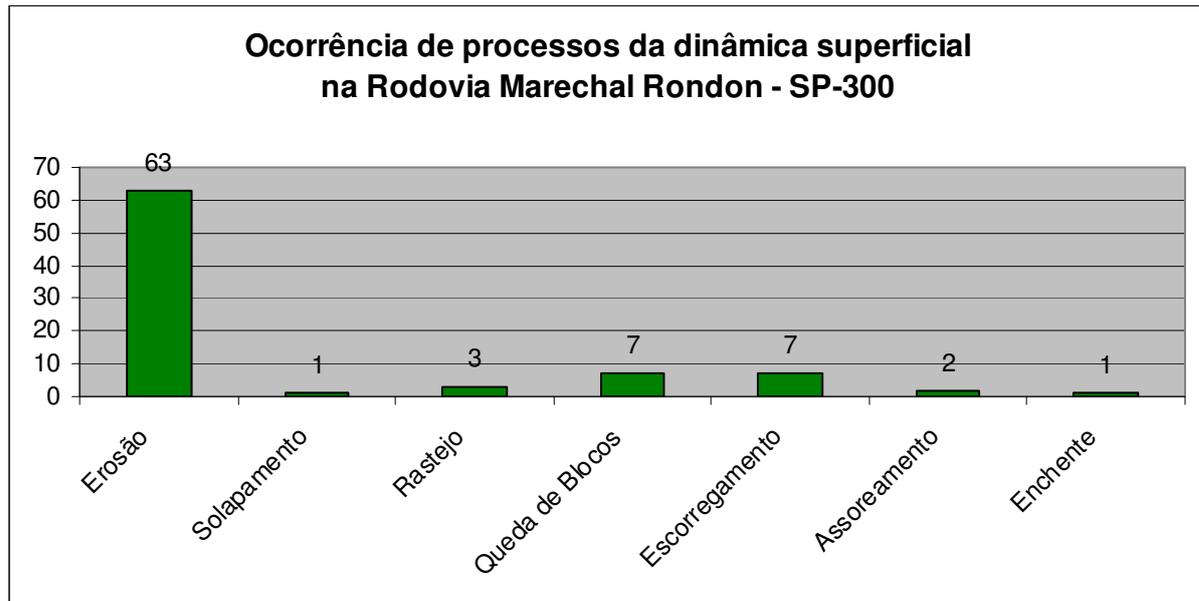


Gráfico 1. Ocorrência de processos da dinâmica superficial na Rodovia Marechal Rondon.

A partir destes dados foi possível analisar que 76% das ocorrências de processos deflagrados na Rodovia Marechal Rondon foram processos erosivos, seguidos pelas quedas de blocos e escorregamentos (8% das ocorrências), rastejos (4%), assoreamentos (2%), enchentes (1%) e solapamentos, tipo específico de erosão, (1%). O Gráfico 2, abaixo, mostra a distribuição percentual dos processos da dinâmica superficial conforme ocorrências.

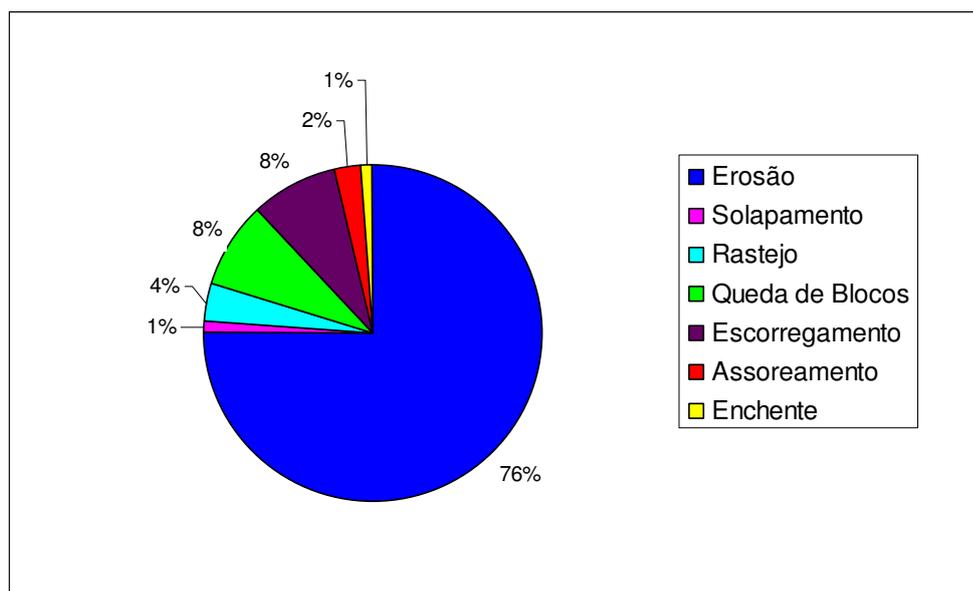


Gráfico 2. Porcentagem de ocorrência dos processos da dinâmica superficial na Rodovia Marechal Rondon.

Embora a erosão tenha sido o principal processo deflagrado na área, o assoreamento, consequência principal da erosão, teve poucas ocorrências no mapeamento (apenas 2% do total). Este acontecimento se deve ao fato de que a maioria dos depósitos de assoreamento localizaram-se fora dos limites da área de estudo, não tendo entrado no mapeamento realizado.

5.4. *Uso do Solo*

As classes de uso e ocupação do solo, estabelecidas através de fotointerpretação, foram definidas em: área urbana; matas; agricultura/silvicultura e; pastagem. A diferenciação entre agricultura/silvicultura e pastagem foi baseada na presença de parcelamento de solo para a agricultura e inexistência desta feição para pastagem. As matas e a área urbana são detectadas facilmente na escala de análise utilizada, vez que as matas apresentam dossel heterogêneo e a área urbana apresenta coloração cinza e divisão em lotes.

A área ocupada por cada tipo de uso foi apresentada no Gráfico 3. A área urbana foi calculada em 5,93 km², as matas em 13,46 km², a agricultura/silvicultura em 15,48 km², e a pastagem em 34,75 km².

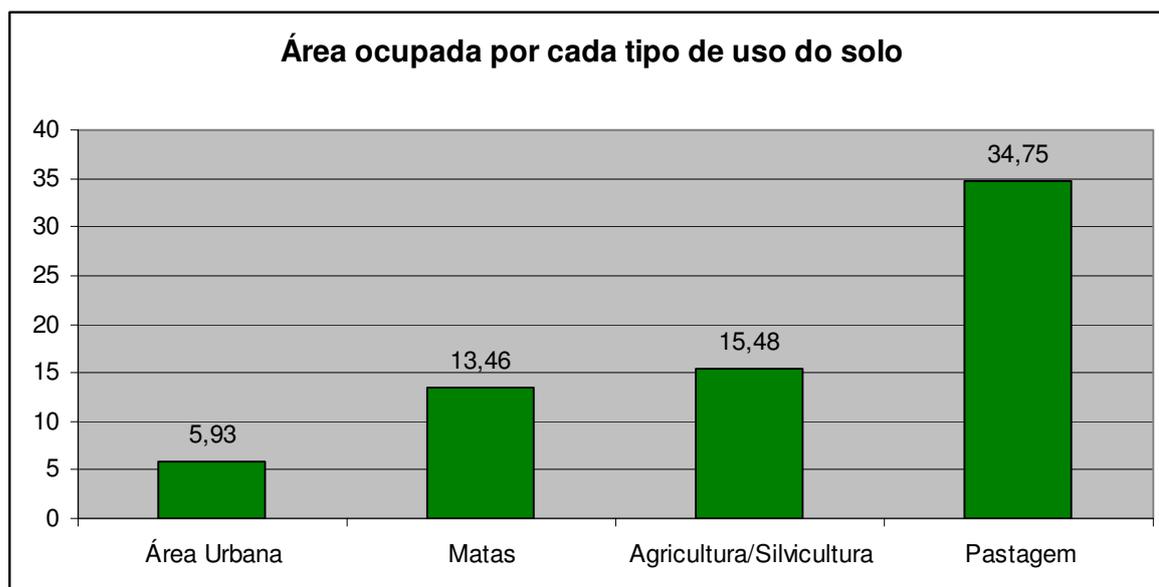


Gráfico 3. Área ocupada por cada tipo de uso do solo.

Estes dados representaram 50% da ocupação da área de estudo por pastagem, 22% por agricultura, 19% por matas e 9% pela área urbana de Botucatu, conforme Gráfico 4.

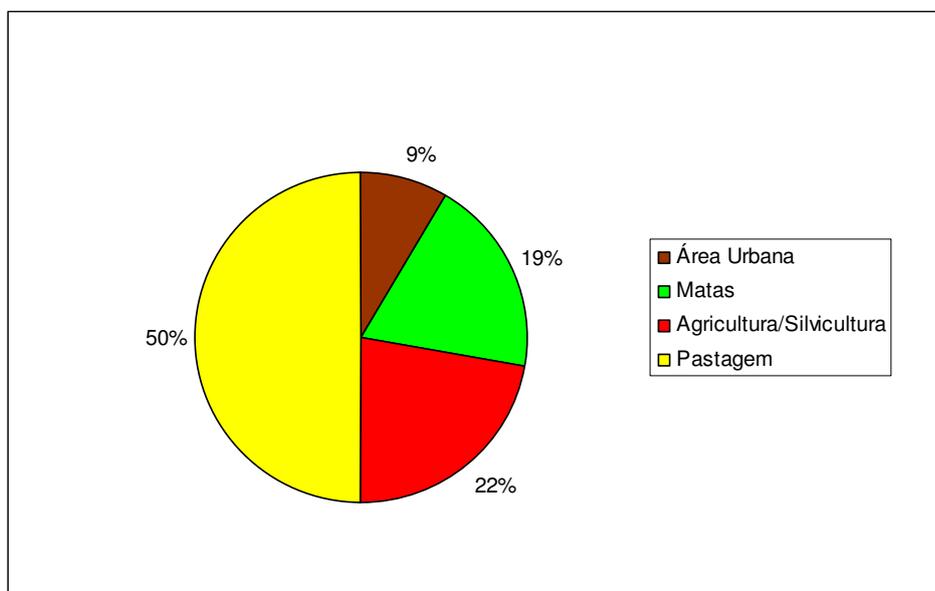


Gráfico 4. Porcentagem da área ocupada por cada tipo de uso do solo.

Estes valores indicam que a área está fortemente antropizada, onde menos de um terço da área total ainda possui cobertura vegetal significativa, representada principalmente por fragmentos florestais em diferentes estágios de regeneração e sem conexão entre si.

5.5. Carta Geotécnica de Suscetibilidade aos Processos da dinâmica superficial

A suscetibilidade à ocorrência de processos da dinâmica superficial na área de estudo foi fundamentada na divisão da área nas cinco Unidades Fisiográficas Homogêneas, referentes a comportamentos geotécnicos homogêneos. Na integração das informações para a elaboração da Carta Geotécnica de Suscetibilidade aos Processos da dinâmica superficial, apresentada no Apêndice 3, foram realizadas análises de inter-relação aos pares, isto é, os conjuntos de dados foram inter-relacionados dois a dois.

A Tabela 2 apresenta a quantidade de tipos de processos deflagrados relacionados a cada Unidade Fisiográfica Homogênea; sua distribuição pode ser visualizada no Gráfico 5.

Tabela 2. Relação dos processos encontrados em cada Unidade Fisiográfica Homogênea.

UNIDADE	Erosão	Solapamento	Rastejo	Queda de Blocos	Escorregamento	Assoreamento	Enchente	TOTAL
I – Várzeas e fundos e vale	04	01	-	-	-	-	01	06
II – Cuesta da Serra de Botucatu	IIa	09	-	02	06	07	-	24
	IIb	-	-	-	-	-	-	0
III – Vertentes íngremes dos arenitos	33	-	01	01	-	02	-	37
IV – Topos de colinas dos arenitos	17	-	-	-	-	-	-	17
V – Arenitos no reverso da cuesta	-	-	-	-	-	-	-	0
TOTAL	63	01	03	07	07	02	01	84

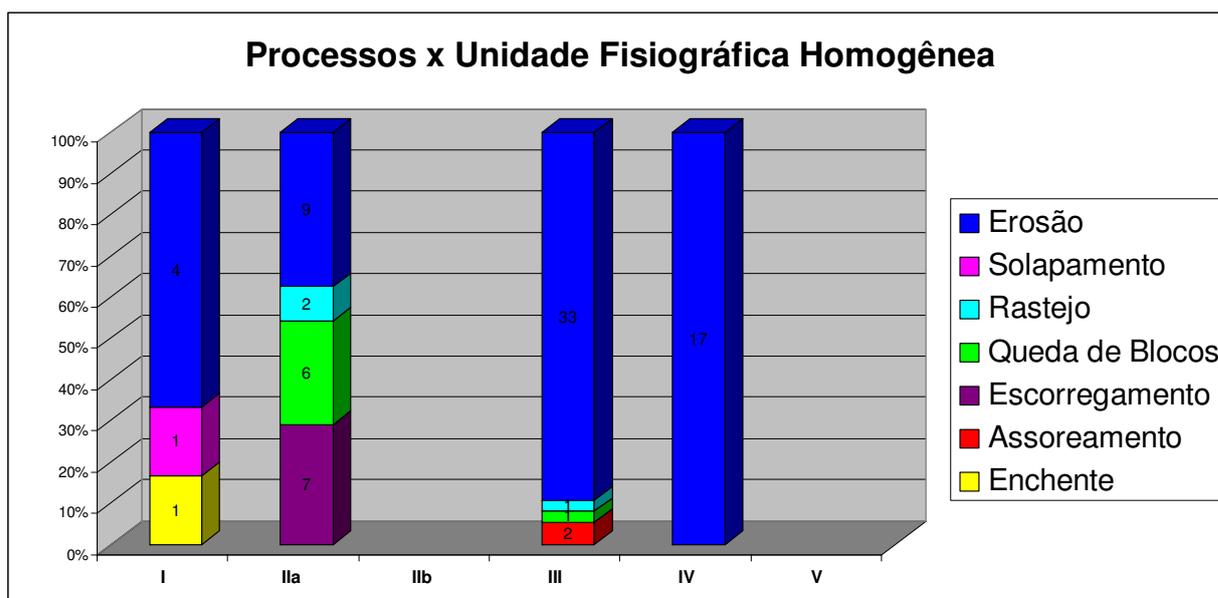


Gráfico 5. Distribuição dos processos da dinâmica superficial em cada Unidade.

Nota-se, através da análise da Tabela 2 e do Gráfico 4 que a maior incidência de processos encontrados foi de erosão, em todas as unidades compartimentadas. A Unidade I apresentou 04 casos de erosão, 01 de solapamento e 01 de enchente. A Ila apresentou 09 erosões, 07 escorregamentos e 06 quedas de blocos rochosos. A III apresentou 33 erosões, 02 assoreamentos, 01 rastejo e 01 queda de blocos. A IV, 17 erosões. E as Unidades Iib e V não apresentaram processos identificáveis nas fotografias aéreas e no trabalho de campo.

Os escorregamentos concentraram-se na Sub-Unidade Ila, enquanto os solapamentos e as enchentes ocorreram somente na Unidade I. A Unidade V só apresentou erosões e os assoreamentos concentram-se na Unidade III.

O Somatório da quantidade dos processos deflagrados em cada Unidade é apresentada pelo Gráfico 6.

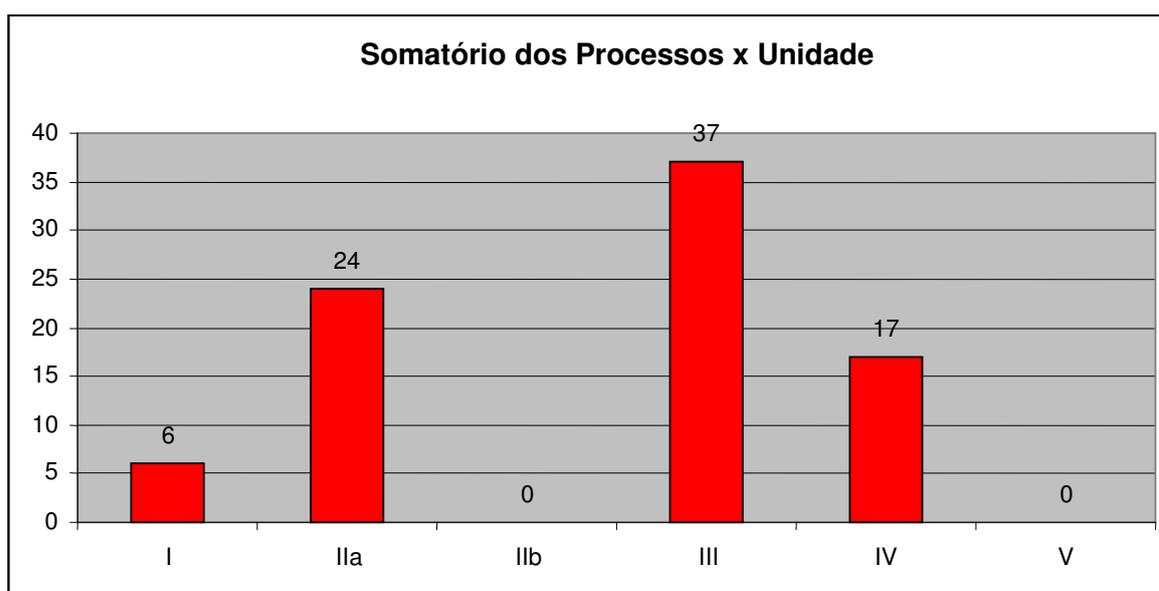


Gráfico 6. Quantidade total de processos deflagrados em cada unidade.

Este gráfico mostra que a maior quantidade de processos observados na área se concentrou na Unidade III – escarpas internas nos arenitos, área com predominância de declividades acima de 20% e com desnível de cerca de 40 a 150m, extremamente suscetível a erosão, principalmente nas cabeceiras de drenagem e nas áreas de ruptura positiva do relevo. Formaram-se principalmente erosões e foram mapeados 02 depósitos de assoreamento nesta unidade.

Na seqüência, a Sub-Unidade IIa – escarpas na Serra de Botucatu foi a que mais apresentou processos da dinâmica superficial. Nesta unidade, a erosão ocorreu na forma de sulcos e ravinas nas encostas e, em relações às outras unidades, predominaram os processos de escorregamento (de solo) e queda de blocos (rolamento, queda, deslocamento e corrida de blocos), como pode ser observado na Tabela 2 e no Gráfico 7.

Nesta Unidade, a gênese dos processos de erosão e escorregamentos está, por vezes, conjugada. Existem casos em que o escorregamento de encosta ocorre primeiro, deixando o solo desprotegido, favorecendo a instalação de processos erosivos (sulcos e ravinas). Ou o contrário: as feições erosivas surgem antes e de acordo com sua profundidade, levam à geração de escorregamentos nas encostas da serra.

A Unidade IV - topos de colinas nos arenitos, apresentou 17 processos no total, todos relacionados à erosão. Os solos desta unidade são extremamente suscetíveis a este processo, principalmente nas cabeceiras de drenagem.

O processo erosivo na Unidade IV pode atingir grandes proporções devido à textura arenosa do solo e à sua grande espessura, além das rupturas positivas e mudanças bruscas do relevo.

A Unidade I – várzeas e fundos de vale – apresentou 06 registros de erosão (04 feições e 01 solapamento) e 01 de enchente/inundação (localizado na área urbana). Nos terrenos deste tipo de compartimento geomorfológico, em geral, ocorrem inundações e enchentes localizadas, por normalmente se tratarem do nível de base da bacia de contribuição da região.

O solapamento nesta unidade ocorreu na margem fluvial do córrego, naturalmente, por retrabalhamento do terraço fluvial. As águas do canal fluvial, buscando um novo direcionamento devido a uma mudança qualquer imposta em seu regime hídrico, erodiram os taludes do canal, causando o solapamento das margens.

Na Sub-Unidade IIb – interior das escarpas na Serra de Botucatu – e na Unidade V – arenitos no reverso da cuesta não foi observada ocorrência de processos da dinâmica superficial. A Sub-Unidade IIb possui solos mais espessos e evoluídos, argilosos, além de declividades mais baixas. A Unidade V apresenta também solos mais argilosos, menos propícios ao desenvolvimento de processos da dinâmica superficial, principalmente os erosivos.

Além da relação dos processos com as Unidades Fisiográficas Homogêneas, foi realizada também relação destes com o uso do solo, conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3. Relação dos processos encontrados em cada categoria de uso do solo.

USO DO SOLO	Erosão	Solapamento	Rastejo	Queda de Blocos	Escorregamento	Assoreamento	Enchente	TOTAL
Área Urbana	-	-	-	-	-	-	01	01
Matas	05	-	02	04	04	-	-	15
Agricultura/ Silvicultura	12	-	-	-	01	-	-	13
Pastagem	46	01	01	03	02	02	-	55
TOTAL	63	01	03	07	07	02	01	84

A distribuição dos processos nas categorias de uso do solo é apresentada no Gráfico 7.

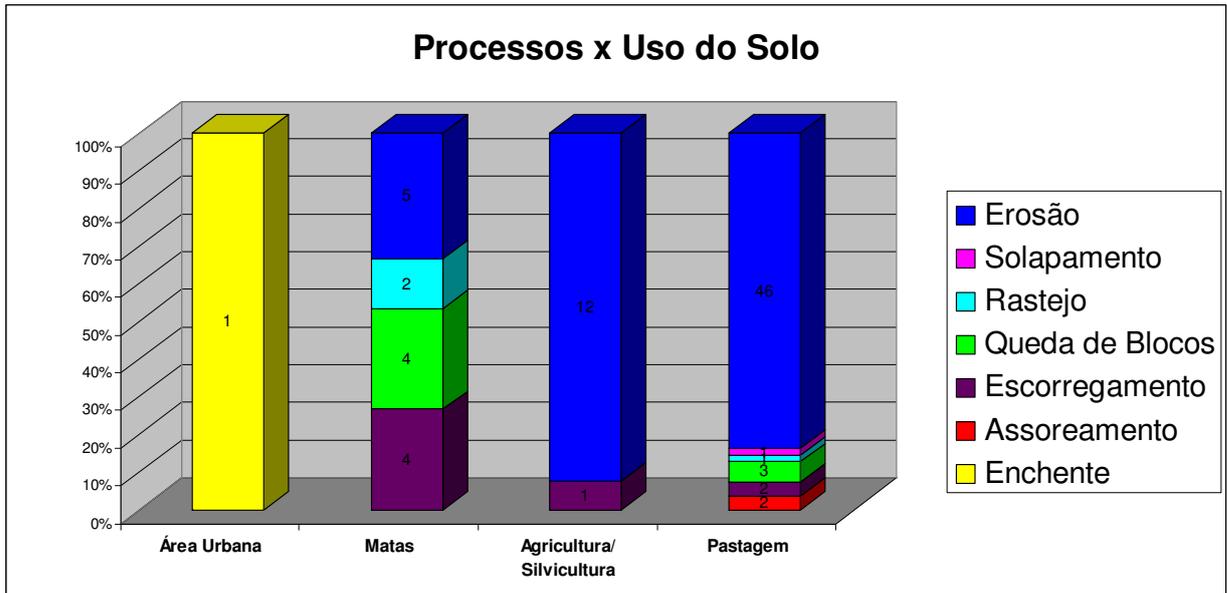


Gráfico 7. Distribuição dos processos da dinâmica superficial em cada tipo de uso do solo.

O Gráfico 8 traz as informações sobre a totalização dos processos por categoria de uso do solo.

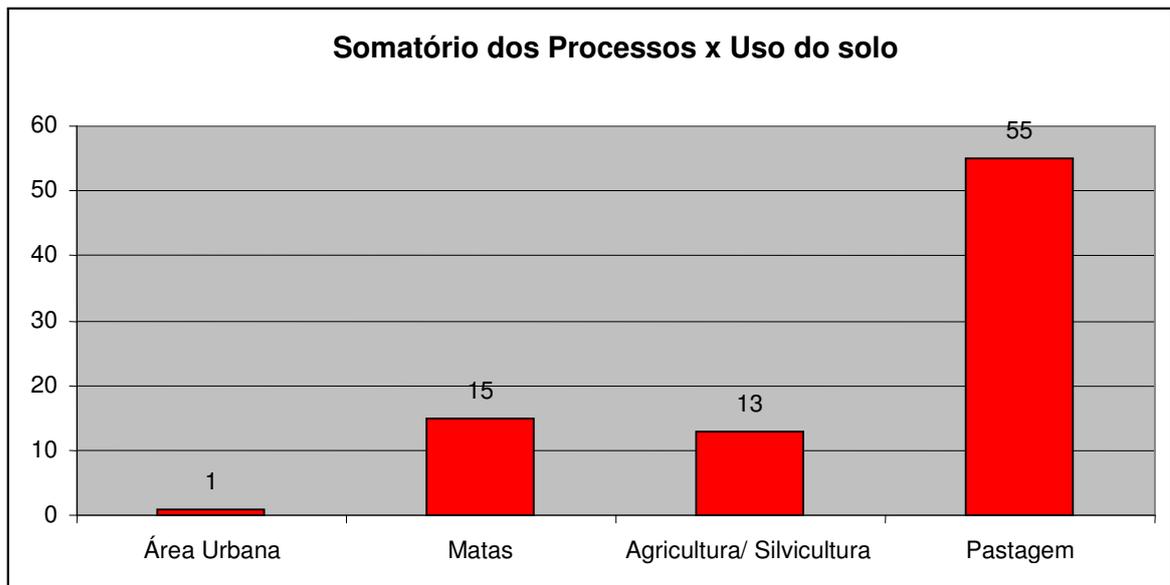


Gráfico 8. Quantidade total de processos deflagrados em cada tipo de solo.

Através da análise da Tabela 3 e dos Gráficos 6 e 7, pôde-se observar que a pastagem é o tipo de uso onde mais se observaram processos deflagrados: 55

ocorrências, ou seja, 66% da totalidade dos processos, das quais, 46 foram erosões, 01 solapamento, 01 rastejo, 03 quedas de blocos, 02 escorregamentos e 02 assoreamentos.

Nas matas, por sua vez, foram mapeados 15 processos (18% do total): 05 erosões; 02 rastejos; 04 quedas de blocos e; 04 escorregamentos. Na agricultura/silvicultura, 13 (15%): 12 erosões e 01 escorregamento. E na área urbana, 01 processo (1%): enchente.

A pastagem apresenta mais processos devido ao desmatamento efetuado para utilização da área para este fim, ao pisoteio do gado e à falta de técnicas de conservação do solo exposto e das áreas frágeis, tais como cabeceiras de drenagem e cursos d'água.

As matas apresentaram maior quantidade de processos que a agricultura/silvicultura, devido à natureza destes. Os processos identificados na categoria "matas" foram principalmente os relacionados a movimentos de massa (rastejo, escorregamento e queda), encontrados nos taludes de corte da Rodovia Marechal Rondon na região das Cuestas. Estes processos foram enquadrados nesta categoria de uso do solo devido à escala de mapeamento realizado, onde a rodovia aparece encoberta pelo dossel da floresta, delimitando uma só categoria de uso do solo.

Na agricultura/silvicultura foram observados principalmente processos erosivos. Este fato ocorre porque as áreas agrícolas normalmente realizam manejo excessivo do solo sem a utilização de técnicas adequadas de conservação, através de implantação de sistemas de drenagem superficial, representadas neste caso, pelo disciplinamento das águas pluviais.

O processo de enchente observado na área urbana foi devido à impermeabilização do solo realizada durante o desenvolvimento da cidade.

O Quadro 12 apresenta os principais problemas e a indução a processos da dinâmica superficial, relacionados às diferentes categorias de uso e ocupação do solo analisadas.

Quadro 12. Principais problemas ocasionados pela intervenção humana nas diferentes categorias de uso do solo.

Categorias de Uso	Intervenção Antrópica	Problemas	Indução ao processo
Matas	Desmatamento	Erosão e assoreamento	Alta
Agricultura	Desmatamento, manejo, uso excessivo de fertilizantes e pesticidas.	Erosão, poluição dos recursos hídricos.	Médio – cultura perene Alto – cultura temporária
Área urbana	Desmatamento, Impermeabilização do solo	Alagamento e inundação nas áreas consolidadas (escoamento superficial mais rápido, concentração das águas e estrangulamento de sistemas de drenagens); nas áreas em consolidação: erosão na fase de instalação de loteamentos, pela exposição do solo, assoreamento das drenagens devido ao lançamento de resíduos urbanos (lixo, entulho etc.), inundação/enchente, além de problemas de saneamento; nas áreas parceladas os problemas ocorrentes podem ser os mesmos citados anteriormente, porém mais intensos; no sistema viário, diversos processos, como erosão, recalque etc.	Médio – área consolidada Muito Alto – área urbana em consolidação, área parcelada, movimento de terra, loteamento projetado.
Pastagem	Desmatamento, pisoteio do gado.	Sulcos erosivos, erosões de grande porte em cabeceiras de drenagem.	Médio

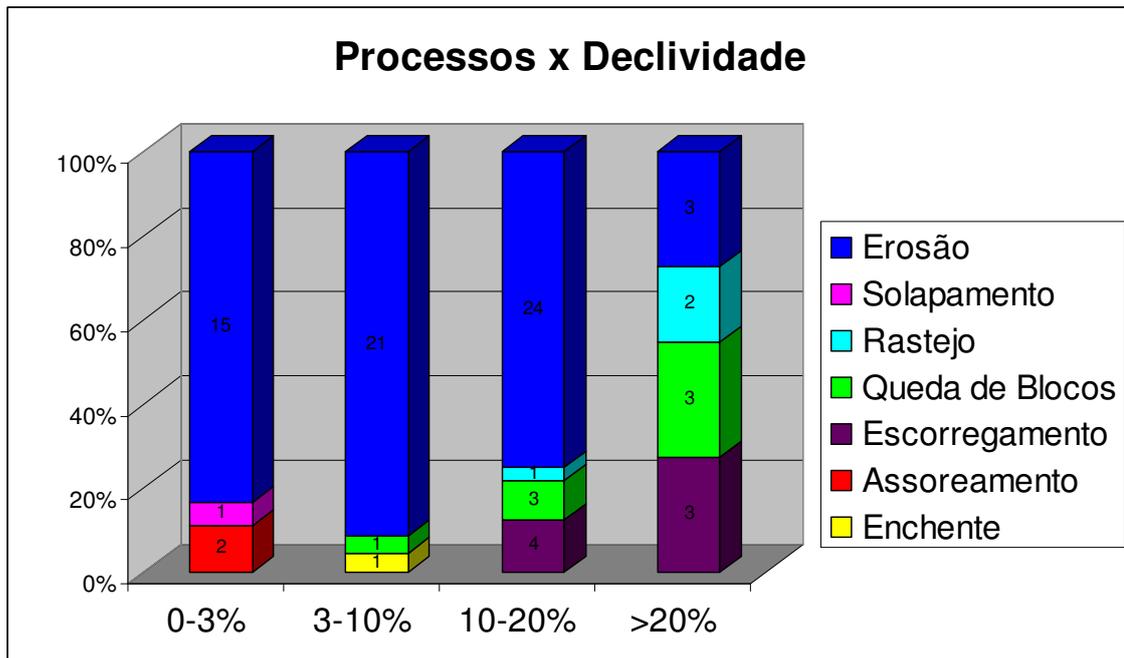
(Fonte: modificado de RIDENTE JR., 2000).

A declividade foi o parâmetro balizador da suscetibilidade, principalmente referente aos movimentos de massa (escorregamentos, quedas e colapsos), que tendem a ocorrer em regiões de maior declividade.

A Tabela 4 e o Gráfico 9 apresentam a relação e distribuição dos processos nas diferentes classes de declividade consideradas. A totalização dos processos mapeados em cada classe é apresentada no Gráfico 10.

Tabela 4. Relação dos processos encontrados em cada classe de declividade.

DECLIVIDADE	Erosão	Solapamento	Rastejo	Queda de Blocos	Escorregamento	Assoreamento	Enchente	TOTAL
0-3%	15	01	-	-	-	02	-	18
3-10%	21	-	-	01	-	-	01	23
10-20%	24	-	01	03	04	-	-	32
> 20%	03	-	02	03	03	-	-	11
TOTAL	63	01	03	07	07	02	01	84

**Gráfico 9.** Distribuição dos processos da dinâmica superficial nas classes de declividade.

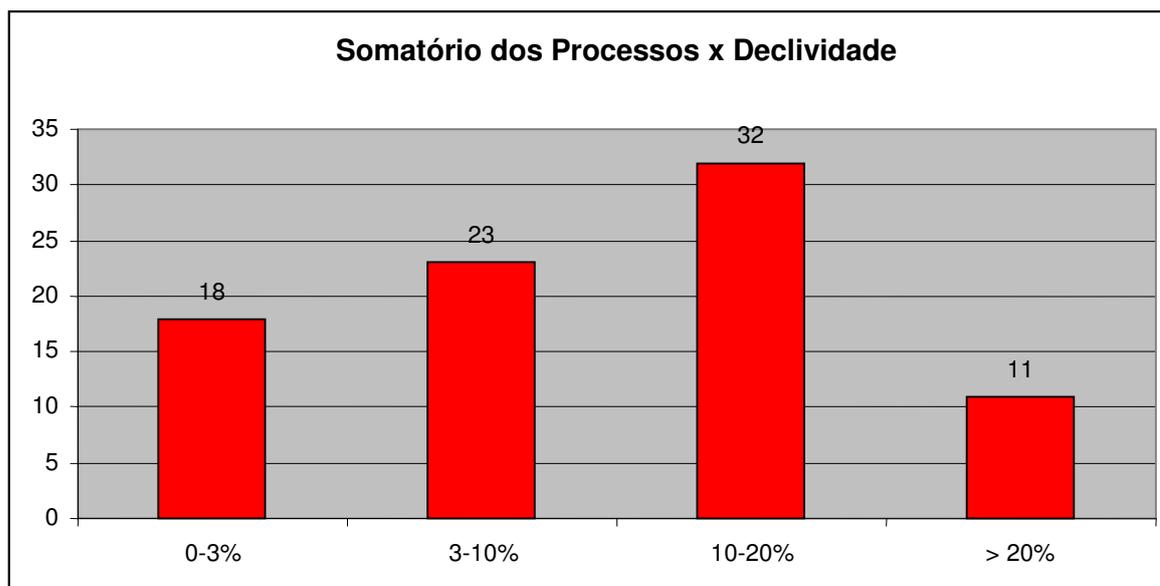


Gráfico 10. Quantidade total de processos deflagrados em cada classe de declividade.

No intervalo 0-3% foram mapeados 18 processos (21% do total): 15 erosões; 01 solapamento e; 02 assoreamentos. Este intervalo refere-se a regiões de relevo mais suave, onde ocorrem planícies fluviais ou topos de colinas. Nas planícies fluviais predominam solos aluvionares, onde ocorrem solapamento e assoreamento. Nos topos de colinas, os solos são mais espessos e homogêneos, geralmente lateríticos, onde se formaram os processos erosivos nas cabeceiras de drenagem de 1ª ordem.

Entre 3-10% foram identificados 23 processos (27% do total): 21 erosões; 01 queda de blocos e; 01 enchente. Este intervalo é caracterizado pelas vertentes de colinas, com solos espessos e homogêneos, por vezes lateríticos ou coluvionares, onde também se formaram, principalmente, os processos erosivos nas cabeceiras de drenagem de 1ª ordem.

Na classe de declividade de 10-20% foi onde ocorreu o maior número de processos: 39% da totalidade de ocorrências, das quais: 24 foram erosões; 01 rastejo; 03 quedas de blocos e; 04 escorregamentos. Neste intervalo predominam os solos lateríticos ou coluvionares, do tipo Argissolo, onde existe um horizonte B com nível de argila mais pronunciado. Nestes locais, formaram-se principalmente, os processos de ravinamento mais intensos.

Acima de 20% foram observados 11 processos (13% do total): 03 erosões; 02 rastejos; 03 quedas e; 03 escorregamentos. Nestas declividades, ocorrem solos

pouco desenvolvidos, de origem coluvionar, pouco espessos e, por vezes, intercalados com depósitos de tálus, nas quais os processos predominantes foram os de movimentos gravitacionais de massa.

Da relação da declividade com os processos deflagrados, percebe-se que os processos erosivos (sulcos, ravinas, boçorocas, solapamentos) concentram-se nas regiões de menor declividade, enquanto que os movimentos de massa (escorregamentos, queda de blocos, rastejo) concentram-se nas áreas de maiores declividades. Este fato pode ser comprovado na classe de declividade $> 20\%$, que apesar de ter sido a classe com menor ocorrência de processos, foi a que concentrou a maior parte dos movimentos de massa.

Através da inter-relação de todos estes dados coletados e apresentados acima, foi elaborada a Carta Geotécnica de Suscetibilidade aos Processos da dinâmica superficial, na escala 1:50.000 (Apêndice 3).

Foram definidas 4 classes de suscetibilidade: baixa; média; alta e; muito alta, para os principais processos que podem ser deflagrados em cada unidade de análise, conforme apresenta a Tabela 5.

Tabela 5. Suscetibilidade aos principais processos da dinâmica superficial.

UNIDADE	DECLIVIDADE PREDOMINANTE	PROCESSOS MAPEADOS		SUSCETIBILIDADE
		Qte.	Tipo	
I Várzeas e fundos de vale	0-3%	04	EROSÃO	ALTA
		01	SOLAPAMENTO	MUITO ALTA
		01	ENCHENTE	MUITO ALTA
		-	ASSOREAMENTO	MUITO ALTA
II Cuesta da Serra de Botucatu	IIa >20%	09	EROSÃO	ALTA
		07	ESCORREGAMENTO	MUITO ALTA
		06	QUEDA	MUITO ALTA
		02	RASTEJO	ALTA
	IIb 10-20%	-	ESCORREGAMENTO	ALTA
		-	EROSÃO	BAIXA
III Vertentes íngremes dos arenitos	10-20%	33	EROSÃO	MUITO ALTA
		02	ASSOREAMENTO	MÉDIA
		01	QUEDA	MÉDIA
		01	RASTEJO	MÉDIA
		-	ESCORREGAMENTO	MUITO ALTA
IV Topos de colinas dos arenitos	0-10%	17	EROSÃO	MUITO ALTA
V Arenitos no reverso da cuesta	0-20%	-	EROSÃO	MÉDIA

5.5.1. Recomendações

Definida a suscetibilidade para diferentes tipos de processos nas diferentes Unidades Fisiográficas Homogêneas, propõem-se as seguintes recomendações:

✓ **Unidade I – Várzeas e fundos de vale**

Nesta Unidade deve-se ter cuidados especiais na execução dos sistemas de drenagem superficial e profundo, devido à alta capacidade de saturação do terreno. Recomenda-se a proteção superficial vegetal dos taludes de corte e aterro e recomposição da mata ciliar nos cursos d'água, para evitar os solapamentos.

✓ **Unidade II – Cuestas da Serra de Botucatu**

Fazem-se as seguintes recomendações para cada Sub-Unidade:

- **Sub-Unidade IIa:** a execução do sistema de drenagem superficial deve evitar a concentração de água em um único ponto e considerar dispositivos de dissipação de energia. Devem-se executar medidas de estabilização dos taludes de corte para se evitar escorregamentos e queda de blocos.

- **Sub-Unidade IIb:** nos fundos de vale é necessário ter cuidados nas saídas de água da plataforma da rodovia para evitar alagamentos e acúmulo de sedimentos.

✓ **Unidade III – Vertentes íngremes dos arenitos**

Nas áreas de ruptura de relevo, a drenagem da rodovia deve ser encaminhada até um ponto baixo nos córregos de jusante com dissipação adequada da energia da água e proteção das laterais do sistema de drenagem.

✓ **Unidade IV – Topos de colinas nos arenitos**

O sistema de drenagem deve ser planejado de modo a evitar qualquer concentração de fluxo superficial. As saídas do sistema de drenagem devem ser projetadas para levar as águas de forma disciplinada até locais onde exista estabilidade, nos córregos de jusante, com dispositivos de dissipação de energia adequados.

Unidade V – Arenitos no reverso da cuesta

Nesta Unidade, o sistema de drenagem deve evitar a concentração de água por grandes extensões. Deve-se sempre promover a proteção dos taludes. Nos taludes onde existe contato com o basalto, deve-se verificar a necessidade de instalação de drenos horizontais profundos.

6. CONCLUSÕES

A seqüência de etapas realizadas no presente estudo, permitiu atingir o objetivo desta pesquisa, ou seja, elaborar a Carta Geotécnica de Suscetibilidade aos processos da dinâmica superficial no trecho km 215 ao 249 da Rodovia Marechal Rondon – SP-300.

A interpretação das fotografias aéreas na escala 1:30.000, podendo-se atingir a escala 1:1.500 no computador, foi adequada não só para a realização da compartimentação do terreno e delimitação das unidades homogêneas, mas principalmente para a identificação dos processos da dinâmica superficial deflagrados e para a definição das classes de uso do solo.

O mapa final foi apresentado na escala 1:50.000 sem perda significativa de informações e detalhes, devido ao caráter regional do mapeamento.

O Mapa de Declividade mostrou-se documento fundamental para a definição das classes de suscetibilidade da Carta Geotécnica, identificando com a precisão requerida, os locais de maiores e menores declividades.

A Carta Geotécnica de Suscetibilidade aos processos da dinâmica superficial mostrou-se fundamental subsídio para a gestão ambiental de empreendimentos desde a fase de projeto, durante sua implantação e posteriormente na operação/manutenção, traduzindo com objetividade parâmetros de suscetibilidade de cada unidade de análise

Em termos práticos, possui alta aplicabilidade em empreendimentos de engenharia civil, onde atua como importante ferramenta para o monitoramento e supervisão de obras, especialmente as rodoviárias, auxiliando os envolvidos no

planejamento e execução da obra a dimensionar e locar dispositivos de drenagem provisória e definitiva; localizar com maior eficácia áreas de empréstimo de material e áreas de depósito de material excedente (bota-foras); bem como planejar e organizar o escoamento das águas superficiais, de forma a minimizar a ocorrência de erosões e assoreamentos, por exemplo.

O exercício de elaboração da carta geotécnica evidenciou sua importância para a gestão ambiental de rodovias, tendo em vista a prevenção, o monitoramento e a correção dos processos atuantes neste ambiente que podem ser melhor realizados com os conhecimentos que a carta traz, como características intrínsecas de cada unidade, que apresentam comportamentos geotécnicos equivalentes e sua suscetibilidade à ocorrência de processos da dinâmica superficial.

Durante as fases de construção, reparos e manutenção da rodovia, devem-se seguir as recomendações apresentadas neste estudo, o que propiciará um melhor desempenho ambiental da obra, minimizando possíveis impactos ambientais e diminuindo os custos operacionais.

7. REFERÊNCIAS

ABRAM, I. & ROCHA, A.V. **Manual Prático de Terraplenagem**. Salvador: ABEOR, 2000. 272p.

ALMEIDA, F.F.M. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**, São Paulo, 41:169-262, 1964.

ALMEIDA, M.C.J., & FREITAS, C.G.L. Uso do solo urbano: suas relações com o meio físico e problemas decorrentes. In: **Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica**, 2, São Carlos. *Anais...* São Carlos: ABGE, p.195-200, 1996.

ALMEIDA, F.F.M. et al. **Mapa geológico do Estado de São Paulo**. Escala 1: 500.000. São Paulo: IPT (IPT. Publicação, 1184). 2v., 1981.

AMBIENTE BRASIL. **Sistema de Gestão Ambiental**. In: www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./gestao/index.html&conteudo=./gestao/sistema.html, acesso em 21/05/2007.

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE – ANSI. **ISO 14031 – Environmental management: Environmental performance evaluation – Guidelines**. Geneve: ANSI, 1999.

ANDRADE, R.O.B.; TACHIZAWA, T.; CARVALHO, A.B. **Gestão Ambiental: enfoque estratégico aplicado ao Desenvolvimento Sustentável**. 2ª ed. São Paulo: MAKRON Books, 2002. 232p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **ISO 14001 – Sistemas de Gestão Ambiental: Especificação e diretrizes para uso**. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

AUGUSTO FILHO, O. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: **Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas**, 1, Rio de Janeiro, Anais... v.2, p.721-733, 1992.

AZEVEDO, A.A. & ALBUQUERQUE FILHO, J.L. Águas Subterrâneas. In: Oliveira, A. M. S. & Brito, S. N. A. (eds.) **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998. Cap. 08. p. 111-130.

BERTONI, J.E. & LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Piracicaba: Livroceres, 1990. 392p.

BIGARELLA, J.J. & MAZUCHOWSKI, J.Z. Visão integrada da problemática da erosão. In: **Simpósio Nacional de Controle de Erosão**, 3, Livro Guia. Maringá-PR, 1985. 332p.

BITAR, O.Y. & ORTEGA, R.D. Gestão Ambiental. In: Oliveira, A.M.S. & Brito, S.N.A. (eds.) **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998. Cap. 32. p. 499-508.

BITAR, O.Y. et al. Indicadores geológico-geotécnicos na recuperação ambiental de áreas degradadas em regiões urbanas. In: **Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia**. Anais... São Paulo: ABGE, 1993. p.177-183.

BLOOM, A.L. **Superfície da Terra**. São Paulo: Edgard Blücher/Edusp. 184p.

BOOG, E.G. & BIZZO W.A. Utilização de Indicadores Ambientais como Instrumento para Gestão de Desempenho Ambiental em Empresas Certificadas com a ISO 14001. **X Simpósio de Engenharia de Produção, Anais...**, 2003.

BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318p.

CAMPOS, L.M.S. **SGADA – Sistema de Gestão e Avaliação de Desempenho Ambiental**: uma proposta de implementação. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001. 219f.

CARVALHO, P.A.S. (Coord.) **Taludes de Rodovias**: orientação para diagnóstico e soluções de seus problemas. São Paulo: IPT (Publicação IPT; 1843). 1991. 410p.

CEBDS - Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. **Visão Estratégica Empresarial**. Vols. 1 e 2. CEBDS, 2002.

CERRI, L.E.S. Carta Geotécnica: contribuições para uma concepção voltada às necessidades brasileiras. **Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia**, 6, *Anais...* v.1, p. 35-41, 1990.

CHRISTIAN, C.S. & STEWART, G.A. **General Report on Survey of the Katherine-Darwin Region**. Sidney: CSIRO – Australian Land Research Series, n.1, 1953.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO – CMMAD. **Nosso Futuro Comum**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991. 430p.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM. **Definição da planície de inundação da cidade de Governador Valadares**. Belo Horizonte, 2004. 30 p.

CUNHA, M.A. & SANTOS, A.R. Técnicas simples de controle de erosão em estradas de terra. **Simpósio Nacional de Controle de Erosão**, (3), *Anais...* Maringá – PR. 1985.

CUNHA, S.B. **Impactos das obras de Engenharia sobre o ambiente biofísico da Bacia do Rio São João**, Rio de Janeiro - Brasil. Gráfica do Inst. de Geociências da UFRJ. Rio de Janeiro, 1995.

DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE. **Controle de erosão: bases conceituais e técnicas, diretrizes para planejamento urbano e regional; orientação para o controle de boçorocas urbanas**. 2. ed. São Paulo: DAEE/IPT, 1990. 92 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. **Manual de Conservação Rodoviária**. 2. ed. Rio de Janeiro: IPR Publ., 2005. 564p.

ENGEA - AVALIAÇÃO, ESTUDOS DO PATRIMÔNIO E ENGENHARIA LTDA. **Levantamento e análise dos quadros ambientais e proposições físico territoriais de zoneamento ambiental para a APA Corumbataí-Botucatu-Tejupá, perímetro Botucatu**. São Paulo: SMA, SP/CPLA, v.2, 1990.

HUTCHINSON, M.F. & DOWLING, T.I. A continental hydrological assessment of a new grid-based digital elevation model of Australia. **Hydrological Processes**, 5: 45-58, 1991.

HUTCHINSON, M. F. Calculation of hydrologically sound digital elevation models. **Third International Symposium on Spatial Data Handling**, Sydney: Australia, 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DE RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. Unidades de Conservação. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/siucweb/listaUc.php>. Acesso em 15 fev. 2008.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF THE ENGINEERING GEOLOGYST – IAEG. Reports of two working groups. **Bulletin da IAEG**, 6, 1970.

INFANTI JUNIOR, N. & FORNASARI FILHO, N. Processos de Dinâmica Superficial. *In*: Oliveira, A.M.S. & Brito, S.N.A. (coords). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, p.283-300, Cap. 17, 1998. 587p.

INSTITUTO FLORESTAL – IF. **Unidades de Conservação**. Disponível em: http://www.iflorestal.sp.gov.br/unidades_conservacao/index.asp. Acesso em: 15 fev. 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Landsat 7**. Disponível em: www.dgi.inpe.br/html/landsat.htm. Acesso em 27 ago. 2008.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. Alterações do meio físico decorrentes de obras de engenharia. São Paulo: IPT, 1992. Boletim 61.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. **Bases técnicas para a recuperação de bacias hidrográficas: projeto piloto do rio Santo Anastácio** - Município de Presidente Prudente, SP. São Paulo: IPT, 1994. Relatório Técnico 32514.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. **Carta de risco de erosão da área urbana de Botucatu, SP**. São Paulo: IPT, 1995. Relatório Técnico 33369, 94p.

JORGE, L.A.B. & SARTORI M.S. Uso do solo e análise temporal da ocorrência de vegetação natural na fazenda experimental Edgardia, em Botucatu-SP. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.5, p.585-592, 2002.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. Mexico City: Ed. Fondo Cultura Economia, 1948.

LAWRENCE, C.J. et al. **Terrain Evaluation Manual: State of the art Review/7**. London: HMSO Publications, 1993. 285p.

LINDGREN, D.T. **Land use planning and remote sensing**. Dordrecht/Boston/Lancaster: Martinus Nijhoff Publishers, 1985. 176p.

LOLLO, J.A. **O uso da técnica de avaliação do terreno no processo de elaboração de mapeamento geotécnico: sistematização e aplicação na quadrícula de Campinas**. 2v. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995.

LOVELOCK, J.E.A. A Terra como um organismo vivo. *In*: WILSON, E.O. (org). **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 1988.

METZGER, J.P. O que é Ecologia de Paisagens? **Biota Neotropica**, Campinas/SP, v.1, n.1/2, p.1-9, 2001.

MITCHELL, C.W. **Terrain Evaluation**. London: Longman, 1973.

MOREIRA, M.R. et al. Avaliação da aplicabilidade de técnicas estatísticas multivariadas no estabelecimento de relações de equivalência em compartimentação fisiográfica. **XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Anais...** Florianópolis. INPE, p. 2883-2890, abr. 2007,

NAKAZAWA, V.A. et al. Cartografia Geotécnica: a aplicação como pressuposto. **Simpósio de Geologia do Sudeste, 2, Anais...**p. 329-336, 1991.

NAKAZAWA, V.A. et al. **Carta Geotécnica do Estado de São Paulo**. Escala 1:500.000. São Paulo: IPT, 1994. Publicação 2089. 22p.

NASCIMENTO, P.R. & GARCIA, G.J. Compartimentação fisiográfica para análise ambiental do potencial erosivo a partir das propriedades da rede de drenagem. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.1, 2005. p.231-241.

OLIVEIRA, A.M.S. **Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios.** Exemplo do reservatório de Capivara, Rio Paranapanema, SP/PR. 2v. Tese (Doutorado). Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

OLIVEIRA, A.M.S. Assoreamento em cursos e corpos d'água. *In:* BITAR, O.Y. (Coord.). **Curso de geologia aplicada ao meio ambiente.** São Paulo: ABGE/IPT, 1995. Cap. 3.3. p.59-76.

OLIVEIRA, E.M. **Definição dos condicionantes do meio físico para subsidiar a elaboração de cartas de sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo** – município de Cubatão (SP). 59f. , 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

OLIVEIRA, J.B. et al. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo.** Campinas: IAC e EMBRAPA, 1999. 64p.

OLIVEIRA, S.L. **Tratado de Metodologia Científica:** projetos de pesquisa, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002. 320p.

ORTEGA, V.R. & ENGEL, V.L. Conservação da biodiversidade de remanescentes de Mata Atlântica na região de Botucatu, SP. **Congresso Nacional sobre Essências Nativas**, 2, *Anais...* São Paulo: Revista do Instituto Florestal, 1992. v.4. p. 839-852. 1992.

OSTROWSKY, M.S.B. & ZMITROWICZ, W. Urbanização e controle de enchentes: o caso de São Paulo: seus conflitos e inter-relações. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo: EPUSP, 1991. 11p.

PAULA, B.L. **Proposta de uma representação cartográfica para cartas geotécnicas.** Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

PERROTA, M.M. et al. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. Escala 1:750.000. São Paulo: CPRM, 2005. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil.

PONÇANO, W.L. et al. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. Escala 1:1.000.000. 2v. São Paulo: IPT, 1981. (Monografias, 5).

PONÇANO, W.L. & CHRISTOFOLETTI, A. Procedimentos para taxas de erosão pluvial em regiões tropicais. **Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 4, Anais...** São Paulo: ABGE/DAEE, 1987. 571p.

PRANDINI, F.L. et al. Cartografia geotécnica nos planos diretores regionais e municipais. *In*: BITAR, O.Y. (Coord.). **Curso de geologia aplicada ao meio ambiente**. São Paulo: ABGE/IPT, 1995. Cap. 4, p.187-202.

PRIMAVESI, A. **A agricultura de regiões tropicais: manejo ecológico do solo**. 9 ed. São Paulo: Nobel Ed., 1990. 549p.

REIS, F.A.G.V. **Curso de Geologia Ambiental via Internet**. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/inicio/pag02.html>. Acesso em 13 jan. 2008.

RIDENTE JR. J.L. **Prevenção e controle da erosão urbana: bacia do Córrego do Limoeiro e bacia do Córrego do Cedro, municípios de Presidente Prudente e Álvares Machado, SP**. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

RIDENTE JR. J.L. Análise da utilização de cartas geotécnicas em diferentes escalas para a gestão ambiental de rodovia em operação. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008, no prelo.

RIDENTE JR, J.L. et al. Carta de risco de erosão da área urbana de Botucatu, SP. **Simpósio Nacional de Controle de Erosão**, 5, Bauru. Resumos Expandidos. São Paulo: ABGE, 1995.

RIDENTE JR. J.L. et al. Análise da erosão na área urbana do município de Botucatu, SP. **Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental**, 10, Ouro Preto-MG, 2002.

RODRIGUES, J.E. **Estudo de fenômenos erosivos acelerados**: boçorocas. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1982.

RODRIGUES, R. & LOPES, J.A.U. Rodovias. *In*: Oliveira, A. M. S. & Brito, S. N. A. (eds.) **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998. Cap. 25. p. 419-430.

ROSS, J.L.S. Análises e sínteses na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. **Revista do Departamento de Geografia**. FFLCH/USP, n.9, p.65-75, 1995.

ROSS, J.L.S. & MOROZ, I.C. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. Escala 1:500.000, São Paulo, 2 vols. 1997.

SACHS, I. Transition strategies for the 21st century. **Nature and Resources**, 28, n. 1, 1992.

SALOMÃO, F.X.T. **Processos erosivos lineares em Bauru (SP)**: regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural. Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

SALOMÃO, F.X.T. & IWASA, O.Y. Erosão e a ocupação rural e urbana. *In*: Bitar, O.Y. (Coord.). **Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente**. São Paulo: ABGE/IPT, 1995. Cap. 3, p.31-57.

SANCHES, C.S. Gestão Ambiental Proativa. **RAE - Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v.40, n.1, Jan/Mar, p 76-87. 2000.

SANTOS, A.R. Fundamentos filosóficos e metodológicos da Geologia de Engenharia. **Comunicação técnica IPT**. São Paulo: IPT, 1994. 5p.

SANTOS, A.R. et al. **Estradas Vicinais de Terra**: manual técnico para conservação e recuperação. 2ed. São Paulo: IPT, 1988. 125p.

SILVA, A.P.M. Elaboração de manchas de inundação para o município de Itajubá, utilizando SIG. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Itajubá, Minas Gerais, 2006. 122p.

SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO – SNUC. Lei n° 9.985, de 18 de junho de 2000.

SOARES, P.C. & FIORI, A.P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em Geologia. **Notícias geomorfológicas**, 16 (32): 71-104, 1976.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Editora da UFRGS/ABRH. 3ª ed. Porto Alegre, 2002. 943p.

VEDOVELLO, R. & MATTOS, J.T. A utilização de Unidades Básicas de Compartimentação (UBCs) como base para a definição de Unidades Geotécnicas. Uma abordagem a partir do sensoriamento remoto. **Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica**, 3, *Anais...* (CD-ROM), 1998.

VEDOVELLO, R. **Zoneamento Geotécnico, por sensoriamento remoto, para estudos de planejamento do meio físico** – aplicação em expansão urbana. Dissertação (Mestrado). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1993.

VEDOVELLO, R. **Zoneamentos Geotécnicos Aplicados à Gestão Ambiental, a partir de Unidades Básicas de Compartimentação – UBCs**. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

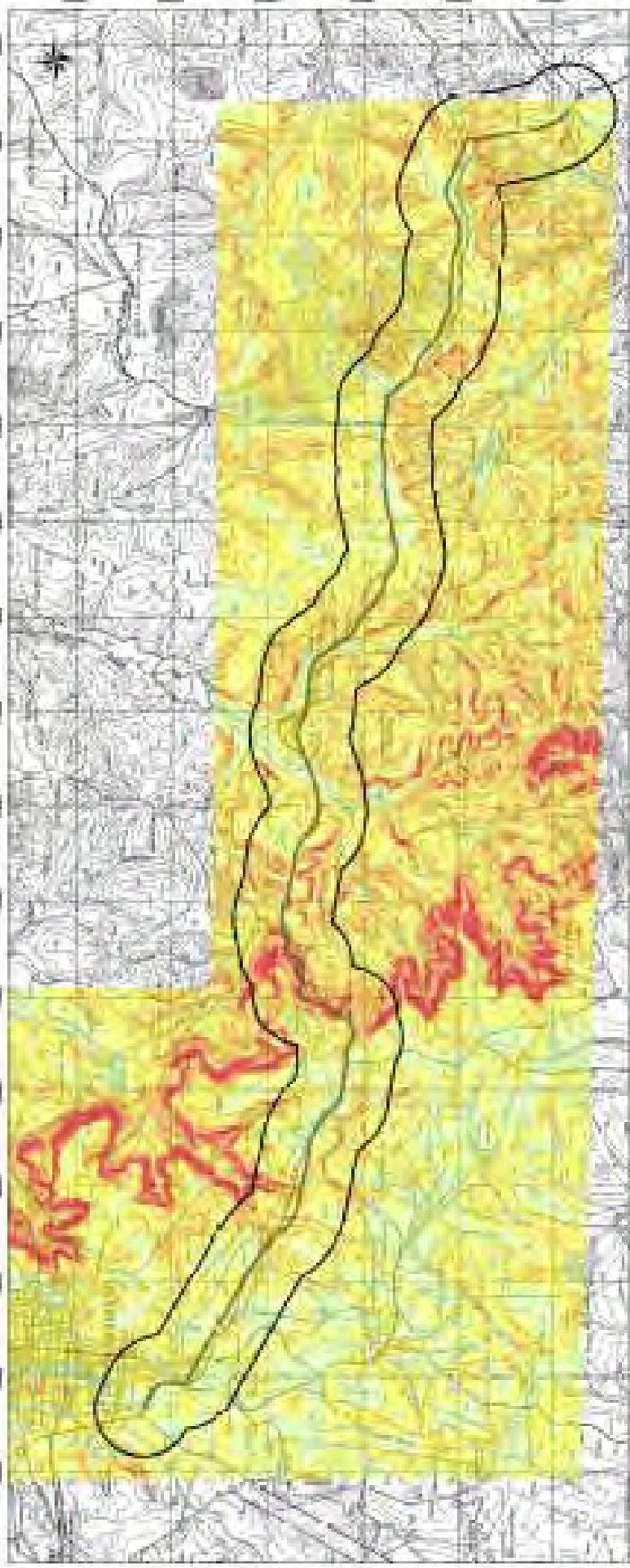
VELOSO, H.P. (Org). **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE/Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1992. 93 p.

ZUQUETTE, L.V. **Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para as condições brasileiras**. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1987.

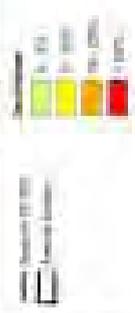
ZUQUETTE, L.V. & NAKAZAWA, V.A. Cartas de Geologia de Engenharia. *In*: Oliveira, A.M.S. & Brito, S.N.A. (coords). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, p.283-300, Cap. 17, 1998. 587p.

ZUQUETTE, L.V. & PEJON, O.J. Carta de zoneamento geotécnico geral da região de Franca-SP. **Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, 2, Anais...** 1996.

APÊNDICE 1
MAPA DE DECLIVIDADE



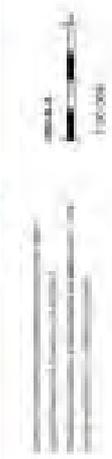
LEGENDA



LOCALIZAÇÃO



ESCALA



Este mapa foi elaborado a partir de dados de campo e de imagens de satélite, com o auxílio de um sistema de informação geográfica (SIG).

DECLARAÇÃO

Eu, o(a) autor(a) do presente trabalho, declaro que este trabalho é meu e que não contém plágio.

Assinatura: _____

APÊNDICE 2
FICHAS DE CAMPO

FICHA DE CAMPO

Ponto: 01

Data: 12/10/2007

Equipe: FRANCELY E RIDENTE

Coordenadas (UTM): 783.534 m / 7.458.564 m

Cota: 624m

Localização: SÍTIO SÃO PEDRO – km 222

Substrato rochoso: () rocha sã (X) rocha alterada	
Grau de intemperismo: SOLO LATERÍTICO	
Litologia: FORMAÇÃO BOTUCATU	Declividade: 0-3%
Granulação/Granulometria: ARENOSA	
Obs: TOPO DE COLINAS AMPLAS E SUAVES.	

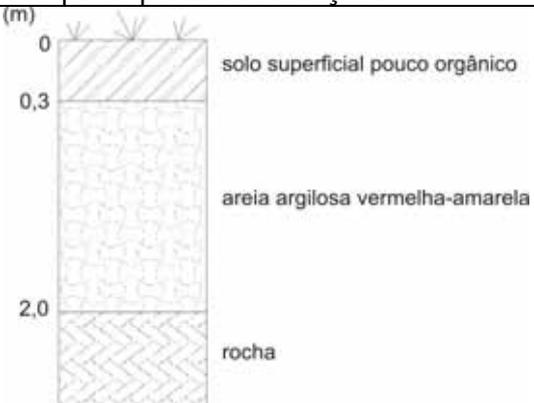
Materiais inconsolidados: (X) residuais () retrabalhados	
Variação em profundidade: > 2m	
Distribuição em área: EXTENSO TOPO DE MORRO.	
Obs:	

Água		
() escoamento superficial	() infiltração	(X) área de recarga
() área de acúmulo de água	() poços existentes	profundidade do NA: > 2m
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
() escorregamento	() rastejo	(p) erosão
() assoreamento	() queda de blocos	() outro
Obs: PONTO LOCALIZADO NO TOPO DA COLINA, ONDE NÃO SE OBSERVAM PROCESSOS.		

Vegetação		
() pioneira	(X) secundária	() climática
() reflorestamento	(X) pastagem	() agricultura
Descrição: ÁRVORES E ARBUSTOS EM REGENERAÇÃO, GRAMÍNEAS.		

Interferências antrópicas: (X) sim () não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300 E PASTAGEM	

<p>Descrição:</p> <p>Vista do ponto turístico gigante adormecido. Local próximo à escarpa no domínio de arenitos da Formação Pirambóia.</p>	<p>Croqui do perfil de alteração:</p>  <p>O diagrama mostra um perfil vertical de alteração com uma escala em metros (m) à esquerda. A superfície do terreno está em 0m. Abaixo dela, há uma camada de solo superficial pouco orgânico que se estende até 0,3m de profundidade. Abaixo do solo, há uma camada espessa de areia argilosa vermelha-amarela que se estende até 2,0m de profundidade. Abaixo da areia, há uma camada de rocha com um padrão de hachura diagonal. A profundidade total mostrada é de 2,0m.</p>
---	---

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
-	-

Documentação fotográfica:



Foto 1.1 – Vista geral do Ponto 01.



Foto 1.2 – Detalhe da formação rochosa "Gigante Adormecido".

FICHA DE CAMPO

Ponto: 02

Data: 12/10/2007

Equipe: FRANCELY E RIDENTE

Coordenadas (UTM): 782.460 m / 7.459.532 m

Cota: 615m

Localização: km 223 + 900 – EROSAO EM SAIDA DE DRENAGEM

Substrato rochoso: <input type="checkbox"/> rocha sa <input checked="" type="checkbox"/> rocha alterada
Grau de intemperismo: SOLO SAPROLITICO
Litologia: FORMAÇÃO BOTUCATU Declividade: 0-3 %
Granulação/Granulometria: ARENOSA
Obs: TOPO DE COLINAS AMPLAS.

Materiais inconsolidados: <input type="checkbox"/> residuais <input checked="" type="checkbox"/> retrabalhados
Varição em profundidade: > 3 m
Distribuição em área: EXTENSO TOPO DE MORRO
Obs:

Água
<input type="checkbox"/> escoamento superficial <input type="checkbox"/> infiltração <input checked="" type="checkbox"/> área de recarga
<input type="checkbox"/> área de acúmulo de água <input type="checkbox"/> poços existentes profundidade do NA: > 3 m
Obs:

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)
<input type="checkbox"/> escorregamento <input type="checkbox"/> rastejo <input type="checkbox"/> erosão
<input type="checkbox"/> assoreamento <input type="checkbox"/> queda de blocos <input type="checkbox"/> outro
Obs: PROCESSO ATIVO – RAVINA EM CABECEIRA DE DRENAGEM (3m prof. x 20m comp. x 10m larg.), CAUSADO POR FALTA DE SISTEMA DE DRENAGEM NA RODOVIA. OBSERVA-SE PRESENÇA DE TRINCAS NO ACOSTAMENTO (~1cm).

Vegetação
<input type="checkbox"/> pioneira <input checked="" type="checkbox"/> secundária <input type="checkbox"/> climática
<input type="checkbox"/> reflorestamento <input checked="" type="checkbox"/> pastagem <input checked="" type="checkbox"/> agricultura: SILVICULTURA
Descrição: FRAGMENTOS FLORESTAIS ISOLADOS DE MATA CILIAR, CERCADOS POR PASTAGEM E PLANTIO DE EUCALIPTOS.

Interferências antrópicas: <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Obs:
Uso do solo: RODOVIA SP-300, VICINAIS, PASTAGEM, SILVICULTURA (EUCALIPTOS).

Descrição:	Croqui do perfil de alteração:
Limite entre o topo da colina e a escarpa.	

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
FEIÇÕES EROSIVAS: RAVINA	DIMENSÕES: 3m prof. x 20m comp. x 10m larg., ÁREA AFETADA: ~ 200m ² .

Documentação fotográfica:



Foto 2.1 – Trincas no acostamento da rodovia causadas pelo ineficiente sistema de drenagem.



Foto 2.2 – Detalhe das trincas.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 03

Data: 12 e 13/10/2007

Equipe: FRANCELY, RIDENTE E GUILHERME

Coordenadas (UTM): 781.744 m / 7.459.604 m

Cota: 616m

Localização: km 224+500 – EROÇÃO DE GRANDE DIMENSÃO

Substrato rochoso: () rocha sã (X) rocha alterada	
Grau de intemperismo: SOLO SAPROLÍTICO	
Litologia: Fm. BOTUCATU	Declividade: 0-3%
Granulação/Granulometria: ARENOSA	
Obs: TOPO DE COLINAS AMPLAS	

Materiais inconsolidados: () residuais (X) retrabalhados	
Variação em profundidade: ~ 8M	
Distribuição em área: EXTENSO TOPO DE MORRO	
Obs: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	

Água		
() escoamento superficial	() infiltração	(X) área de recarga
() área de acúmulo de água	() poços existentes	profundidade do NA: ~ 9m
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
() escorregamento	() rastejo	(e) erosão (boçoroca)
() assoreamento	() queda de blocos	() outro
Obs: PROCESSO ATIVO DE GRANDE PORTE (8m prof., 250m comp., 15m larg.), PROVAVELMENTE CAUSADO POR FALTA DE SISTEMA DE DRENAGEM NA RODOVIA. ESTÁ BEM PRÓXIMO À PLATAFORMA DA PISTA E APRESENTA RAMOS LATERAIS. NÃO HÁ MEDIDAS PREVENTIVAS. OBSERVA-SE PRESENÇA DE TRINCAS NO ACOSTAMENTO (~1cm).		

Vegetação		
() pioneira	() secundária	() climática
() reflorestamento	(X) pastagem	(X) agricultura: SILVICULTURA
Descrição: FRAGMENTOS FLORESTAIS ISOLADOS DE MATA CILIAR, CERCADOS POR PASTAGEM E PLANTIO DE EUCALIPTOS.		

Interferências antrópicas: (X) sim () não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300, TREVO PARA ANHEMBI, PASTAGEM E SILVICULTURA (EUCALIPTOS).	

<p>Descrição:</p> <p>A erosão ocorre em cabeceira de drenagem colocando em risco a integridade da rodovia e a segurança dos usuários. Observa-se presença de crosta laterítica.</p>	<p>Croqui do perfil de alteração</p> <p>O diagrama mostra um perfil vertical de alteração do solo. A escala vertical à esquerda indica profundidades em metros (m): 0 (superfície), 0,5, 7,0 e +15,0. As camadas são: solo orgânico (0 a 0,5 m), areia quartzosa homogênea (0,5 a 7,0 m), crosta laterítica (7,0 a +15,0 m) e rocha (+15,0 m).</p>
---	--

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
FEIÇÕES EROSIVAS: BOÇOROCA	DIMENSÕES: 8m prof., 250m comp., 15m larg., ÁREA AFETADA: 3750m ² , PROFUNDIDADE DO N.A.: ~ 9m.

Documentação fotográfica:



Foto 3.1 – Vista geral da cabeceira da erosão.



Foto 3.2 – Localização do processo em relação à rodovia.



Foto 3.3 – Trincas no acostamento.



Foto 3.4 – Detalhe de um dos ramos da erosão.



Foto 3.5 – Cerca de propriedade atingida pela erosão.



Foto 3.6 – Crosta laterítica.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 04

Data: 12 e 13/10/2007

Equipe: FRANCELY, RIDENTE E GUILHERME.

Coordenadas (UTM): 779.211 m / 7.459.347 m

Cota: 590m

Localização: 227+100 (TREVO PARA BOFETE) - EROÇÃO

Substrato rochoso: () rocha sã (X) rocha alterada	
Grau de intemperismo: SOLO SAPROLÍTICO	
Litologia: Fm. PIRAMBÓIA	Declividade: 0-3%
Granulação/Granulometria:	
Obs: NEOSSOLO GLEY	

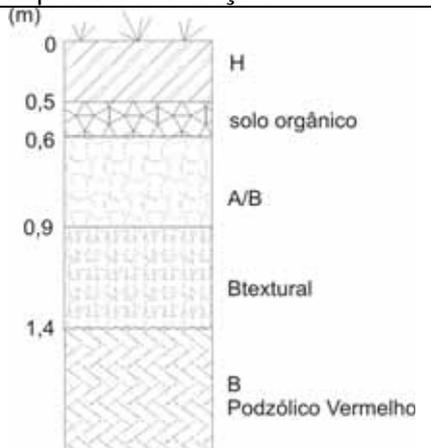
Materiais inconsolidados: () residuais (X) retrabalhados	
Variação em profundidade: ~ 2m	
Distribuição em área: EXTENSO TOPO DE MORRO	
Obs:	

Água		
() escoamento superficial	() infiltração	(X) área de recarga
() área de acúmulo de água	() poços existentes	profundidade do NA: ~2m
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
() escorregamento	() rastejo	(e) erosão
() assoreamento	() queda de blocos	() outro:
Obs: EROÇÃO DE CABECEIRA DE DRENAGEM (150m compr., 8m larg., 2,5m prof.) COM RAMO LATERAL (70m compr., 10m larg., 4m prof.); CAUSADOS POR DEFICIÊNCIA NO SISTEMA DE DRENAGEM DA RODOVIA E DO TREVO, RESPECTIVAMENTE. PRESENÇA DE TRINCAS NO ACOSTAMENTO.		

Vegetação		
() pioneira	(X) secundária	() climática
() reflorestamento	(X) pastagem	(X) agricultura
Descrição: FRAGMENTO ISOLADO DE MATA CILIAR CERCADO POR PASTAGEM E PLANTAÇÕES DE CAFÉ.		

Interferências antrópicas: (X) sim () não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300, TREVO PARA BOFETE, PASTAGEM, AGRICULTURA.	

<p>Descrição:</p> <p>Erosão em cabeceira de drenagem próxima a rodovia, cujo ramo lateral aproxima-se do acostamento, comprometendo-o.</p>	<p>Croqui do perfil de alteração</p>  <p>0 0,5 0,6 0,9 1,4</p> <p>H solo orgânico A/B Btextural B Podzólico Vermelho</p>
--	--

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
FEIÇÕES EROSIVAS: BOÇOROCA COM RAMO LATERAL	DIMENSÕES: 150m compr., 8m larg., 2,5m prof., 70m compr., 10m larg., 4m prof. ÁREA AFETADA: 1200m ² e 700m ² .

Documentação fotográfica:



Foto 4.1 – Rodovia SP-300. Notar ramo da erosão à direita e trinca no acostamento.

Foto 4.2 – Vista lateral do processo erosivo.



Foto 4.3 – Perfil de solo.

Foto 4.4 – Pastagem: uma das formas de uso do solo do entorno.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 05

Data: 12/10/2007

Equipe: FRANCELY E RIDENTE

Coordenadas (UTM): 777.505 m / 7.460.292 m

Cota: 577m

Localização: 228+700 (POSTO DA BICA) LD

Substrato rochoso: <input type="checkbox"/> rocha sã <input checked="" type="checkbox"/> rocha alterada	
Grau de intemperismo: SOLO ALUVIAL	
Litologia: ASSOREAMENTO	Declividade: 0-3%
Granulação/Granulometria: ARENOSA	
Obs: ÁREA DE VÁRZEA	

Materiais inconsolidados: <input type="checkbox"/> residuais <input checked="" type="checkbox"/> retrabalhados	
Variação em profundidade: INDEFINIDA	
Distribuição em área: 50m x 300m	
Obs:	

Água		
<input type="checkbox"/> escoamento superficial	<input type="checkbox"/> infiltração	<input type="checkbox"/> área de recarga
<input checked="" type="checkbox"/> área de acúmulo de água	<input type="checkbox"/> poços existentes	profundidade do NA: RASO
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
<input type="checkbox"/> escorregamento	<input type="checkbox"/> rastejo	<input type="checkbox"/> erosão
<input type="checkbox"/> assoreamento	<input type="checkbox"/> queda de blocos	<input type="checkbox"/> outro:
Obs: DEPÓSITO DE ASSOREAMENTO (~ 400m DE EXTENSÃO) EM VÁRZEA PARALELA A RODOVIA.		

Vegetação		
<input type="checkbox"/> pioneira	<input checked="" type="checkbox"/> secundária	<input type="checkbox"/> climática
<input type="checkbox"/> reflorestamento	<input checked="" type="checkbox"/> pastagem	<input type="checkbox"/> agricultura
Descrição: FRAGMENTOS FLORESTAIS DE MATA CILIAR E INDIVÍDUOS ISOLADOS.		

Interferências antrópicas: <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300, VICINAIS, PASTAGEM, RESIDÊNCIAS.	

<p>Descrição:</p> <p>Na várzea observa-se o depósito de assoreamento. As vertentes possuem declividade maior que 20%, com algumas feições de erosão e escorregamento, além de várias nascentes. Trata-se de um provável contato entre as Formações Pirambóia e Botucatu.</p>	<p>Croqui do perfil de alteração</p>
--	--------------------------------------

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
ASSOREAMENTO	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL: AREIA; VOLUME DO DEPÓSITO: ~6000m ³ ; ÁREA OCUPADA NA VÁRZEA: ~14000 m ² .

Documentação fotográfica:



Foto 5.1 – Vista geral do depósito de assoreamento na várzea.



Foto 5.2 – Vista geral do entorno da várzea.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 06

Data: 12/10/2007

Equipe: FRANCELY E RIDENTE

Coordenadas (UTM): 778.846 m / 7.459.525 m

Cota: 583m

Localização: 227+500 – EROSÃO NA SAÍDA DO SISTEMA DE DRENAGEM DA RODOVIA

Substrato rochoso: () rocha sã (X) rocha alterada	
Grau de intemperismo: SOLO SAPROLÍTICO	
Litologia: Fm. BOTUCATU	Declividade: 10%
Granulação/Granulometria: ARENOSA	
Obs: VERTENTE PRÓXIMA A DRENAGEM (50m)	

Materiais inconsolidados: () residuais (X) retrabalhados	
Variação em profundidade: 2m	
Distribuição em área: REGIONAL	
Obs:	

Água		
() escoamento superficial	() infiltração	(X) área de recarga
() área de acúmulo de água	() poços existentes	profundidade do NA:
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
() escorregamento	() rastejo	(e) erosão
() assoreamento	() queda de blocos	() outro:
Obs: RAVINA DE 50m COMPRIMENTO x 7m DE LARGURA x 2m DE PROFUNDIDADE. PRESENÇA DE TRINCA NO ACOSTAMENTO.		

Vegetação		
() pioneira	(X) secundária	() climática
() reflorestamento	(X) pastagem	() agricultura
Descrição: FRAGMENTO DE MATA CILIAR CERCADO POR PASTAGEM.		

Interferências antrópicas: (X) sim () não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300, PASTAGEM.	

Descrição:	Croqui do perfil de alteração
Erosão causada por inexistência (ou ineficiência) do sistema de drenagem da rodovia, que está afetando o acostamento da rodovia.	

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
FEIÇÃO EROSIVA: RAVINA	DIMENSÕES: 50m compr., 7m larg., 2m prof.; ÁREA AFETADA: 350m ² .

Documentação fotográfica:



Foto 6.1 – Processo erosivo no talude da rodovia.



Foto 6.2 – Contexto geomorfológico do ponto.



Foto 6.3 – Trinca no acostamento.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 07

Data: 12/10/2007

Equipe: FRANCELY E RIDENTE

Coordenadas (UTM): 778.568 m / 7.459.599 m

Cota: 579m

Localização: 227+700

Substrato rochoso: <input type="checkbox"/> rocha sã <input checked="" type="checkbox"/> rocha alterada	
Grau de intemperismo: SOLO SAPROLÍTICO	
Litologia: Fm. BOTUCATU	Declividade: 10%
Granulação/Granulometria: ARENOSA	
Obs:	

Materiais inconsolidados: <input type="checkbox"/> residuais <input checked="" type="checkbox"/> retrabalhados	
Variação em profundidade: 2m	
Distribuição em área: REGIONAL	
Obs:	

Água		
<input type="checkbox"/> escoamento superficial	<input type="checkbox"/> infiltração	<input checked="" type="checkbox"/> área de recarga
<input type="checkbox"/> área de acúmulo de água	<input type="checkbox"/> poços existentes	profundidade do NA:
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
<input type="checkbox"/> escorregamento	<input type="checkbox"/> rastejo	<input type="checkbox"/> erosão
<input type="checkbox"/> assoreamento	<input type="checkbox"/> queda de blocos	<input type="checkbox"/> outro:
Obs: RAVINA DE 100m COMPRIMENTO x 10m DE LARGURA x 2m DE PROFUNDIDADE CAUSANDO ABATIMENTO NO ACOSTAMENTO, QUE JÁ COMEÇOU A ATINGIR A PISTA DA RODOVIA.		

Vegetação		
<input type="checkbox"/> pioneira	<input checked="" type="checkbox"/> secundária	<input type="checkbox"/> climática
<input type="checkbox"/> reflorestamento	<input checked="" type="checkbox"/> pastagem	<input type="checkbox"/> agricultura
Descrição: FRAGMENTO DE MATA CILIAR CERCADO POR PASTAGEM.		

Interferências antrópicas: <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300, PASTAGEM.	

Descrição:	Croqui do perfil de alteração
Erosão causada por inexistência (ou ineficiência) do sistema de drenagem da rodovia, que está afetando a rodovia.	

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
FEIÇÃO EROSIVA: RAVINA	DIMENSÕES: 100m compr., 10m larg., 2m prof.; ÁREA AFETADA: 1000m ² .

Documentação fotográfica:



Foto 7.1 – Vista geral do processo erosivo.



Foto 7.2 – Abatimento no acostamento da rodovia.



Foto 7.3 – Vista geral do contexto geomorfológico em que se insere o ponto.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 08

Data: 12/10/2007

Equipe: FRANCELY E RIDENTE

Coordenadas (UTM): 778.415 m / 7.459.704 m

Cota: 570m

Localização: 228+100 (BALANÇAS RECÉM INSTALADAS)

Substrato rochoso: () rocha sã (X) rocha alterada	
Grau de intemperismo: ATERRO RECENTE	
Litologia: Fm. BOTUCATU	Declividade: 3-10%
Granulação/Granulometria: ARENOSA	
Obs:	

Materiais inconsolidados: () residuais (X) retrabalhados	
Variação em profundidade: 1m	
Distribuição em área: LOCAL	
Obs: LOCAL DE INSTALAÇÃO DAS BALANÇAS	

Água		
() escoamento superficial	() infiltração	(X) área de recarga
() área de acúmulo de água	() poços existentes	profundidade do NA:
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
() escorregamento	() rastejo	(e) erosão
() assoreamento	() queda de blocos	() outro:
Obs: RAVINA RECUPERADA PELAS OBRAS DE EXECUÇÃO DA BALANÇA.		

Vegetação		
() pioneira	(X) secundária	() climática
() reflorestamento	(X) pastagem	(X) agricultura
Descrição: FRAGMENTO DE MATA CILIAR CERCADO POR PASTAGEM.		

Interferências antrópicas: (X) sim () não Obs:		
Uso do solo: RODOVIA SP-300, VICINAIS, AGRICULTURA, PASTAGEM.		

Descrição:	Croqui do perfil de alteração
Local onde recentemente foi instalada balança na rodovia, sofreu movimentação de terra. Nos locais de aterro na saída da galeria formou-se a ravina e esta foi recuperada durante a construção da balança.	

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
FEIÇÃO EROSIVA: RAVINA	DIMENSÕES: 40m compr., 4m larg., 2m prof.; ÁREA AFETADA: 160m ² .

Documentação fotográfica:	
SEM FOTOS	

FICHA DE CAMPO

Ponto: 09

Data: 12 e 13/10/2007

Equipe: FRANCELY, RIDENTE E GUILHERME.

Coordenadas (UTM): 776.697 m / 7.461.160 m

Cota: 520m

Localização: 230+300 – ANTIGA ÁREA DE EMPRÉSTIMO NA VÁRZEA DO RIO ALAMBARI

Substrato rochoso: () rocha sã (X) rocha alterada	
Grau de intemperismo: NEOSSOLO GLEY	
Litologia:	Declividade: 3-10%
Granulação/Granulometria: ARENOSA	
Obs: TERRAÇO FLUVIAL	

Materiais inconsolidados: () residuais (X) retrabalhados	
Variação em profundidade: 2m	
Distribuição em área: LOCAL	
Obs:	

Água		
() escoamento superficial	() infiltração	(X) área de recarga
() área de acúmulo de água	() poços existentes	profundidade do NA:
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
() escorregamento	() rastejo	(p) erosão
(p) assoreamento	() queda de blocos	() outro:
Obs: TRATA-SE DE ANTIGA ÁREA DE EMPRÉSTIMO DA RODOVIA (~6000m ²) NÃO RECUPERADA, EXTENSA ÁREA DE SOLO EXPOSTO.		

Vegetação		
() pioneira	() secundária	() climática
() reflorestamento	(X) pastagem	() agricultura
Descrição: OBSERVAM-SE ALGUNS INDIVÍDUOS ARBÓREOS ISOLADOS EM MEIO A PASTAGEM.		

Interferências antrópicas: (X) sim () não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300, VICINAIS, RESIDÊNCIAS, PASTAGEM.	

<p>Descrição:</p> <p>Trata-se de área com intensa interferência antrópica e antiga área de empréstimo da rodovia. Ainda não existem processos instalados, mas esta é uma área potencial.</p>	<p>Croqui do perfil de alteração</p>
---	---

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
SOLO EXPOSTO	ÁREA: ~6000m ² .

Documentação fotográfica:



Foto 9.1 – Vista parcial da área.



Foto 9.2 – Perfil de alteração.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 10

Data: 12/10/2007

Equipe: FRANCELY E RIDENTE

Coordenadas (UTM): 775.919 m / 7.461.268 m

Cota: 559m

Localização: 230+100 – EROSÃO NO ATERRO DA ESTRADA

Substrato rochoso: <input type="checkbox"/> rocha sã <input checked="" type="checkbox"/> rocha alterada	
Grau de intemperismo: ATERRO	
Litologia: Fm. BOTUCATU	Declividade:
Granulação/Granulometria: ARENOSA	
Obs: VERTENTE	

Materiais inconsolidados: <input type="checkbox"/> residuais <input checked="" type="checkbox"/> retrabalhados	
Variação em profundidade: 2m	
Distribuição em área: LOCAL	
Obs: ATERRO	

Água		
<input type="checkbox"/> escoamento superficial	<input type="checkbox"/> infiltração	<input checked="" type="checkbox"/> área de recarga
<input type="checkbox"/> área de acúmulo de água	<input type="checkbox"/> poços existentes	profundidade do NA:
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
<input type="checkbox"/> escorregamento	<input type="checkbox"/> rastejo	<input type="checkbox"/> erosão
<input type="checkbox"/> assoreamento	<input type="checkbox"/> queda de blocos	<input type="checkbox"/> outro:
Obs: 2 RAVINAS NO ATERRO DA ESTRADA CAUSADAS POR INEFICIÊNCIA DO SISTEMA DE DRENAGEM. TRINCAS E ABATIMENTO NO ACOSTAMENTO.		

Vegetação		
<input type="checkbox"/> pioneira	<input checked="" type="checkbox"/> secundária	<input type="checkbox"/> climática
<input type="checkbox"/> reflorestamento	<input checked="" type="checkbox"/> pastagem	<input checked="" type="checkbox"/> agricultura
Descrição: PEQUENO FRAGMENTO DE MATA CILIAR CERCADO POR PASTAGEM E AGRICULTURA.		

Interferências antrópicas: <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300, VICINAIS, FERROVIA, PASTAGEM, AGRICULTURA, RESIDÊNCIAS.	

Descrição:	Croqui do perfil de alteração
Erosões em aterro da rodovia causadas por ineficiência do sistema de drenagem.	

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
FEIÇÕES EROSIVAS: RAVINAS	DIMENSÕES: NÃO SIGNIFICATIVAS; ÁREA AFETADA: 350m ² .

Documentação fotográfica:



Foto 10.1 – Vista lateral do processo erosivo no talude do aterro.



Foto 10.2 – Vista lateral do outro lado do aterro.



Foto 10.3 – Trincas no acostamento causadas pelo sistema de drenagem ineficiente da rodovia.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 11

Data: 12/10/2007

Equipe: FRANCELY E RIDENTE

Coordenadas (UTM): 774.747 m / 7.461.142 m

Cota: 532m

Localização: 231+300 – TERRAÇO FLUVIAL QUATERNÁRIO

Substrato rochoso: <input checked="" type="checkbox"/> rocha sã <input checked="" type="checkbox"/> rocha alterada (depósito)
Grau de intemperismo:
Litologia: BASALTO – FM. SERRA GERAL E PLANÍCIE ALUVIAL Declividade: 0-3%
Granulação/Granulometria:
Obs: FUNDO DO CURSO D'ÁGUA: BASALTO. TERRAÇO DE ~ 300M DE LARGURA.

Materiais inconsolidados: <input type="checkbox"/> residuais <input checked="" type="checkbox"/> retrabalhados
Varição em profundidade:
Distribuição em área: VÁRZEA DE ~ 300m DE LARGURA. EXPRESSÃO REGIONAL.
Obs:

Água
<input type="checkbox"/> escoamento superficial <input type="checkbox"/> infiltração <input checked="" type="checkbox"/> área de recarga
<input type="checkbox"/> área de acúmulo de água <input type="checkbox"/> poços existentes profundidade do NA: AFLORANTE
Obs:

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)
<input type="checkbox"/> escorregamento <input type="checkbox"/> rastejo <input type="checkbox"/> erosão
<input type="checkbox"/> assoreamento <input type="checkbox"/> queda de blocos <input type="checkbox"/> outro:
Obs: PROCESSO NATURAL DE SOLAPAMENTO DE MARGEM FLUVIAL

Vegetação
<input type="checkbox"/> pioneira <input type="checkbox"/> secundária <input type="checkbox"/> climática
<input type="checkbox"/> reflorestamento <input checked="" type="checkbox"/> pastagem <input type="checkbox"/> agricultura
Descrição: EXISTEM ALGUNS INDIVÍDUOS ARBÓREOS ISOLADOS EM MEIO A PASTAGEM.

Interferências antrópicas: <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Obs:
Uso do solo: SP-300, VICINAIS, PASTAGEM, RESIDÊNCIAS, INDÚSTRIAS.

Descrição:	Croqui do perfil de alteração
Extensa várzea do Rio Alambari, com blocos de basalto na soleira do rio e material arenoso nos terraços fluviais.	

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
FEIÇÕES EROSIVAS: SOLAPAMENTO DE MARGEM.	DIMENSÕES: AO LONGO DO CURSO D'ÁGUA; ÁREA AFETADA: CANAL FLUVIAL.

Documentação fotográfica:



Foto 11.1 – Vista geral do curso d'água. Observar blocos rochosos e feições erosivas nas margens.



Foto 11.2 – Vista parcial do curso d'água. Notar feição erosiva a direita e árvore inclinada.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 12

Data: 12/10/2007

Equipe: FRANCELY E RIDENTE

Coordenadas (UTM): 773.845 m / 7.461.011 m

Cota: 552m

Localização: 233+300 – RUPTURA DE RELEVO

Substrato rochoso: () rocha sã (X) rocha alterada	
Grau de intemperismo: SOLO SAPROLÍTICO	
Litologia: Fm. BOTUCATU	Declividade: 10%
Granulação/Granulometria: ARENOSO	
Obs: SOLO MENOS ESPESSO.	

Materiais inconsolidados: (X) residuais () retrabalhados	
Variação em profundidade: < 1m	
Distribuição em área: VERTENTE DE EXPRESSÃO REGIONAL	
Obs:	

Água		
(X) escoamento superficial	() infiltração	(X) área de recarga
(X) área de acúmulo de água	() poços existentes	profundidade do NA:
Obs: ÁREA PRÓXIMA A TALVEGUE DE DRENAGEM PARALELA À RODOVIA COM MARGENS BASTANTE ERODIDAS.		
Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
() escorregamento	() rastejo	(e) erosão
() assoreamento	() queda de blocos	() outro:
Obs: VÁRIOS PROCESSOS INSTALADOS NOS TALUDES DE CORTE DA RODOVIA. TALVEGUE ERODIDO PARALELO A RODOVIA (~250m compr., 20m larg., 2m prof.).		

Vegetação		
() pioneira	() secundária	() climática
() reflorestamento	(X) pastagem	(X) agricultura
Descrição: EXISTEM ALGUNS INDIVÍDUOS ISOLADOS CERCADOS PELA PASTAGEM E AGRICULTURA.		

Interferências antrópicas: (X) sim () não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300, VICINAIS, PASTAGEM, AGRICULTURA.	

<p>Descrição:</p> <p>No talude de corte da rodovia existem muitas erosões. Nas margens do córrego que é paralelo à rodovia também existem erosões.</p>	<p>Croqui do perfil de alteração</p>
--	--------------------------------------

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
FEIÇÕES EROSIVAS: SULCOS.	DIMENSÕES: INDETERMINADAS
	ÁREA AFETADA: ~ 5000m².

Documentação fotográfica:



Foto 12.1 – Vista do talude de corte da rodovia.



Foto 12.2 – Vista geral do contexto geomorfológico do ponto e parcial do talvegue de drenagem. Notar pastagem e presença de indivíduos arbóreos isolados.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 13

Data: 12 e 13/10/2007

Equipe: FRANCELY, RIDENTE E GUILHERME

Coordenadas (UTM): 772.254 m / 7.461.603 m

Cota: 619m

Localização: 235+000 – GRANDE VALE EM V

Substrato rochoso: <input checked="" type="checkbox"/> rocha sã <input checked="" type="checkbox"/> rocha alterada	
Grau de intemperismo: SOLO SAPROLÍTICO	
Litologia: Fm. BOTUCATU	Declividade:
Granulação/Granulometria: ARENOSA	
Obs: VALE EM V, ENTALHADO, MARGENS RAVINADAS – ESCARPA NO ARENITO.	

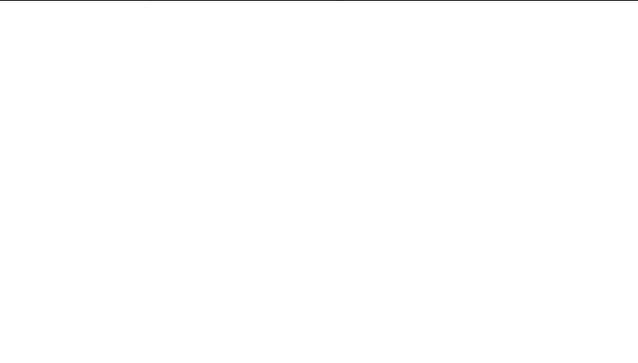
Materiais inconsolidados: <input checked="" type="checkbox"/> residuais <input type="checkbox"/> retrabalhados	
Variação em profundidade: < 1m	
Distribuição em área: REGIONAL – ESCARPA NO ARENITO	
Obs: LITÓLICO	

Água		
<input type="checkbox"/> escoamento superficial	<input type="checkbox"/> infiltração	<input checked="" type="checkbox"/> área de recarga
<input type="checkbox"/> área de acúmulo de água	<input type="checkbox"/> poços existentes	profundidade do NA: RASO
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
<input type="checkbox"/> escorregamento	<input type="checkbox"/> rastejo	<input type="checkbox"/> erosão
<input type="checkbox"/> assoreamento	<input type="checkbox"/> queda de blocos	<input type="checkbox"/> outro:
Obs: VALE EM “V” COM AS VERTENTES FORTEMENTE ERODIDAS PROVAVELMENTE DEVIDO AO SISTEMA PRECÁRIO DE DRENAGEM DA RODOVIA.		

Vegetação		
<input checked="" type="checkbox"/> pioneira	<input type="checkbox"/> secundária	<input type="checkbox"/> climática
<input type="checkbox"/> reflorestamento	<input checked="" type="checkbox"/> pastagem	<input type="checkbox"/> agricultura
Descrição: FRAGMENTO DE VEGETAÇÃO PRIMÁRIA DO LADO ESQUERDO DA RODOVIA. NO VALE, EXISTEM ALGUNS INDIVÍDUOS ARBÓREOS ISOLADOS E PEQUENO FRAGMENTO DE MATA CILIAR A JUSANTE.		

Interferências antrópicas: <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300, VICINAIS, PASTAGEM.	

Descrição:	Croqui do perfil de alteração
<p>Vale em formato “V” pertencente às escarpas existentes no interior do domínio da Formação Botucatu. Intenso processo erosivo nas vertentes. Na cabeceira da drenagem encontra-se a rodovia e a precariedade do sistema de drenagem leva à instabilidade do local, comprometendo o acostamento. No fundo do vale existe depósito de assoreamento.</p>	

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
FEIÇÕES EROSIVAS: SULCOS.	DIMENSÕES: OCORREM AO LONGO DE TODA A EXTENSÃO DAS VERTENTES DO VALE.

Documentação fotográfica:



Foto 13.1 – Vista geral de uma das vertentes do vale. Notar presença de sulcos erosivos ao longo de toda sua extensão.



Foto 13.2 – Tipo de material encontrado no ponto.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 14

Data: 12/10/2007

Equipe: FRANCELY E RIDENTE

Coordenadas (UTM): 771.418 m / 7.461.640 m

Cota: 629m

Localização: 236 a 239 – COMEÇO DA SERRA DE BOTUCATU

Substrato rochoso: <input checked="" type="checkbox"/> rocha sã <input type="checkbox"/> rocha alterada	
Grau de intemperismo:	Declividade: ~ 20%
Litologia: CONTATO NA CUESTA (ARENITO E BASALTO) INTERCALANDO	
Granulação/Granulometria: VARIADA	
Obs: ARENITO: km 237+300 a 237+700; BASALTO: km 236+800; COTA DO CONTATO: 650m.	

Materiais inconsolidados: <input checked="" type="checkbox"/> residuais <input type="checkbox"/> retrabalhados	
Variação em profundidade:	
Distribuição em área:	
Obs: CONTATO LITOLÓGICO	

Água		
<input type="checkbox"/> escoamento superficial	<input type="checkbox"/> infiltração	<input checked="" type="checkbox"/> área de recarga
<input type="checkbox"/> área de acúmulo de água	<input type="checkbox"/> poços existentes	profundidade do NA:
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
<input type="checkbox"/> escorregamento	<input type="checkbox"/> rastejo	<input type="checkbox"/> erosão
<input type="checkbox"/> assoreamento	<input type="checkbox"/> queda de blocos	<input type="checkbox"/> outro: CORRIDA DE BLOCOS
Obs: PRESENÇA DE ÁRVORES INCLINADAS, BLOCOS INSTÁVEIS DE BASALTO E BLOCOS DE ARENITO CAÍDOS NA PISTA. EXISTEM BLOCOS MENORES ANCORADOS PELO MURO DE ESPERA.		

Vegetação		
<input type="checkbox"/> pioneira	<input checked="" type="checkbox"/> secundária	<input type="checkbox"/> climática
<input type="checkbox"/> reflorestamento	<input type="checkbox"/> pastagem	<input checked="" type="checkbox"/> agricultura (E SILVICULTURA)
Descrição: VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO NA CUESTA. EXISTE PLANTIO DE EUCALIPTOS E CAFÉ.		

Interferências antrópicas: <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300, VICINAIS, RESIDÊNCIAS, PASTAGEM, AGRICULTURA E SILVICULTURA. NO km 238+100 HÁ O CRUZAMENTO DA LINHA DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA.	

Descrição:	Croqui do perfil de alteração

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
ÁRVORES INCLINADAS; BLOCOS INSTÁVEIS.	-

Documentação fotográfica:



14.1 – Vista geral do início da cuesta.



14.2 – Vista geral da cuesta basáltica de Botucatu.



14.3 – Restos de asfalto no sistema de drenagem da rodovia.



14.4 – Árvores inclinadas indicando a presença de rastejo (km 238).



14.5 – Blocos instáveis de basalto (km 239)



14.6 – Feições indicativas de queda de blocos no arenito (km 238+900).



14.7 – Corrida de blocos (ancorados pelo muro de espera em gabião).



14.8 – Deslocamento rochoso no arenito (km 238+300).



14.9 – Contato do arenito e do basalto. Notar estratificação cruzada do arenito.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 15

Data: 13/10/2007

Equipe: FRANCELY, RIDENTE E GUILHERME

Coordenadas (UTM): 762.327 m / 7.463.554 m

Cota: 821m

Localização: 247+000 - CÓRREGO DENTRO DA ÁREA URBANA (SESI)

Substrato rochoso: <input checked="" type="checkbox"/> rocha sã <input type="checkbox"/> rocha alterada	
Grau de intemperismo:	Declividade: 0-3%
Litologia: ARENITO MARÍLIA COM BASALTO NO FUNDO DO VALE	
Granulação/Granulometria:	
Obs: O LOCAL FOI ASSOREADO NA CONSTRUÇÃO DE BAIRRO A MONTANTE	

Materiais inconsolidados: <input type="checkbox"/> residuais <input type="checkbox"/> retrabalhados	
Variação em profundidade:	
Distribuição em área:	
Obs:	

Água		
<input type="checkbox"/> escoamento superficial	<input type="checkbox"/> infiltração	<input checked="" type="checkbox"/> área de recarga
<input checked="" type="checkbox"/> área de acúmulo de água	<input type="checkbox"/> poços existentes	profundidade do NA: AFLORANTE
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
<input type="checkbox"/> escoamento	<input type="checkbox"/> rastejo	<input type="checkbox"/> erosão
<input type="checkbox"/> assoreamento	<input type="checkbox"/> queda de blocos	<input checked="" type="checkbox"/> outro: ENCHENTE / ALAGAMENTO
Obs: FALTA DE SISTEMA DE DRENAGEM.		

Vegetação		
<input type="checkbox"/> pioneira	<input type="checkbox"/> secundária	<input type="checkbox"/> climática
<input type="checkbox"/> reflorestamento	<input checked="" type="checkbox"/> pastagem	<input type="checkbox"/> agricultura
Descrição: ALGUNS INDIVÍDUOS ARBÓREOS ISOLADOS EM MEIO À ÁREA URBANA E À PASTAGEM.		

Interferências antrópicas: <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Obs: TRÁFEGO DE PESSOAS	
Uso do solo: RODOVIA SP-300, VICINAIS, ÁREA URBANA, PASTAGEM.	

Descrição:	Croqui do perfil de alteração
Córrego dentro da área urbana, com blocos de basalto no seu leito.	

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
MARCAS DE ÁGUA EM PAREDES / MUROS.	-

Documentação fotográfica:



15.1 – Vista geral da Rodovia SP-300.



15.2 – Vista do córrego.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 16

Data: 13/10/2007

Equipe: FRANCELY, RIDENTE E GUILHERME

Coordenadas (UTM): 764.515 m / 7.462.159 m

Cota: 830 m

Localização: km 244+800

Substrato rochoso: () rocha sã (X) rocha alterada	
Grau de intemperismo: SOLO LATERÍTICO	
Litologia: CONTATO BASALTO x ARENITO MARÍLIA	Declividade: > 10%
Granulação/Granulometria: VARIADA	
Obs:	

Materiais inconsolidados: (X) residuais () retrabalhados	
Variação em profundidade:	
Distribuição em área: REGIONAL	
Obs:	

Água		
(X) escoamento superficial	() infiltração	() área de recarga
() área de acúmulo de água	() poços existentes	profundidade do NA:
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
() escorregamento	() rastejo	(p) erosão
() assoreamento	() queda de blocos	() outro:
Obs: INEXISTÊNCIA DE SISTEMA DE DRENAGEM NA RODOVIA. 2.250m ² DE SOLO EXPOSTO AO LADO DO ACOSTAMENTO DA RODOVIA (LADO ESQUERDO).		

Vegetação		
() pioneira	(X) secundária	() climática
() reflorestamento	(X) pastagem	() agricultura
Descrição: PEQUENOS FRAGMENTOS ISOLADOS DE MATA CILIAR CERCADOS POR PASTAGEM E AGRICULTURA. EXISTEM INDIVÍDUOS ARBÓREOS ISOLADOS EM MEIO À PASTAGEM.		

Interferências antrópicas: (X) sim () não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300, VICINAIS, RESIDÊNCIAS, PASTAGEM, AGRICULTURA.	

Descrição:	Croqui do perfil de alteração
Afloramento de basalto (Fm. Serra Geral) no fundo de vale sobreposto por arenito da Fm. Marília.	

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
SOLO EXPOSTO.	ÁREA: 2250m ² .

Documentação fotográfica:	

FICHA DE CAMPO

Ponto: 17

Data: 13/10/2007

Equipe: FRANCELY, RIDENTE E GUILHERME.

Coordenadas (UTM): 765.434 m / 7.461.468 m

Cota: 835m

Localização: km 243+400

Substrato rochoso: <input type="checkbox"/> rocha sã <input checked="" type="checkbox"/> rocha alterada	
Grau de intemperismo: SOLO LATERÍTICO	
Litologia: ARENITO NO TOPO DO MORRO	Declividade: 0-3%
Granulação/Granulometria: ARENOSA	
Obs: ARENITO NO TOPO DE MORRO INTERCALADO COM BASALTO NA VERTENTE	

Materiais inconsolidados: <input checked="" type="checkbox"/> residuais <input type="checkbox"/> retrabalhados	
Variação em profundidade: > 5m	
Distribuição em área: REGIONAL	
Obs:	

Água		
<input type="checkbox"/> escoamento superficial	<input type="checkbox"/> infiltração	<input checked="" type="checkbox"/> área de recarga
<input type="checkbox"/> área de acúmulo de água	<input type="checkbox"/> poços existentes	profundidade do NA: > 5m
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
<input type="checkbox"/> escorregamento	<input type="checkbox"/> rastejo	<input type="checkbox"/> erosão
<input type="checkbox"/> assoreamento	<input type="checkbox"/> queda de blocos	<input type="checkbox"/> outro:
Obs: EXTENSA ÁREA AGRÍCOLA DE SOLO EXPOSTO DO LADO DIREITO DA RODOVIA ALIADA À FALTA SISTEMA DE DRENAGEM NA RODOVIA.		

Vegetação		
<input type="checkbox"/> pioneira	<input checked="" type="checkbox"/> secundária	<input type="checkbox"/> climática
<input type="checkbox"/> reflorestamento	<input checked="" type="checkbox"/> pastagem	<input checked="" type="checkbox"/> agricultura
Descrição: PEQUENO FRAGMENTO DE MATA CILIAR CERCADO POR PASTAGEM E INTERROMPIDO PELA FAIXA DE DOMÍNIO DA RODOVIA.		

Interferências antrópicas: <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300, VICINAIS, PASTAGEM, AGRICULTURA, RESIDÊNCIAS.	

<p>Descrição:</p> <p>Ponto de verificação. Arenito no topo do morro e basalto nas vertentes.</p>	<p>Croqui do perfil de alteração</p>
--	--------------------------------------

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
SOLO EXPOSTO	ÁREA: 200000m ² .

Documentação fotográfica:



17.1 – Arenito de topo de morro.



17.2 – Afloramento de basalto na vertente intercalado com o arenito do topo de morro.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 18

Data: 13/10/2007

Equipe: FRANCELY, RIDENTE E GUILHERME.

Coordenadas (UTM): 767.660 m / 7.460.747 m

Cota: 886m

Localização: km 241+000

Substrato rochoso: () rocha sã (X) rocha alterada	
Grau de intemperismo: SOLO LATERÍTICO	
Litologia: ARENITO MARÍLIA NO TOPO DO MORRO	Declividade: 0-3%
Granulação/Granulometria: ARENOSA	
Obs:	

Materiais inconsolidados: (X) residuais () retrabalhados	
Variação em profundidade: > 5m	
Distribuição em área: TOPO DE MORRO REGIONAL	
Obs:	

Água		
() escoamento superficial	() infiltração	(X) área de recarga
() área de acúmulo de água	() poços existentes	profundidade do NA: > 5m
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
() escorregamento	() rastejo	(p) erosão
() assoreamento	() queda de blocos	() outro:
Obs: ÁREA DE 10000m ² DE SOLO EXPOSTO NO INTERIOR DA FAIXA DE DOMÍNIO. FALTA DE SISTEMA DE DRENAGEM NA RODOVIA.		

Vegetação		
() pioneira	(X) secundária	() climática
() reflorestamento	(X) pastagem	(X) agricultura
Descrição: FRAGMENTO DE MATA CILIAR CERCADO POR AGRICULTURA E PASTAGEM. EXISTEM ALGUNS INDIVÍDUOS ARBÓREOS ISOLADOS EM MEIO À PASTAGEM.		

Interferências antrópicas: (X) sim () não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300, VICINAIS, RESIDÊNCIAS, GALPÃO, AGRICULTURA E PASTAGEM.	

Descrição:	Croqui do perfil de alteração
Ponto de verificação de arenito.	

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
SOLO EXPOSTO	ÁREA: 10000m ² .

Documentação fotográfica:



18.1 – Ponto de verificação de arenito.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 19

Data: 21/04/2008

Equipe: RIDENTE

Coordenadas (UTM): 771.320 m / 7.461.588 m

Cota: 650 m

Localização: Início da Serra – km 236+100 LE

Substrato rochoso: () rocha sã (X) rocha alterada	
Grau de intemperismo: SOLO COLUVIONAR ou ATERRO	
Litologia: FORMAÇÃO BOTUCATU	Declividade: 10-20%
Granulação/Granulometria: ARENOSA	
Obs: INÍCIO DA SUBIDA DA SERRA.	

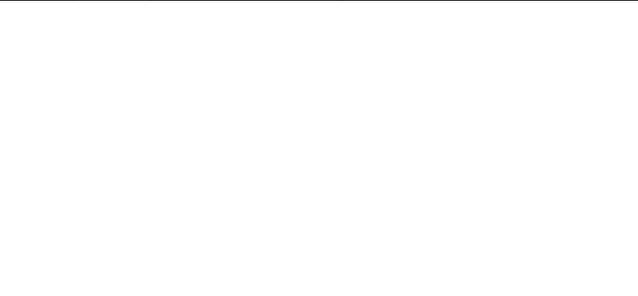
Materiais inconsolidados: () residuais (X) retrabalhados	
Variação em profundidade: INDEFINIDO	
Distribuição em área: LOCAL	
Obs:	

Água		
(X) escoamento superficial	() infiltração	() área de recarga
() área de acúmulo de água	() poços existentes	profundidade do NA: > 2m
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
(e) escorregamento	() rastejo	(e) erosão
() assoreamento	() queda de blocos	() outro
Obs: 2 (DUAS) RAVINAS EM SOLO LOCALIZADO A JUSANTE DA RODOVIA. UMA DELAS ESTÁ RELACIONADA À CICATRIZ DE ESCORREGAMENTO, QUE SE ENCONTRA A MENOS DE 1m DA CRISTA.		

Vegetação		
() pioneira	(X) secundária	() climática
() reflorestamento	(X) pastagem	(X) agricultura
Descrição: GRAMÍNEAS, MATA CILIAR.		

Interferências antrópicas: (X) sim () não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300, VICINAIS, AGRICULTURA E PASTAGEM. POSSÍVEL ATERRO DA RODOVIA.	

Descrição:	Croqui do perfil de alteração
<p>As duas ravinas localizam-se do lado esquerdo da rodovia. Uma foi provavelmente ocasionada por ineficiência de sistema de drenagem da rodovia, agravada por prática agrícola. A outra, pela existência de cicatriz de escorregamento a jusante da rodovia, distando cerca de 1m da guarnição, podendo vir a atingir a pista futuramente. Alto grau de criticidade.</p>	

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
FEIÇÕES EROSIVAS: RAVINAS.	DIMENSÕES: 30m compr., 6m larg., 2m prof.; 30m compr., 10m larg., 5m prof.; ÁREA AFETADA: 180m ² ; 300m ² .

Documentação fotográfica:



Foto 19.1 – Crista do escorregamento distando cerca de 1m da guarnição da pista.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 20

Data: 21/04/2008

Equipe: RIDENTE

Coordenadas (UTM): 770.891 m / 7.461.223 m

Cota: 690 m

Localização: INÍCIO DA SERRA – km 236+700 (LADO DIREITO)

Substrato rochoso: <input checked="" type="checkbox"/> rocha sã <input type="checkbox"/> rocha alterada
Grau de intemperismo: ROCHA SÃ COBERTA POR DEPÓSITO DE TÁLUS
Litologia: FORMAÇÃO BOTUCATU Declividade: > 20%
Granulação/Granulometria: ARENOSA
Obs: TALUDE DE CORTE DA RODOVIA

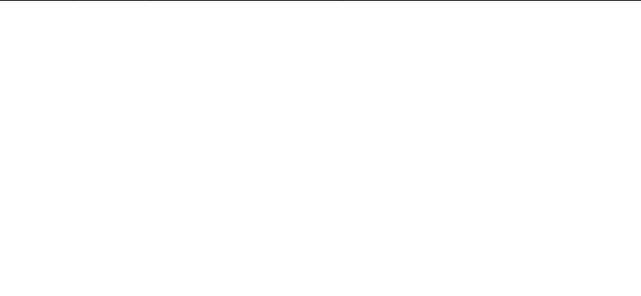
Materiais inconsolidados: <input type="checkbox"/> residuais <input checked="" type="checkbox"/> retrabalhados
Varição em profundidade: < 1m
Distribuição em área: PEQUENA
Obs: PROVÁVEL DEPÓSITO DE TÁLUS

Água
<input checked="" type="checkbox"/> escoamento superficial <input type="checkbox"/> infiltração <input type="checkbox"/> área de recarga
<input type="checkbox"/> área de acúmulo de água <input type="checkbox"/> poços existentes profundidade do NA: > 2m
Obs:

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)
<input type="checkbox"/> escoamento <input type="checkbox"/> rastejo <input type="checkbox"/> erosão
<input type="checkbox"/> assoreamento <input type="checkbox"/> queda de blocos <input type="checkbox"/> outro
Obs: ESCORREGAMENTO POR ROLAMENTO DE BLOCOS ROCHOSOS PROVENIENTES DO DEPÓSITO DE TÁLUS QUE SE ENCONTRA SOBRE O ARENITO BOTUCATU. RAVINA A JUSANTE, DO LADO ESQUERDO; NÃO FOTOGRAFADA POR DIFICULDADE DE ACESSO.

Vegetação
<input type="checkbox"/> pioneira <input checked="" type="checkbox"/> secundária <input type="checkbox"/> climática
<input type="checkbox"/> reflorestamento <input checked="" type="checkbox"/> pastagem <input checked="" type="checkbox"/> agricultura
Descrição: FRAGMENTO FLORESTAL ESPARSO CERCADO POR AGRICULTURA E PASTAGEM.

Interferências antrópicas: <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Obs:
Uso do solo: RODOVIA SP-300, VICINAL, AGRICULTURA, PASTAGEM. ÁREA DE CORTE DA RODOVIA.

Descrição:	Croqui do perfil de alteração
<p>Existe a exposição do arenito Botucatu no talude de corte da rodovia, que é recoberto por depósito de tálus composto por blocos de basalto com tamanhos heterogêneos em meio a solo arenoso de coloração escura. Dimensões do talude de corte 5m de altura x 20m de extensão. Alto grau de criticidade.</p>	

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
FEIÇÃO DE MASSA MOVIMENTADA FEIÇÃO EROSIVA	GEOMETRIA: PLANAR VOLUME: INDETERMINADO DIMENSÕES: 120m compr., 10m larg., 2m prof. ÁREA AFETADA: 1200m ² .

Documentação fotográfica:



Foto 20.1 – Talude de corte da rodovia em Arenito coberto por material de tálus.



Foto 20.2 – Feição erosiva a jusante da rodovia provavelmente causada por antiga cicatriz de escorregamento.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 21

Data: 21/04/2008

Equipe: RIDENTE

Coordenadas (UTM): 770.811 m / 7.461.255 m

Cota: 700 m

Localização: SERRA – km 236+850 LADO DIREITO

Substrato rochoso: <input checked="" type="checkbox"/> rocha sã <input type="checkbox"/> rocha alterada	
Grau de intemperismo: ROCHA SÃ COBERTA POR DEPÓSITO DE TÁLUS	
Litologia: FORMAÇÃO BOTUCATU/FORMAÇÃO SERRA GERAL	Declividade: > 20%
Granulação/Granulometria: INDEFINIDA	
Obs: TALUDE DE CORTE DA RODOVIA.	

Materiais inconsolidados: <input type="checkbox"/> residuais <input checked="" type="checkbox"/> retrabalhados	
Variação em profundidade: < 1m	
Distribuição em área: LOCAL	
Obs: PROVÁVEL DEPÓSITO DE TÁLUS	

Água		
<input checked="" type="checkbox"/> escoamento superficial	<input type="checkbox"/> infiltração	<input type="checkbox"/> área de recarga
<input type="checkbox"/> área de acúmulo de água	<input type="checkbox"/> poços existentes	profundidade do NA: > 2m
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
<input checked="" type="checkbox"/> escorregamento	<input type="checkbox"/> rastejo	<input type="checkbox"/> erosão
<input type="checkbox"/> assoreamento	<input type="checkbox"/> queda de blocos	<input checked="" type="checkbox"/> outro: ROLAMENTO DE BLOCOS
Obs: ANTIGA CICATRIZ DE ESCORREGAMENTO QUE ESTÁ EM ATIVIDADE POR ROLAMENTO DE BLOCOS ROCHOSOS PROVENIENTES DO DEPÓSITO DE TÁLUS QUE SE ENCONTRA SOBRE O ARENITO BOTUCATU.		

Vegetação		
<input type="checkbox"/> pioneira	<input checked="" type="checkbox"/> secundária	<input type="checkbox"/> climática
<input type="checkbox"/> reflorestamento	<input checked="" type="checkbox"/> pastagem	<input checked="" type="checkbox"/> agricultura
Descrição: FRAGMENTO FLORESTAL ESPARSO CERCADO POR AGRICULTURA E PASTAGEM.		

Interferências antrópicas: <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300, AGRICULTURA, PASTAGEM. TALUDE DE CORTE DA RODOVIA.	

<p>Descrição:</p> <p>Existe a exposição do arenito Botucatu em contato com o basalto Serra Geral no talude de corte da rodovia, que é recoberto por depósito de tálus composto por blocos de basalto com tamanhos heterogêneos em meio a solo arenoso de coloração escura. Dimensões do talude de corte: 20m de altura x 20m de extensão. Alto grau de criticidade.</p>	<p>Croqui do perfil de alteração</p>
---	--------------------------------------

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
PRESENÇA DE BLOCOS INSTÁVEIS	NÚMERO: INDETERMINADO TAMANHO: VARIÁVEL (30 x 30 cm)

Documentação fotográfica:



Foto 21.1 – Cicatriz de escorregamento em talude de corte da rodovia em contato entre o arenito e o basalto coberto por material de tálus.



Foto 21.2 – Bloco de rocha proveniente do escorregamento atravessou a pista da rodovia.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 22

Data: 21/04/2008

Equipe: RIDENTE

Coordenadas (UTM): 770.759 m / 7.461.360 m

Cota: 740 m

Localização: SERRA – km 237+150 LADO DIREITO

Substrato rochoso: <input checked="" type="checkbox"/> rocha sã <input type="checkbox"/> rocha alterada	
Grau de intemperismo: ROCHA SÃ	
Litologia: FORMAÇÃO SERRA GERAL	Declividade: 90%
Granulação/Granulometria: INDEFINIDA	
Obs: TALUDE DE CORTE DA RODOVIA.	

Materiais inconsolidados: <input type="checkbox"/> residuais <input type="checkbox"/> retrabalhados	
Variação em profundidade:	
Distribuição em área: LOCAL	
Obs: MATERIAL INCONSOLIDADO NÃO VERIFICADO	

Água		
<input checked="" type="checkbox"/> escoamento superficial	<input type="checkbox"/> infiltração	<input type="checkbox"/> área de recarga
<input type="checkbox"/> área de acúmulo de água	<input type="checkbox"/> poços existentes	profundidade do NA: > 2m
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
<input type="checkbox"/> escorregamento	<input type="checkbox"/> rastejo	<input type="checkbox"/> erosão
<input type="checkbox"/> assoreamento	<input type="checkbox"/> queda de blocos	<input type="checkbox"/> outro
Obs: TALUDE DE CORTE DA RODOVIA EM ROCHA BASÁLTICA. POSSIBILIDADE DE QUEDA DE BLOCOS ROCHOSOS.		

Vegetação		
<input type="checkbox"/> pioneira	<input checked="" type="checkbox"/> secundária	<input type="checkbox"/> climática
<input type="checkbox"/> reflorestamento	<input type="checkbox"/> pastagem	<input type="checkbox"/> agricultura
Descrição: DENSO FRAGMENTO FLORESTAL.		

Interferências antrópicas: <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300. TALUDE DE CORTE DA RODOVIA.	

Descrição:	Croqui do perfil de alteração
Talude de corte da rodovia em basalto. Dimensões do talude de corte: 10m de altura x 100m de extensão. Alto grau de criticidade.	

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
PRESENÇA DE BLOCOS INSTÁVEIS	NÚMERO: INDETERMINADO TAMANHO: INDETERMINADO

Documentação fotográfica:



Foto 22.1 – Talude de corte da rodovia em basalto com potencial para queda de blocos.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 23

Data: 21/04/2008

Equipe: RIDENTE

Coordenadas (UTM): 770.450 m / 7.461.275 m

Cota: 750 m

Localização: SERRA – km 237+400 LADO DIREITO

Substrato rochoso: <input checked="" type="checkbox"/> rocha sã <input type="checkbox"/> rocha alterada
Grau de intemperismo: ROCHA SÃ COBERTA POR DEPÓSITO DE TÁLUS
Litologia: FORMAÇÃO SERRA GERAL Declividade: 90%
Granulação/Granulometria: INDEFINIDA
Obs: TALUDE DE CORTE DA RODOVIA.

Materiais inconsolidados: <input type="checkbox"/> residuais <input checked="" type="checkbox"/> retrabalhados
Variação em profundidade:
Distribuição em área: LOCAL
Obs: DEPÓSITO DE TÁLUS SOBRE UM POSSÍVEL “TRAP” DE ARENITO.

Água
<input checked="" type="checkbox"/> escoamento superficial <input type="checkbox"/> infiltração <input type="checkbox"/> área de recarga
<input type="checkbox"/> área de acúmulo de água <input type="checkbox"/> poços existentes profundidade do NA: > 2m
Obs:

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)
<input type="checkbox"/> escorregamento <input type="checkbox"/> rastejo <input type="checkbox"/> erosão
<input type="checkbox"/> assoreamento <input type="checkbox"/> queda de blocos <input type="checkbox"/> outro
Obs: VERTENTE A MONTANTE DA RODOVIA COM FEIÇÕES QUE INDICAM A OCORRÊNCIA DE RASTEJO. ABATIMENTOS NO TERRENO E ÁRVORES INCLINADAS. CICATRIZ DE ESCORREGAMENTO ATIVA POR ROLAMENTO DE BLOCOS ROCHOSOS DO DEPÓSITO DE TÁLUS.

Vegetação
<input type="checkbox"/> pioneira <input checked="" type="checkbox"/> secundária <input type="checkbox"/> climática
<input type="checkbox"/> reflorestamento <input checked="" type="checkbox"/> pastagem <input checked="" type="checkbox"/> agricultura
Descrição: DENSO FRAGMENTO FLORESTAL CORTADO NA BORDA PELA RODOVIA, CERCADO POR PASTAGEM E AGRICULTURA.

Interferências antrópicas: <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Obs:
Uso do solo: RODOVIA SP-300, PASTAGEM, AGRICULTURA. TALUDE DE CORTE DA RODOVIA.

Descrição:	Croqui do perfil de alteração
Extensa área à montante da rodovia onde existe um possível “trap” de arenito no meio do basalto, coberto por depósito de tálus. Dimensões do talude de corte: 10m de altura x 100m de extensão. Alto grau de criticidade.	

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
- DEGRAUS DE ABATIMENTO, ÁRVORES INCLINADAS. - FEIÇÕES DE MASSA MOVIMENTADAS	- ALTURA DOS DEGRAUS: INDETERMINADA DISTRIBUIÇÃO EM ÁREA DAS ÁRVORES: ~ 100m². - GEOMETRIA: CIRCULAR VOLUME: INDETERMINADO

Documentação fotográfica:



Foto 23.1 – Talude de corte da rodovia onde são visíveis as cicatrizes de movimentação à montante e as árvores inclinadas no talude, o que evidencia a movimentação por rastejo.

Foto 23.2 – Talude de corte da rodovia no km 237+500 mostrando uma cicatriz de escorregamento com o material de tálus sobre o arenito cozido.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 24

Data: 21/04/2008

Equipe: RIDENTE

Coordenadas (UTM): 770.245 m / 7.461.251 m

Cota: 770 m

Localização: Serra – km 236+600 LD

Substrato rochoso: <input checked="" type="checkbox"/> rocha sã <input type="checkbox"/> rocha alterada
Grau de intemperismo: ROCHA SÃ COBERTA POR DEPÓSITO DE TÁLUS
Litologia: FORMAÇÃO SERRA GERAL Declividade: 90%
Granulação/Granulometria: INDEFINIDA
Obs: TALUDE DE CORTE DA RODOVIA.

Materiais inconsolidados: <input type="checkbox"/> residuais <input checked="" type="checkbox"/> retrabalhados
Varição em profundidade: < 1m
Distribuição em área: LOCAL
OBS: PROVÁVEL DEPÓSITO DE TÁLUS

Água
<input checked="" type="checkbox"/> escoamento superficial <input type="checkbox"/> infiltração <input type="checkbox"/> área de recarga
<input type="checkbox"/> área de acúmulo de água <input type="checkbox"/> poços existentes profundidade do NA: > 2m
Obs:

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)
<input checked="" type="checkbox"/> escorregamento <input type="checkbox"/> rastejo <input type="checkbox"/> erosão
<input type="checkbox"/> assoreamento <input checked="" type="checkbox"/> queda de blocos <input type="checkbox"/> outro
Obs: ANTIGA CICATRIZ DE ESCORREGAMENTO ESTÁ EM ATIVIDADE POR ROLAMENTO DE BLOCOS ROCHOSOS PROVENIENTES DO DEPÓSITO DE TÁLUS QUE SE ENCONTRA SOBRE O ARENITO BOTUCATU.

Vegetação
<input type="checkbox"/> pioneira <input checked="" type="checkbox"/> secundária <input type="checkbox"/> climática
<input type="checkbox"/> reflorestamento <input checked="" type="checkbox"/> pastagem <input type="checkbox"/> agricultura
Descrição: FRAGMENTO FLORESTAL CERCADO POR PASTAGEM.

Interferências antrópicas: <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Obs:
Uso do solo: RODOVIA SP-300, PASTAGEM. TALUDE DE CORTE DA RODOVIA.

Descrição:	Croqui do perfil de alteração
Existe a exposição do “trap” arenito no talude de corte da rodovia, que é recoberto por depósito de tálus composto por blocos de basalto com tamanhos heterogêneos em meio a solo arenoso de coloração escura. Dimensões do talude de corte: 5m de altura x 10m de extensão. Alto grau de criticidade.	

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
- FEIÇÃO DE MASSA MOVIMENTADA - PRESENÇA DE BLOCOS INSTÁVEIS	- GEOMETRIA: PLANAR - VOLUME: INDETERMINADO - NÚMERO DE BLOCOS: INDETERMINADO - TAMANHO DOS BLOCOS: VARIÁVEL

Documentação fotográfica:



Foto 24.1 – Vista lateral do material proveniente do escorregamento gerando queda de blocos de grandes dimensões.



Foto 24.2 – Vista frontal do escorregamento mostrando o contato entre o arenito e o depósito de tálus. Atentar para o tamanho dos blocos de rocha.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 25

Data: 21/04/2008

Equipe: RIDENTE

Coordenadas (UTM): 770.029 m / 7.461.111 m

Cota: 780 m

Localização: SERRA – km 237+900 LADO ESQUERDO

Substrato rochoso: <input type="checkbox"/> rocha sã <input checked="" type="checkbox"/> rocha alterada	
Grau de intemperismo: SOLO COLUVIONAR OU ATERRO	
Litologia: FORMAÇÃO SERRA GERAL	Declividade: > 20%
Granulação/Granulometria:	
Obs: PLATAFORMA DA PISTA	

Materiais inconsolidados: <input type="checkbox"/> residuais <input type="checkbox"/> retrabalhados	
Variação em profundidade: INDEFINIDO	
Distribuição em área: LOCAL	
Obs:	

Água		
<input checked="" type="checkbox"/> escoamento superficial	<input type="checkbox"/> infiltração	<input type="checkbox"/> área de recarga
<input type="checkbox"/> área de acúmulo de água	<input type="checkbox"/> poços existentes	profundidade do NA: > 2m
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
<input type="checkbox"/> escorregamento	<input type="checkbox"/> rastejo	<input type="checkbox"/> erosão
<input type="checkbox"/> assoreamento	<input type="checkbox"/> queda de blocos	<input type="checkbox"/> outro
Obs: RAVINA EM ESCORREGAMENTO EM SOLO LOCALIZADO A JUSANTE DA RODOVIA, QUE SE ENCONTRA A MENOS DE 1m DA CRISTA, NÃO FOTOGRAFADA DEVIDO A DIFICULDADE DE ACESSO.		

Vegetação		
<input type="checkbox"/> pioneira	<input type="checkbox"/> secundária	<input type="checkbox"/> climática
<input type="checkbox"/> reflorestamento	<input checked="" type="checkbox"/> pastagem	<input type="checkbox"/> agricultura
Descrição: ALGUNS INDIVÍDUOS ARBÓREOS ISOLADOS EM MEIO À PASTAGEM.		

Interferências antrópicas: <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300, PASTAGEM. POSSÍVEL ATERRO DA RODOVIA.	

Descrição:	Croqui do perfil de alteração
Existe abatimento na plataforma da rodovia causado por ineficiência do sistema de drenagem. Foi realizada impermeabilização das trincas no pavimento. Médio grau de criticidade.	

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
ABATIMENTO NA PISTA DA RODOVIA. FEIÇÃO EROSIVA: RAVINA.	DIMENSÕES: 30m compr., 3m larg., 1m prof. ÁREA AFETADA: 90m ² .

Documentação fotográfica:



Foto 25.1 – Abatimento na pista causado por ineficiência do sistema de drenagem, com degrau de aproximadamente 5cm, gerado por ravinamento a jusante da rodovia.

Foto 25.2 – Vista contrária do abatimento na pista causado por ineficiência do sistema de drenagem.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 26

Data: 21/04/2008

Equipe: RIDENTE

Coordenadas (UTM): 769.937 m / 7.460.754 m

Cota: 790 m

Localização: SERRA – km 237+400 LADO DIREITO

Substrato rochoso: <input checked="" type="checkbox"/> rocha sã <input type="checkbox"/> rocha alterada
Grau de intemperismo: ROCHA SÃ COBERTA POR DEPÓSITO DE TÁLUS
Litologia: FORMAÇÃO SERRA GERAL Declividade: 90%
Granulação/Granulometria: INDEFINIDA
Obs: TALUDE DE CORTE DA RODOVIA.

Materiais inconsolidados: <input type="checkbox"/> residuais <input checked="" type="checkbox"/> retrabalhados
Variação em profundidade:
Distribuição em área: LOCAL
Obs: DEPÓSITO DE TÁLUS SOBRE UM POSSÍVEL “TRAP” DE ARENITO

Água
<input checked="" type="checkbox"/> escoamento superficial <input type="checkbox"/> infiltração <input type="checkbox"/> área de recarga
<input type="checkbox"/> área de acúmulo de água <input type="checkbox"/> poços existentes profundidade do NA: > 2m
Obs:

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)
<input type="checkbox"/> escorregamento <input type="checkbox"/> rastejo <input type="checkbox"/> erosão
<input type="checkbox"/> assoreamento <input type="checkbox"/> queda de blocos <input type="checkbox"/> outro
Obs: VERTENTE A MONTANTE DA RODOVIA COM FEIÇÕES QUE INDICAM A OCORRÊNCIA DE RASTEJO. ABATIMENTOS NO TERRENO E ÁRVORES INCLINADAS.

Vegetação
<input type="checkbox"/> pioneira <input checked="" type="checkbox"/> secundária <input type="checkbox"/> climática
<input type="checkbox"/> reflorestamento <input checked="" type="checkbox"/> pastagem <input type="checkbox"/> agricultura
Descrição: FRAGMENTO FLORESTAL ISOLADO, DE VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA, CERCADO POR PASTAGEM.

Interferências antrópicas: <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Obs:
Uso do solo: RODOVIA SP-300, PASTAGEM. TALUDE DE CORTE DA RODOVIA.

Descrição:	Croqui do perfil de alteração
Área à montante da rodovia onde existe um possível “trap” de arenito no meio do basalto, coberto por depósito de tálus. Dimensões do talude de corte: 10m de altura x 50m de extensão. Alto grau de criticidade.	

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
DEGRAUS DE ABATIMENTO	ALTURA DOS DEGRAUS: ~50 cm
ÁRVORES INCLINADAS	DISTRIBUIÇÃO EM ÁREA DAS ÁRVORES: ~10m ²

Documentação fotográfica:



Foto 26.1 – Talude de corte da rodovia onde é visível os abatimentos no terreno à montante e as árvores inclinadas no talude, o que evidencia a movimentação por rastejo.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 27

Data: 21/04/2008

Equipe: RIDENTE

Coordenadas (UTM): 769.812 m / 7.460.654 m

Cota: 800 m

Localização: SERRA – km 238+300 LADO DIREITO

Substrato rochoso: <input checked="" type="checkbox"/> rocha sã <input type="checkbox"/> rocha alterada	
Grau de intemperismo: ROCHA SÃ	
Litologia: FORMAÇÃO SERRA GERAL “TRAP” DE ARENITO	Declividade: 90%
Granulação/Granulometria: INDEFINIDA	
Obs: TALUDE DE CORTE DA RODOVIA.	

Materiais inconsolidados: <input type="checkbox"/> residuais <input type="checkbox"/> retrabalhados	
Variação em profundidade:	
Distribuição em área: LOCAL	
Obs: MATERIAL INCONSOLIDADO NÃO VERIFICADO	

Água		
<input checked="" type="checkbox"/> escoamento superficial	<input type="checkbox"/> infiltração	<input type="checkbox"/> área de recarga
<input type="checkbox"/> área de acúmulo de água	<input type="checkbox"/> poços existentes	profundidade do NA: > 2m
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
<input type="checkbox"/> escorregamento	<input type="checkbox"/> rastejo	<input type="checkbox"/> erosão
<input type="checkbox"/> assoreamento	<input type="checkbox"/> queda de blocos	<input type="checkbox"/> outro
Obs: TALUDE DE CORTE DA RODOVIA EM ROCHA ARENÍTICA. POSSIBILIDADE DE QUEDA DE BLOCOS ROCHOSOS.		

Vegetação		
<input type="checkbox"/> pioneira	<input checked="" type="checkbox"/> secundária	<input type="checkbox"/> climática
<input type="checkbox"/> reflorestamento	<input checked="" type="checkbox"/> pastagem	<input type="checkbox"/> agricultura
Descrição: FRAGMENTO FLORESTAL CERCADO POR PASTAGEM.		

Interferências antrópicas: <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300, PASTAGEM. TALUDE DE CORTE DA RODOVIA.	

<p>Descrição:</p> <p>Talude de corte da rodovia em arenito com queda de blocos causada pela direção desfavorável à segurança do acamamento da rocha. Dimensões do talude de corte: 3m de altura x 10m de extensão. Médio grau de criticidade.</p>	<p>Croqui do perfil de alteração</p>
--	---

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
PRESENÇA DE BLOCOS INSTÁVEIS	NÚMERO DE BLOCOS: CERCA DE 5 BLOCOS TAMANHO DOS BLOCOS: VARIÁVEL

Documentação fotográfica:



Foto 27.1 – Talude de corte da rodovia em arenito com potencial para queda de blocos.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 28

Data: 21/04/2008

Equipe: RIDENTE

Coordenadas (UTM): 769.684 m / 7.460.453 m

Cota: 870 m

Localização: SERRA – km 238+600 LADO DIREITO

Substrato rochoso: <input checked="" type="checkbox"/> rocha sã <input type="checkbox"/> rocha alterada	
Grau de intemperismo: ROCHA SÃ	
Litologia: FORMAÇÃO SERRA GERAL	Declividade: 90%
Granulação/Granulometria: INDEFINIDA	
Obs: TALUDE DE CORTE DA RODOVIA.	

Materiais inconsolidados: <input type="checkbox"/> residuais <input checked="" type="checkbox"/> retrabalhados	
Variação em profundidade: INDEFINIDA	
Distribuição em área: LOCAL	
Obs:	

Água		
<input checked="" type="checkbox"/> escoamento superficial	<input type="checkbox"/> infiltração	<input type="checkbox"/> área de recarga
<input type="checkbox"/> área de acúmulo de água	<input type="checkbox"/> poços existentes	profundidade do NA: > 2m
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
<input type="checkbox"/> escorregamento	<input type="checkbox"/> rastejo	<input type="checkbox"/> erosão
<input type="checkbox"/> assoreamento	<input type="checkbox"/> queda de blocos	<input type="checkbox"/> outro
Obs: ESCORREGAMENTO DE BLOCOS DE ROCHA.		

Vegetação		
<input type="checkbox"/> pioneira	<input checked="" type="checkbox"/> secundária	<input type="checkbox"/> climática
<input type="checkbox"/> reflorestamento	<input checked="" type="checkbox"/> pastagem	<input type="checkbox"/> agricultura
Descrição: FRAGMENTO DE MATA CILIAR CERCADO POR PASTAGEM.		

Interferências antrópicas: <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300, PASTAGEM. TALUDE DE CORTE DA RODOVIA.	

<p>Descrição:</p> <p>Talude de corte da rodovia com antiga cicatriz de escorregamento que continua ativa com a queda de blocos rochosos. Dimensões do talude de corte: 20m de altura x 30m de extensão. Existe um muro de espera em gabião completamente preenchido. Alto grau de criticidade.</p>	<p>Croqui do perfil de alteração</p>
--	--------------------------------------

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
PRESENÇA DE BLOCOS INSTÁVEIS	NÚMERO DE BLOCOS: INDETERMINADO TAMANHO DOS BLOCOS: VARIÁVEL

Documentação fotográfica:



Foto 28.1 – Talude de corte da rodovia onde é visível a antiga cicatriz de escorregamento e a continuidade do processo por queda de blocos. Muro de espera em gabião ineficiente por estar completamente preenchido por blocos de rocha.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 29

Data: 21/04/2008

Equipe: RIDENTE

Coordenadas (UTM): 769.532 m / 7.460.277 m

Cota: 870 m

Localização: SERRA – km 238+800 ao 239+300 LADO DIREITO

Substrato rochoso: <input checked="" type="checkbox"/> rocha sã <input checked="" type="checkbox"/> rocha alterada	
Grau de intemperismo: ROCHA SÃ	
Litologia: FORMAÇÃO SERRA GERAL	Declividade: 90%
Granulação/Granulometria: INDEFINIDA	
Obs: TALUDE DE CORTE DA RODOVIA.	

Materiais inconsolidados: <input type="checkbox"/> residuais <input checked="" type="checkbox"/> retrabalhados	
Variação em profundidade: INDEFINIDA	
Distribuição em área: LOCAL	
Obs:	

Água		
<input checked="" type="checkbox"/> escoamento superficial	<input type="checkbox"/> infiltração	<input type="checkbox"/> área de recarga
<input type="checkbox"/> área de acúmulo de água	<input type="checkbox"/> poços existentes	profundidade do NA: > 2m
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
<input type="checkbox"/> escorregamento	<input type="checkbox"/> rastejo	<input type="checkbox"/> erosão
<input type="checkbox"/> assoreamento	<input type="checkbox"/> queda de blocos	<input type="checkbox"/> outro
OBS: QUEDA DE BLOCOS DE ROCHA.		

Vegetação		
<input type="checkbox"/> pioneira	<input type="checkbox"/> secundária	<input type="checkbox"/> climática
<input type="checkbox"/> reflorestamento	<input checked="" type="checkbox"/> pastagem	<input type="checkbox"/> agricultura
Descrição: ÁREA DE PASTAGEM. PRESENÇA DE ALGUNS INDIVÍDUOS ARBÓREOS ISOLADOS.		

Interferências antrópicas: <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300, VICINAIS, PASTAGEM. TALUDE DE CORTE DA RODOVIA.	

<p>Descrição:</p> <p>Talude de corte da rodovia em rocha de basalto, porém bastante heterogêneo com relação ao grau de alteração. Existem pequenos “traps” de arenito. Dimensões do talude de corte: 30m de altura x 500m de extensão. Alto grau de criticidade.</p>	<p>Croqui do perfil de alteração</p>
--	--------------------------------------

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
PRESENÇA DE BLOCOS INSTÁVEIS	NÚMERO DE BLOCOS: INDETERMINADO TAMANHO DOS BLOCOS: VARIÁVEL

Documentação fotográfica:



Foto 29.1 – Talude de corte da rodovia em rocha com a possibilidade de queda de blocos.



Foto 29.2 – Talude de corte da rodovia em rocha com "trap" de arenito sobre o basalto com queda de blocos.



Foto 29.3 – Detalhe do "trap" de arenito sobre o basalto com queda de blocos.



Foto 29.4 – Talude de corte da rodovia em rocha de basalto com queda de blocos.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 30
 Equipe: FRANCELY E RIDENTE
 Coordenadas (UTM): 781.570 m / 7.459.593 m
 Localização: km 224+700 LE

Data: 12/10/2007

Cota: 635m

Substrato rochoso: <input type="checkbox"/> rocha sã <input checked="" type="checkbox"/> rocha alterada	
Grau de intemperismo: SOLO SAPROLÍTICO	
Litologia: Fm. BOTUCATU	Declividade: 0-3%
Granulação/Granulometria: ARENOSA	
Obs: TOPO DE COLINAS AMPLAS	

Materiais inconsolidados: <input type="checkbox"/> residuais <input checked="" type="checkbox"/> retrabalhados	
Variação em profundidade: ~ 8M	
Distribuição em área: EXTENSO TOPO DE MORRO	
Obs: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	

Água		
<input type="checkbox"/> escoamento superficial	<input type="checkbox"/> infiltração	<input checked="" type="checkbox"/> área de recarga
<input type="checkbox"/> área de acúmulo de água	<input type="checkbox"/> poços existentes	profundidade do NA: ~ 9m
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
<input type="checkbox"/> escorregamento	<input type="checkbox"/> rastejo	<input type="checkbox"/> erosão (boçoroca)
<input type="checkbox"/> assoreamento	<input type="checkbox"/> queda de blocos	<input type="checkbox"/> outro
Obs: EROSÃO APARENTEMENTE ESTABILIZADA COM CURVAS DE NÍVEL E PROTEÇÃO SUPERFICIAL VEGETAL.		

Vegetação		
<input type="checkbox"/> pioneira	<input type="checkbox"/> secundária	<input type="checkbox"/> climática
<input type="checkbox"/> reflorestamento	<input checked="" type="checkbox"/> pastagem	<input checked="" type="checkbox"/> agricultura: SILVICULTURA
Descrição: FRAGMENTOS FLORESTAIS ISOLADOS DE MATA CILIAR, CERCADOS POR PASTAGEM E PLANTIO DE EUCALIPTOS.		

Interferências antrópicas: <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300, TREVO PARA ANHEMBI, PASTAGEM E SILVICULTURA (EUCALIPTOS).	

Descrição:	Croqui do perfil de alteração

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
FEIÇÕES EROSIVAS: RAVINA	DIMENSÕES: 2m prof., 15m comp., 5m larg., ÁREA AFETADA: 75m ² , PROFUNDIDADE DO N.A.: ~ 9m.

Documentação fotográfica:

SEM FOTOS

FICHA DE CAMPO

Ponto: 31

Data: 12/10/2007

Equipe: FRANCELY E RIDENTE

Coordenadas (UTM): 778.232 m / 7.459.833 m

Cota: 570m

Localização: 228+300 (BALANÇAS RECÉM INSTALADAS) – EROSÃO EM ATERRO

Substrato rochoso: () rocha sã (X) rocha alterada	
Grau de intemperismo: ATERRO RECENTE	
Litologia: Fm. BOTUCATU	Declividade:
Granulação/Granulometria: ARENOSA	
Obs:	

Materiais inconsolidados: () residuais (X) retrabalhados	
Variação em profundidade: 1m	
Distribuição em área: LOCAL	
Obs: LOCAL DE INSTALAÇÃO DAS BALANÇAS	

Água		
() escoamento superficial	() infiltração	(X) área de recarga
() área de acúmulo de água	() poços existentes	profundidade do NA:
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
() escorregamento	() rastejo	(e) erosão
() assoreamento	() queda de blocos	() outro:
Obs: RAVINA ATIVA (15m compr., 6m larg., 2m prof.) NA SAÍDA DO SISTEMA DE DRENAGEM RECÉM INSTALADO.		

Vegetação		
() pioneira	(X) secundária	() climática
() reflorestamento	(X) pastagem	(X) agricultura
Descrição: FRAGMENTO DE MATA CILIAR CERCADO POR PASTAGEM.		

Interferências antrópicas: (X) sim () não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300, VICINAIS, AGRICULTURA, PASTAGEM.	

Descrição:	Croqui do perfil de alteração
Local onde recentemente foi instalada balança na rodovia, sofreu movimentação de terra. Nos locais de aterro na saída da galeria formou-se a ravina.	

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
FEIÇÃO EROSIVA: RAVINA	DIMENSÕES: 15m compr., 6m larg., 2m prof.; ÁREA AFETADA: 90m ² .

Documentação fotográfica:



Foto 31.1 – Vista geral da área da balança. Notar sistema de drenagem.

Foto 31.2 – Vista lateral da feição erosiva.



Foto 31.3 – Vista frontal do processo.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 32

Data: 12/10/2007

Equipe: FRANCELY E RIDENTE

Coordenadas (UTM): 777.849 m / 7.460.128 m

Cota: 560m

Localização: 228+500 LD

Substrato rochoso: <input type="checkbox"/> rocha sã <input checked="" type="checkbox"/> rocha alterada	
Grau de intemperismo: SOLO ALUVIAL	
Litologia: ASSOREAMENTO	Declividade: 10-20%
Granulação/Granulometria: ARENOSA	
Obs: ÁREA DE VÁRZEA	

Materiais inconsolidados: <input type="checkbox"/> residuais <input checked="" type="checkbox"/> retrabalhados	
Variação em profundidade: INDEFINIDA	
Distribuição em área: 50m x 300m	
Obs:	

Água		
<input type="checkbox"/> escoamento superficial	<input type="checkbox"/> infiltração	<input type="checkbox"/> área de recarga
<input checked="" type="checkbox"/> área de acúmulo de água	<input type="checkbox"/> poços existentes	profundidade do NA: RASO
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
<input type="checkbox"/> escorregamento	<input type="checkbox"/> rastejo	<input type="checkbox"/> erosão
<input type="checkbox"/> assoreamento	<input type="checkbox"/> queda de blocos	<input type="checkbox"/> outro:
Obs: 4 (QUATRO) FEIÇÕES EROSIVAS DE PEQUENO PORTE VEGETADAS E APARENTEMENTE ESTABILIZADAS.		

Vegetação		
<input type="checkbox"/> pioneira	<input checked="" type="checkbox"/> secundária	<input type="checkbox"/> climática
<input type="checkbox"/> reflorestamento	<input checked="" type="checkbox"/> pastagem	<input type="checkbox"/> agricultura
Descrição: FRAGMENTOS FLORESTAIS DE MATA CILIAR E INDIVÍDUOS ISOLADOS.		

Interferências antrópicas: <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300, VICINAIS, PASTAGEM, RESIDÊNCIAS.	

<p>Descrição:</p> <p>Trata-se de um provável contato entre as Formações Pirambóia e Botucatu, onde é possível observar algumas feições erosivas de pequeno porte a montante da várzea assoreada.</p>	<p>Croqui do perfil de alteração</p>
--	--------------------------------------

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
FEIÇÕES EROSIVAS: RAVINAS	DIMENSÕES: INDETERMINADAS. ÁREA AFETADA: ~150m ² .

Documentação fotográfica:



Foto 32.1 – Vista geral de um dos processos cadastrados.

FICHA DE CAMPO

Ponto: 33

Data: 21/04/2008

Equipe: RIDENTE

Coordenadas (UTM): 769.951 m / 7.461.001 m

Cota: 790 m

Localização: SERRA – km 238+100 LE

Substrato rochoso: <input type="checkbox"/> rocha sã <input checked="" type="checkbox"/> rocha alterada	
Grau de intemperismo: SOLO COLUVIONAR OU ATERRO	
Litologia: FORMAÇÃO SERRA GERAL	Declividade: 10 - 20%
Granulação/Granulometria:	
Obs:	

Materiais inconsolidados: <input type="checkbox"/> residuais <input type="checkbox"/> retrabalhados	
Variação em profundidade: INDEFINIDO	
Distribuição em área: LOCAL	
Obs:	

Água		
<input checked="" type="checkbox"/> escoamento superficial	<input type="checkbox"/> infiltração	<input type="checkbox"/> área de recarga
<input type="checkbox"/> área de acúmulo de água	<input type="checkbox"/> poços existentes	profundidade do NA: > 2m
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
<input type="checkbox"/> escorregamento	<input type="checkbox"/> rastejo	<input type="checkbox"/> erosão
<input type="checkbox"/> assoreamento	<input type="checkbox"/> queda de blocos	<input type="checkbox"/> outro
Obs: RAVINA A JUSANTE DA RODOVIA NÃO FOTOGRAFADA POR DIFICULDADE DE ACESSO.		

Vegetação		
<input type="checkbox"/> pioneira	<input checked="" type="checkbox"/> secundária	<input type="checkbox"/> climática
<input type="checkbox"/> reflorestamento	<input checked="" type="checkbox"/> pastagem	<input type="checkbox"/> agricultura
Descrição: PEQUENO FRAGMENTO DE VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM MEIO À PASTAGEM. PRESENÇA DE ALGUNS INDIVÍDUOS ARBÓREOS ISOLADOS.		

Interferências antrópicas: <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300, PASTAGEM.	

Descrição:	Croqui do perfil de alteração
A feição erosiva está à aproximadamente 25m jusante da plataforma da pista, em local de difícil acesso.	

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
FEIÇÃO EROSIVA: RAVINA	DIMENSÕES: 60m compr., 10m larg., 4m prof. ÁREA AFETADA: 600m².

Documentação fotográfica:	
SEM FOTOS	

FICHA DE CAMPO

Ponto: 34

Data: 12 e 13/10/2007

Equipe: FRANCELY, RIDENTE E GUILHERME

Coordenadas (UTM): 772.350 m / 7.461.719 m

Cota: 640m

Localização: 234+700 LE

Substrato rochoso: <input checked="" type="checkbox"/> rocha sã <input checked="" type="checkbox"/> rocha alterada	
Grau de intemperismo: SOLO SAPROLÍTICO	
Litologia: Fm. BOTUCATU	Declividade:
Granulação/Granulometria: ARENOSA	
Obs:	

Materiais inconsolidados: <input checked="" type="checkbox"/> residuais <input type="checkbox"/> retrabalhados	
Variação em profundidade: < 1m	
Distribuição em área: REGIONAL – ESCARPA NO ARENITO	
Obs: LITÓLICO	

Água		
<input type="checkbox"/> escoamento superficial	<input type="checkbox"/> infiltração	<input checked="" type="checkbox"/> área de recarga
<input type="checkbox"/> área de acúmulo de água	<input type="checkbox"/> poços existentes	profundidade do NA: RASO
Obs:		

Processos da dinâmica superficial (e = existente; p = potencial)		
<input type="checkbox"/> escorregamento	<input type="checkbox"/> rastejo	<input type="checkbox"/> erosão
<input type="checkbox"/> assoreamento	<input type="checkbox"/> queda de blocos	<input type="checkbox"/> outro:
Obs: SOLO EXPOSTO COM SULCOS EROSIVOS PARCIALMENTE ESTABILIZADOS.		

Vegetação		
<input checked="" type="checkbox"/> pioneira	<input type="checkbox"/> secundária	<input type="checkbox"/> climática
<input type="checkbox"/> reflorestamento	<input checked="" type="checkbox"/> pastagem	<input type="checkbox"/> agricultura
Descrição: FRAGMENTO DE VEGETAÇÃO PRIMÁRIA DO LADO ESQUERDO DA RODOVIA. NO VALE, DO LADO DIREITO DA RODOVIA, EXISTEM ALGUNS INDIVÍDUOS ARBÓREOS ISOLADOS E PEQUENO FRAGMENTO DE MATA CILIAR A JUSANTE.		

Interferências antrópicas: <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Obs:	
Uso do solo: RODOVIA SP-300, VICINAIS, PASTAGEM.	

Descrição:	Croqui do perfil de alteração
Área de solo exposto próximo a grande vale entalhado em V (Ponto 13), com presença de pequenos sulcos erosivos.	

Indicadores ambientais:	Parâmetros aplicáveis:
FEIÇÕES EROSIVAS: SULCOS.	DIMENSÕES: INDETERMINADAS. ÁREA AFETADA: ~ 7000m².

Documentação fotográfica:	
SEM FOTOS	

APÊNDICE 3

CARTA GEOTÉCNICA DE SUSCETIBILIDADE AOS PROCESSOS DA DINÂMICA SUPERFICIAL

