

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

DANILO GONÇALVES DE ARAÚJO AMORIM

**MAPEAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO POR MEIO DE ANÁLISE
INTEGRADA NO PARQUE ESTADUAL DO JUQUERY
– FRANCO DA ROCHA – SP**

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Instituto de Geociências e Ciências
Exatas do Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Mestre em Geociências e Meio Ambiente

ORIENTADOR: PROF. DR. JOSÉ EDUARDO ZAINÉ

Rio Claro – SP
2015

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

DANILO GONÇALVES DE ARAÚJO AMORIM

MAPEAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO POR MEIO DE ANÁLISE
INTEGRADA NO PARQUE ESTADUAL DO JUQUERY
– FRANCO DA ROCHA – SP

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Instituto de Geociências e Ciências
Exatas do Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Mestre em Geociências e Meio Ambiente

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Zaine

Rio Claro – SP
2015

624.151 Amorim, Danilo Gonçalves de Araújo
A524m Mapeamento geológico-geotécnico por meio de análise integrada no Parque Estadual do Juquery - Franco da Rocha -SP / Danilo Gonçalves de Araújo Amorim. - Rio Claro, 2015
128 f. : il., figs., gráfs., tabs., quadros, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: José Eduardo Zaine

1. Geologia de engenharia. 2. Erosão. 3. Suscetibilidade à processos geológicos. 4. Geotecnia. 5. Meio ambiente. I. Título.

DANILO GONÇALVES DE ARAÚJO AMORIM

MAPEAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO POR MEIO DE ANÁLISE
INTEGRADA NO PARQUE ESTADUAL DO JUQUERY
- FRANCO DA ROCHA - SP

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geociências e Meio Ambiente

Comissão Examinadora

Prof. Dr. José Eduardo Zaine
IGCE/UNESP/Rio Claro (SP)

Prof. Dr. Antônio Roberto Saad
Universidade de Guarulhos/Guarulhos (SP)

Geol. Dra. Alessandra Cristina Corsi
IPT/ São Paulo (SP)

Rio Claro, SP 11 de setembro de 2015

*A meus pais Maricelma e Edson;
meu irmão Daniel
e minha noiva Danielle*

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. José Eduardo Zaine, pela orientação, confiança, estímulo, pelos desafios lançados, além disso, agradeço em especial, pela amizade, atenção e boa vontade para atender minhas dúvidas em dias e horas adversas, e por que não, inoportunas.

A meu ex-chefe e amigo Danilo Angelucci, pelo incentivo a pesquisa, sugestões, discussões e pelo aprendizado diário. Aos colegas de trabalho Felipe Araki e Marcella Dionello, pela compreensão nos dias de finalização desta dissertação, e pelas inúmeras sugestões para realização da apresentação para a defesa.

Aos grandes amigos Eng. Msc. Flavio Henrique Rodrigues (Flavião) e ao Geól. Luis Fernando Cordido (Abu), pela grande contribuição para que esta pesquisa alcançasse seus objetivos, seja no acompanhamento dos trabalhos de campo ou pelas discussões e sugestões, seja pelo incentivo ou pelas inúmeras plotagens de mapas, muito obrigado por tudo.

Aos meus pais Maricelma e Edson, por terem dedicado parte de suas vidas à minha formação, pelo amor e carinho que me foi dado, e pelo exemplo que vocês são para mim. A meu irmão Daniel, por todos os momentos que vivemos juntos, pela sua alegria e incentivo.

À Danielle Bocarde, minha noiva e amiga inseparável, agradeço por todo seu esforço e paciência, pelas revisões e discussões, e principalmente, pelo seu ombro amigo, que ouviu minhas angústias e não me deixou fraquejar em nenhum momento.

RESUMO

A área adotada para realização do estudo é o Parque Estadual do Juquery, localizado no município de Franco da Rocha, na Região Metropolitana de São Paulo, em uma região com histórico de inundação, deslizamento, e principalmente, processos erosivos. Em 2011, o município de Franco da Rocha ficou isolado devido à inundação do Rio Juqueri (limite norte da área objeto de pesquisa) e aos deslizamentos que bloquearam os acessos ao município. O estudo tem como objetivo realizar o mapeamento geológico-geotécnico, em escala 1:20.000, associado a caracterização das unidades identificadas, bem como, a avaliação das unidades em relação à suscetibilidade à processos erosivos e processos de escorregamentos. Desta forma, a pesquisa visa fornecer subsídio para o desenvolvimento de instrumentos de gestão ambiental, uma vez que o plano de manejo está em fase de contratação e a caracterização do meio físico é fundamental para sua elaboração de forma adequada. A longo prazo, se espera a redução dos impactos associados à processos geológicos, e conseqüentemente, a redução dos esforços e recursos gastos pelo poder público para atender a situações emergenciais. O método para caracterização geológico-geotécnica se baseia na técnica de análise fisiográfica integrada, que é sustentada por pesquisa bibliográfica, observação e interpretação de imagens aerofotogramétricas (fotoanálise), correlação de produtos de modelo numérico de terreno, e trabalho de campo. Com a finalidade de analisar e comparar o uso e ocupação do solo nos anos de 1977 e 2010/2011, foi realizada a compartimentação da área do parque em 5 unidades de interesse, utilizando técnicas de fotointerpretação e classificação manual. Para a avaliação de suscetibilidade das unidades foi adotado o método de análise gráfica, que é fundamentado na análise combinatória das variáveis de interesse. O mapeamento realizado subdividiu a área de estudo em 6 unidades geológico-geotécnico. A consolidação, a caracterização e a distribuição das unidades são apresentadas no mapa geológico-geotécnico, que contém quadro síntese das características das unidades mapeadas, e nas fichas, que expõem feições observadas em trabalho de campo, fotografias e croquis geotécnicos para cada unidade. Com relação a suscetibilidade à processos geológicos foram elaborados dois mapas, um para processos erosivos e outro para processos de escorregamentos. O mapa para

processos erosivos aponta que 95% da área do parque possui moderada suscetibilidade aos processos e 5% é considerado de alta suscetibilidade, já para processos de escorregamento 88% da área de estudo possui baixa suscetibilidade e 12% é considerado de moderada suscetibilidade. Também foram identificados 2 pontos de interesse, um deles uma boçoroca no extremo oeste, e o outro trata-se de um trecho da estrada com ravinas disseminadas. Por fim, foram propostas recomendações e orientações para mitigar os processos identificados.

Palavras chave: Geologia de Engenharia. Erosão. Suscetibilidade à Processos Geológicos. Geotecnia. Meio Ambiente.

ABSTRACT

The chosen area for this research is the Juquery State Park, located at Franco da Rocha municipality in São Paulo Metropolitan Region, in a region with historical flood, slip, and mainly erosive process. In 2011, the Franco da Rocha city was isolated due to flooding of Juqueri River (northern limit of the research subject area) and landslides blocked the city access. The study proposes do a geological and geotechnical mapping in scale 1: 20.000, associated with characterization of the identified units, as well as the evaluation of units in relation to susceptibility to erosion and landslides processes. Thus, the survey aims to provide subsidies for development of environmental management tools, once the management plan is in contracting stage, the characterization of physical environment is important for their development appropriately. In the long term, it is expected reduce impacts of geological processes, and consequently the reduction of efforts and resources spent by the government to answer emergencies. The method for geological and geotechnical characterization is based on the technique of integrated physiographic analysis, which is supported by literature, observation and interpretation of aerophotogrametric images (photoanalysis), correlation of numerical model products of land, land field work. In order to analyze and compare the use and occupation of land in 1977 and 2010/2011, the partitioning of the park area was held on 5 units of interest, using techniques photo interpretation and manual classification. To evaluate the susceptibility of units was adopted graphical analysis method, which is based on a combinatorial analysis of interest variables. The mapping subdivided the area in six geological and geotechnical units. Consolidation, characterization and distribution of the units are presented in the geological and geotechnical map, which contains summary table with characteristics of mapped drives, and the chips that expose features observed in field work, photographs and geotechnical sketches for each unit. To susceptibility to geological processes were developed two maps, one for erosion and other for landslides. The erosion suscetibility map shows that 95% of the park area has moderate susceptibility to the processes and 5% has high susceptibility, to landslides process 88% of the study area has low sensitivity and 12% has moderate susceptibility. Were identified two points of interest, a boçoroca in the far west, and the other it is a stretch of road with disseminated ravines. Finally, it was proposed recommendations and guidelines to mitigate the identified processes.

Keywords: Engineering geology. Erosion. Susceptibility to Geological Processes.
Geotechnics. Environment.

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DO PARQUE ESTADUAL DO JUQUERY, AS PRINCIPAIS VIAS DE ACESSO E SEU ENTORNO.	18
FIGURA 2 - FLUXOGRAMA COM AS ETAPAS DE TRABALHO DESENVOLVIDAS E SEUS RESPECTIVOS PRODUTOS.	20
FIGURA 3 - ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS TOPOGRÁFICAS UTILIZADAS NO ESTUDO, COM MAPA DE SITUAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.	22
FIGURA 4 - SEQUÊNCIA DE PROCEDIMENTOS PROPOSTOS POR ZAINÉ (2011) E ADOTADOS NESTE ESTUDO, PARA ANÁLISE E FOTOINTERPRETAÇÃO DAS FEIÇÕES FISIAGRÁFICAS, E PARA INFERÊNCIA DAS PROPRIEDADES GEOTÉCNICAS.	26
FIGURA 5 - MODELO DE FICHA ELABORADA PARA UTILIZAÇÃO NO TRABALHO DE CAMPO.	29
FIGURA 6 - DESCRIÇÃO, REPRESENTAÇÃO FOTOGRÁFICA E EXEMPLO DE AMOSTRA UTILIZADA NA CLASSIFICAÇÃO DE CADA CLASSE TEMÁTICA OBSERVADA NA ÁREA DE ESTUDO.	33
FIGURA 7 - PERFIL DE INTEMPERISMO TÍPICO PARA SOLOS DE REGIÕES TROPICAIS.	42
FIGURA 8 - EVOLUÇÃO DO PROCESSO DE EROSION HÍDRICA LINEAR, SENDO: I – SULCOS EM MEIA ENCOSTA (ESTÁGIO INICIAL); II E IV – RAVINAS (ESTÁGIO INTERMEDIÁRIO); E, III – BOÇOROCA (ESTÁGIO AVANÇADO).	43
FIGURA 9 - ESQUEMA DO PROCESSO DE RASTEJO.	46
FIGURA 10 - MODELOS DE EVOLUÇÃO DE PROCESSOS DE ESCORREGAMENTOS. A) ESCORREGAMENTOS PLANARES; B) ESCORREGAMENTOS CIRCULARES; C) ESCORREGAMENTOS EM CUNHA.	46
FIGURA 11 - MODELOS DE EVOLUÇÃO DE PROCESSOS DE QUEDAS. A) QUEDA DE BLOCOS; B) TOMBAMENTO; C) ROLAMENTO DE BLOCOS; D) DESPLACAMENTO ROCHOSO.	47
FIGURA 12 - CONTEXTUALIZAÇÃO GEOTECTÔNICA DA FAIXA RIBEIRA.	50
FIGURA 13 - MAPA GEOLÓGICO DA RMSP LOCALIZANDO A ÁREA DE ESTUDO, DESTAQUE PARA O GRUPO SÃO ROQUE E OS GRANDES FALHAMENTOS QUE O LIMITAM (FALHA DE TAXAQUARA, FALHA DE MANDAQUI E FALHA DE JUNDIUVIRA).	52
FIGURA 14 - ESQUEMA ESTRATIGRÁFICO PARA O GRUPO SÃO ROQUE PROPOSTO POR CAMPOS NETO ET AL. (1983).	53
FIGURA 15 - SECÇÃO ESTRATIGRÁFICA ESQUEMÁTICA PARA O GRUPO SÃO ROQUE PROPOSTA POR.	54
FIGURA 16 - MAPA GEOLÓGICO CONTENDO A DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E AS LITOLOGIAS MAPEADAS POR EMPLASA (1979).	55
FIGURA 17 - MAPA GEOMORFOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, COM INDICAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.	57
FIGURA 18 - PERFIL DE SONDAGEM TÍPICO DA REGIÃO DA CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS DE CAIEIRAS/ESSENCIS E A LOCALIZAÇÃO DO PARQUE ESTADUAL DO JUQUERY EM RELAÇÃO À MESMA.	59
FIGURA 19 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO EM RELAÇÃO À SUB-BACIA JUQUERI-CANTAREIRA E A UGRHI 6.- ALTO TIETÊ.	61
FIGURA 20 - SEÇÃO ESQUEMÁTICA DO SISTEMA CANTAREIRA, DESTAQUE PARA A REPRESA PAIVA CASTRO, ÚLTIMO RESERVATÓRIO ANTES DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA SANTA INÊS (AMARELO).	61
FIGURA 21 - MAPA DE DECLIVIDADE DA ÁREA DE ESTUDO.	64
FIGURA 22 - MAPA HIPSOMÉTRICO DA ÁREA DE ESTUDO.	65
FIGURA 23 - ESQUEMA DE EVOLUÇÃO DAS CABECEIRAS DE DRENAGEM EM ANFITEATRO, EVIDENCIANDO OS PROCESSOS ENVOLVIDOS E A DIFERENÇA DE COBERTURA VEGETAL.	74
FIGURA 24 - DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO CENÁRIO ATUAL.	85
FIGURA 25 - DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA DÉCADA DE 70.	86
FIGURA 26 - MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO RECOBRIMENTO REALIZADO NOS ANOS DE 1976/1977.	88
FIGURA 27 - MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO RECOBRIMENTO REALIZADO NOS ANOS DE 2010/2011.	89
FIGURA 28 - DISTRIBUIÇÃO DOS PROCESSOS GEOLÓGICOS IDENTIFICADOS E SUA CORRELAÇÃO COM AS UNIDADES.	91

FIGURA 29 - MAPA DE DECLIVIDADE COM OS INTERVALOS DE INTERESSE PARA AVALIAÇÃO DE PROCESSOS EROSIVOS.	92
FIGURA 30 - MAPA DE DECLIVIDADE CONSIDERADO OS INTERVALOS DE INTERESSE PARA AVALIAÇÃO DOS PROCESSOS DE MOVIMENTOS DE MASSA.....	93
FIGURA 31 - MAPA DE SUSCETIBILIDADE DO PARQUE ESTADUAL DO JUQUERY EM RELAÇÃO À PROCESSOS EROSIVOS.	96
FIGURA 32 - MAPA DE SUSCETIBILIDADE DO PARQUE ESTADUAL DO JUQUERY EM RELAÇÃO À MOVIMENTOS DE MASSA.....	99
FIGURA 33 - A) LOCALIZAÇÃO DA MOVIMENTAÇÃO DE SOLO NA DÉCADA DE 70; B) LOCALIZAÇÃO DA BOÇOROCA EM ORTOFOTO DO ANO DE 2010/2011.	102

INDICE DE QUADROS

QUADRO 1 - CONDIÇÕES LIMITANTES DOS MAPAS TOPOGRÁFICOS PARA ELABORAÇÃO DE CARTAS DE DECLIVIDADE, PROPOSTO POR ZUQUETTE E GANDOLFI (2004).	23
QUADRO 2 - CRITÉRIOS ADOTADOS NA COMPARTIMENTAÇÃO DO RELEVO E PROPRIEDADES ANALISADAS.	25
QUADRO 3 - PARÂMETROS ADOTADOS PARA AVALIAÇÃO DOS PROCESSOS DE EROÇÃO HÍDRICA LINEAR.	34
QUADRO 4 - PARÂMETROS ADOTADOS PARA AVALIAÇÃO DOS PROCESSOS DE ESCORREGAMENTO E PROCESSOS CORRELATOS.	35
QUADRO 5 - ANÁLISE GRÁFICA DAS COMBINAÇÕES POSSÍVEIS PARA ANÁLISE DA SUSCETIBILIDADE À EROÇÃO HÍDRICA LINEAR.	36
QUADRO 6 - ANÁLISE GRÁFICA DAS COMBINAÇÕES POSSÍVEIS PARA ANÁLISE DA SUSCETIBILIDADE À ESCORREGAMENTO E PROCESSO CORRELATOS.	36
QUADRO 7 - CONCEITO DE MAPA, PLANTA E CARTA GEOTÉCNICA POR ZUQUETTE (1987).	38
QUADRO 8 - DEFINIÇÕES DE TERMOS UTILIZADOS EM MAPEAMENTO GEOTÉCNICO POR AGUIAR (1994).	39
QUADRO 9 - COMPARAÇÃO ENTRE DOIS TIPOS DE PROCEDIMENTOS DIFERENTES PARA MAPEAMENTO DE USO GERAL.	39
QUADRO 10 - COMPARAÇÃO DAS NOMENCLATURAS UTILIZADAS POR CENDRERO (1989), ROSS (1995) E CUNHA E MENDES (2005) EM RELAÇÃO AOS DOIS TIPOS DE PROCEDIMENTO PARA MAPEAMENTO DE USO GERAL.	40
QUADRO 11 - CARACTERÍSTICAS DOS PROCESSOS GEOLÓGICOS QUANTO A MOVIMENTO, MATERIAL E GEOMETRIA.	45
QUADRO 12 - COMPARAÇÃO ENTRE FEIÇÕES ORIENTATIVAS PARA ANÁLISE DE SUSCETIBILIDADE.	49
QUADRO 13 - DISTRIBUIÇÃO E COMPARAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO REALIZADA POR ÁREA (KM ²) E EM PORCENTAGEM (%).	86
QUADRO 14 - RELAÇÃO ENTRE A FREQUÊNCIA DOS PROCESSOS GEOLÓGICOS E AS UNIDADES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS.	90
QUADRO 15 - PARÂMETROS ADOTADOS PARA AVALIAÇÃO DOS PROCESSO DE EROÇÃO HÍDRICA LINEAR.	94
QUADRO 16 - RESULTADO DA CLASSIFICAÇÃO DAS UNIDADES EM RELAÇÃO À SUSCETIBILIDADE À EROÇÃO HÍDRICA LINEAR.	95
QUADRO 17 - PARÂMETROS ADOTADOS PARA AVALIAÇÃO DOS PROCESSOS DE ESCORREGAMENTO E PROCESSOS CORRELATOS.	97
QUADRO 18 - RESULTADO DA CLASSIFICAÇÃO DAS UNIDADES EM RELAÇÃO A SUSCETIBILIDADE À PROCESSO DE ESCORREGAMENTO.	98

LISTA DE SIGLAS

CONDEPHAAT - Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico

CPRM - Serviço Geológico do Brasil

CPTM - Companhia Paulista de Trens Metropolitanos

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EMPLASA - Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S.A.

FEBEM - Fundação Estadual do Bem Estar do Menor

IAC - Instituto Agrônomico

IAEG - International Association for Engineering Geology

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas

PEJ - Parque Estadual do Juquery

RMSP - Região Metropolitana de São Paulo

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

TIN - Triangular Irregular Network

UGRHI - Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

UNESP - Universidade Estadual Paulista

UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas

USP - Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1. Localização da Área de Estudo.....	16
2. OBJETIVOS.....	19
3. MÉTODO E ETAPAS DA PESQUISA.....	20
3.1. Levantamento bibliográfico.....	21
3.2. Preparação do material cartográfico.....	21
3.2.1. Levantamento cartográfico e de imagens - Aquisição e organização da base de dados e do material cartográfico.....	21
3.2.2. Digitalização da base topográfica.....	22
3.2.3. Elaboração do modelo numérico de terreno.....	23
3.3. Análise fisiográfica integrada.....	24
3.3.1. Fotointerpretação preliminar.....	24
3.3.2. Planejamento da etapa de campo.....	28
3.3.3. Trabalho de campo.....	30
3.3.4. Caracterização geológico-geotécnica.....	30
3.3.5. Análise do uso e ocupação do solo.....	31
3.3.6. Análise de suscetibilidade à processos geológicos.....	33
3.4. Redação da Dissertação.....	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	38
4.1. Revisão Bibliográfica.....	38
4.1.1. Cartografia geotécnica e análise fisiográfica integrada.....	38
4.1.2. Processos do meio físico.....	41
4.1.2.1. <i>Processos erosivos</i>	41
4.1.2.2. <i>Movimentos de massa</i>	43
4.1.3. Análise de suscetibilidade a processos geológicos.....	47
4.2. Caracterização da Área de Estudo.....	50
4.2.1. Geologia Regional.....	50
4.2.2. Geomorfologia.....	55
4.2.3. Pedologia.....	58
4.2.4. Hidrografia.....	60
4.2.5. Clima.....	62
4.3. Mapa Hipsométrico e de Declividade.....	62

4.4. Análise fisiográfica integrada	66
4.4.1. Caracterização geológico-geotécnica	66
4.4.1.1. Unidade A – Quartzitos e filitos em relevo de morros altos	66
4.4.1.2. Unidade B – Veios de quartzo em meio a filitos em relevo de morros altos	69
4.4.1.3. Unidade C – Filitos com intercalações arenosas em relevo de morros baixos	72
4.4.1.4. Unidade D – Rampas de colúvio	76
4.4.1.5. Unidade E- Planícies Aluvionares	79
4.4.1.6. Unidade F – Depósito de tálus em sopé de encosta	82
4.5. Classificação Do Uso Do Solo	85
4.6. Análise De Suscetibilidade Das Unidades Aos Processos Geológicos	90
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	106
REFERÊNCIAS	110
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	119
APÊNDICE A – MAPA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO	121
APÊNDICE B – DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE CAMPO	123

1. INTRODUÇÃO

A crescente intensidade dos fenômenos atmosféricos (INPE, 2008), associada à ocupação desordenada, principalmente nas periferias dos grandes centros urbanos, como a Região Metropolitana de São Paulo, aumenta a suscetibilidade da população aos desastres naturais.

Esse aumento de exposição se dá, principalmente, pela falta de planejamento com que estas áreas são ocupadas, muitas vezes com infraestrutura inadequada, com desmatamentos desordenados, aterros inadequados, modificação de drenagens, entre outros, associadas às condições geológico-geotécnicas desfavoráveis (TOMINAGA, 2009).

A área escolhida para a realização do estudo, o Parque Estadual do Juquery (PEJ), enquadra-se neste contexto, localizado no município de Franco da Rocha, na Região Metropolitana de São Paulo.

O município é considerado cidade dormitório, absorvendo grande contingente populacional de baixa renda, com ofertas de terrenos e serviços a preços mais baixos que grandes centros urbanos, além de meio de transporte de fácil acesso para o município de São Paulo e seus arredores.

Segundo informações de funcionários do parque, a área de estudo sofre com a antropização das áreas que o margeiam, sendo relatado tentativas de ocupação dos limites do parque, conflito com pescadores, e fugas de detentos.

À oeste do PEJ estão localizados o Hospital Psiquiátrico do Juquery e a Linha 7 – Rubi da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM). Neste último, segundo estudos realizados pelo Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT, 2010) são comuns interrupções na prestação de serviço devido a erosões, escorregamentos, assoreamento e alagamento/inundação, principalmente nos períodos chuvosos.

IPT (2010) também afirma que os processos vêm aumentando de intensidade, devido às alterações produzidas pela expansão urbana e do uso indevido do solo na região.

Cabe salientar que em 2011, o município de Franco da Rocha ficou inacessível, em consequência da inundação do Rio Juqueri e dos deslizamentos que bloquearam os acessos ao município. Por meio de consulta aos jornais pôde-se

verificar também, que os municípios vizinhos, por onde passa o Rio Juqueri (limite norte do PEJ), sofrem com inundações e deslizamentos em períodos de chuva.

O estudo é motivado pelo histórico recorrente de processos geológicos exógenos, os quais causam transtorno recorrente à população, tanto pela inundação da área urbana e seu isolamento, quanto pela interrupção do transporte público.

Como o plano de manejo do parque será elaborado em um futuro próximo, acredita-se que a caracterização geológico-geotécnica da área possa trazer subsídios técnicos importantes para a gestão do parque.

Deste modo, a pesquisa tem importância, não somente para o discente, ou para a área do parque em si, mas também para a região de seu entorno, a qual poderá se beneficiar caso ferramentas de gestão sejam implantadas com base nos resultados desta pesquisa. A implantação destas medidas contribui para a redução, tanto dos desastres naturais, quanto dos esforços e recursos gastos pelos poderes públicos para atender às situações emergenciais.

1.1. Localização da Área de Estudo

O Parque Estadual do Juquery está localizado no município de Franco da Rocha, estado de São Paulo, com sede localizada nas coordenadas 23°20'02,7 S / 46°41'14.1 W, abrangendo uma área de 1.955,52 ha, entre as coordenadas de 23°19' e 23°25'S e 46°45' e 46°35'W (SÃO PAULO, 1999), conforme apresentado na Figura 1.

A área está inserida na porção noroeste da Região Metropolitana de São Paulo, entre os municípios de Franco da Rocha e Caieiras, que abrigam uma população de 250 mil habitantes, sendo que, grande maioria da população economicamente ativa trabalha fora do município, caracterizando os municípios como cidades dormitórios.

O parque é composto por áreas da antiga Fazenda Juquery (SÃO PAULO, 1993), adquiridas pelo estado a partir de 1895, para implantação do Hospital Psiquiátrico do Juquery e da primeira Colônia Penal Agrícola. Em 1989, o conjunto arquitetônico, o acervo documental e a área verde da fazenda foram tombados pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico (CONDEPHAAT).

Finalmente, em junho de 1993, através do Decreto nº 36.859, o Parque Estadual do Juquery foi criado com a finalidade de promover a preservação permanente do último remanescente de cerrado da Região Metropolitana do Estado de São Paulo.

O acesso ao parque é realizado por uma entrada em frente à Escola de Bombeiros de Franco da Rocha, no endereço Rua Miguel Segundo Lerussi, s/n - Parque Industrial, Franco da Rocha/SP.

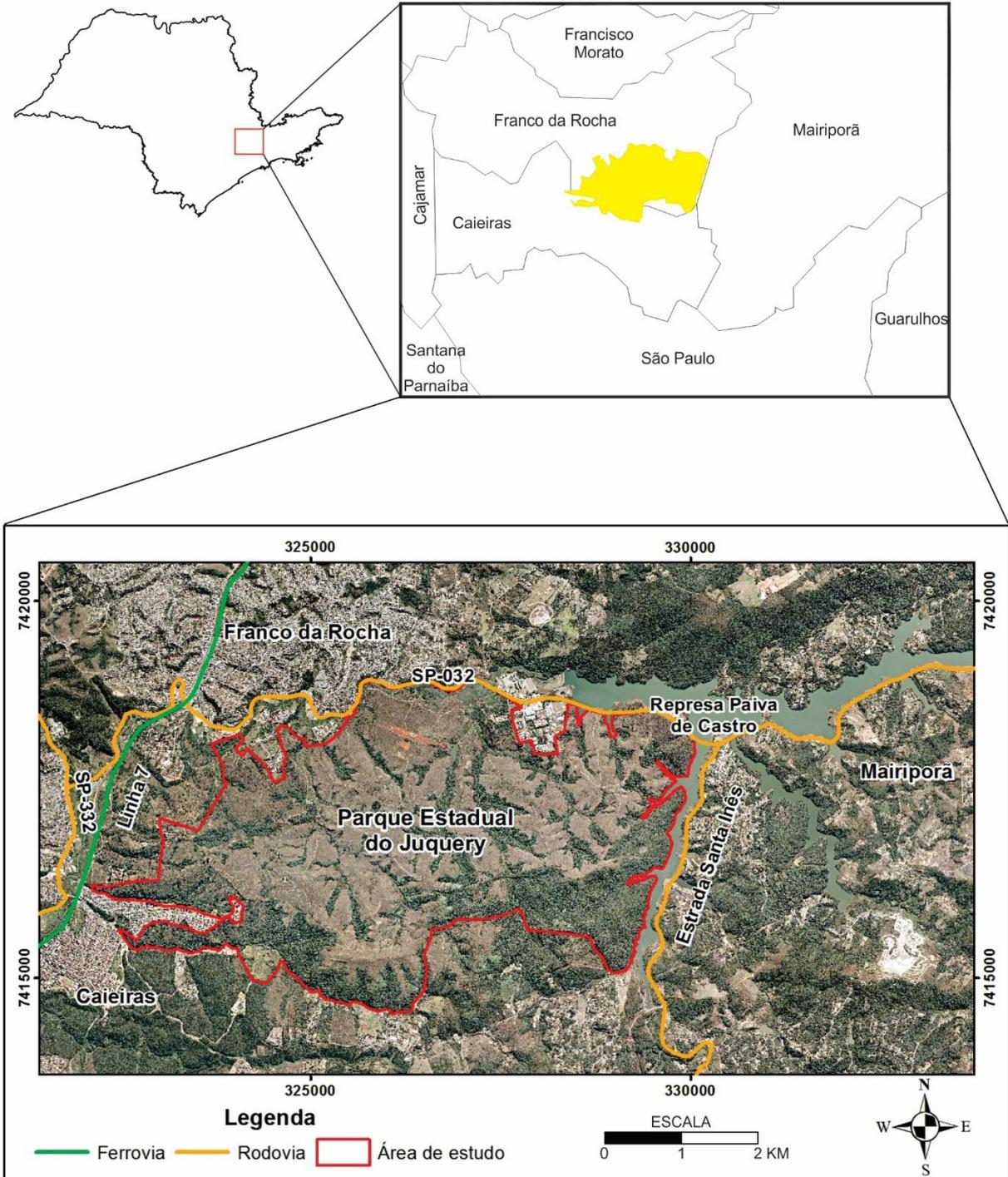
A malha viária próxima a área de estudo é composta por 3 (três) principais vias, Rodovia Presidente Tancredo de Almeida Neves (SP-332), Rodovia Prefeito Luiz Salomão Chamma (SP-023) e Estrada de Santa Inês.

No limite norte/noroeste da área de estudo, localizam-se a Favela Pretória e 9 centros de detenção, entre presídios masculino, feminino, provisório, progressivo e Fundação Casa.

Tendo em vista a oficialização dos limites do parque, estão em processo de incorporação 131,2 hectares pertencentes à Fazenda Pública. Estas áreas possuem o mesmo atributo ambiental, e atualmente, já são geridas pela Fundação Florestal.

A Figura 1 ilustra a localização da área de estudo, as principais vias de acesso e seu entorno. Referente aos limites do parque adotados para o estudo optou-se por contemplar às áreas em processo de incorporação.

Figura 1 - Localização do Parque Estadual do Juquery, as principais vias de acesso e seu entorno.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

2. OBJETIVOS

Esta pesquisa tem como objetivo realizar um mapeamento geológico-geotécnico, em escala 1:20.000, do Parque Estadual do Juquery, no município de Franco da Rocha - SP, a partir da metodologia de análise integrada do meio físico.

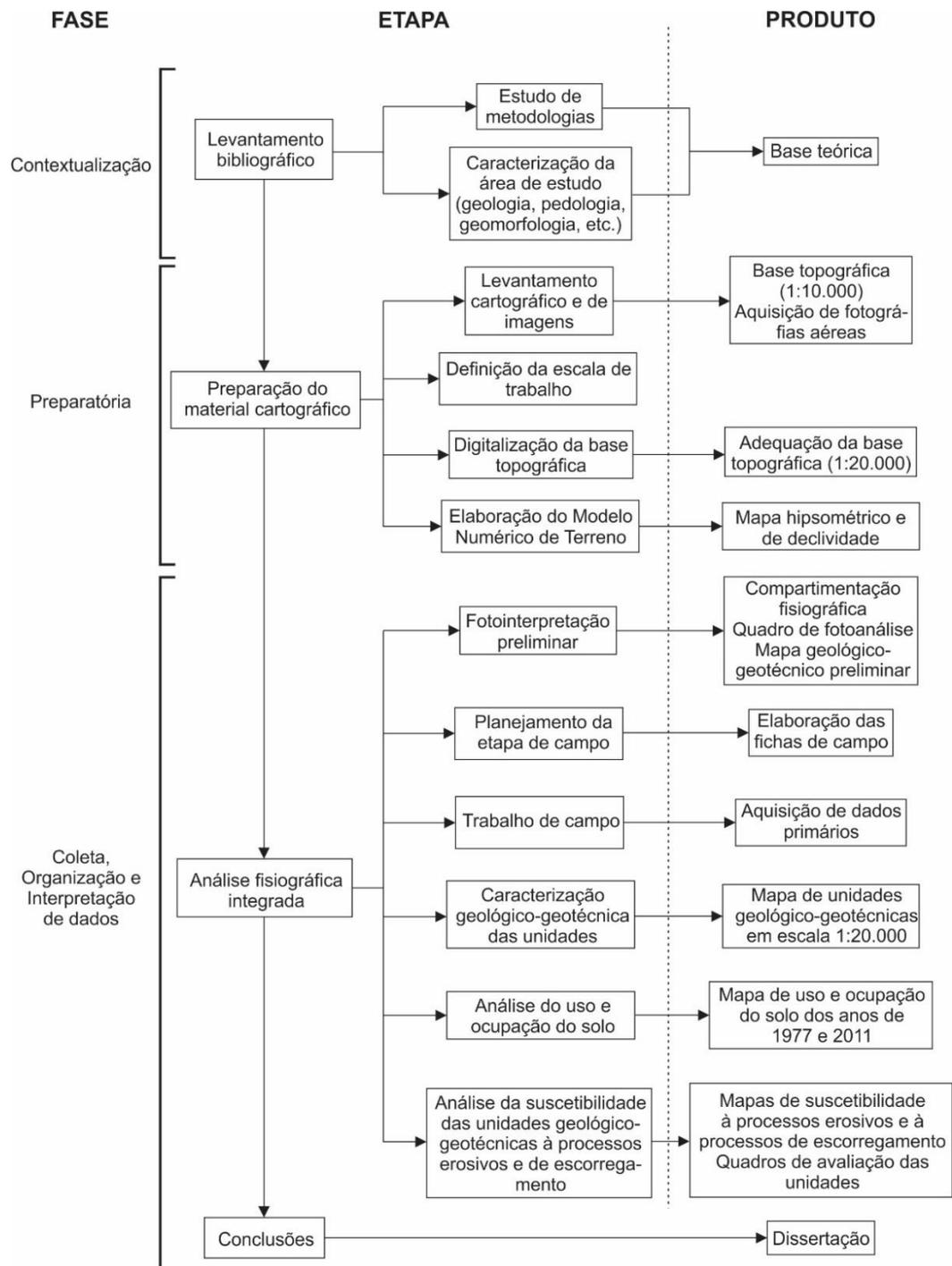
O objetivo secundário de trabalho visa à caracterização geológico-geotécnica das unidades identificadas, bem como avalia-las em relação à suscetibilidade a processos erosivos e a escorregamentos e processos correlatos.

A pesquisa se dispõe a fornecer subsídio ao desenvolvimento de instrumentos de gestão ambiental, no caso, a elaboração do plano de manejo do parque, previsto para os anos decorrentes, segundo o próprio gestor.

3. MÉTODO E ETAPAS DA PESQUISA

O projeto de pesquisa deverá ser realizado de acordo com as etapas apresentadas no fluxograma (Figura 2) a seguir.

Figura 2 - Fluxograma com as etapas de trabalho desenvolvidas e seus respectivos produtos.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

3.1. Levantamento bibliográfico

Nesta etapa foram reunidos dados e informações sobre a área de estudo abordando temas como: geologia, geomorfologia, hidrografia, hidrogeologia, pedologia, e também sobre conceitos e métodos de mapeamento, enfocando temas como: cartografia geotécnica, análise de suscetibilidade e comportamento do meio físico, e uso e planejamento do solo.

Para a execução desta etapa foram consultados livros, dissertações, teses, revistas científicas, imagens de satélite, base cartográfica da área, além de mapas temáticos. Sendo que todo este material está disponível nas bibliotecas físicas e virtuais (Unesp – Rio Claro, USP, Unicamp, IBGE, INPE, IPT, etc.), alguns artigos na base de dados Probe e Scielo, além de sites de busca na Internet (Google e Google acadêmico).

3.2. Preparação do material cartográfico

Neste item serão apresentados os procedimentos e critérios adotados para realização do levantamento da base cartográfica, de imagens e de fotografias aéreas, bem como para a adequação, organização, e elaboração do modelo numérico de terreno utilizados no desenvolvimento da pesquisa.

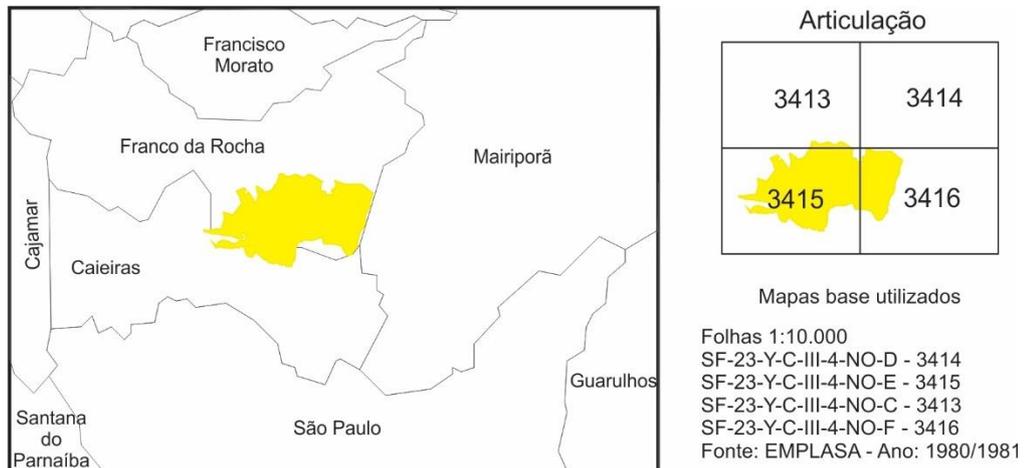
3.2.1. Levantamento cartográfico e de imagens - Aquisição e organização da base de dados e do material cartográfico

Nesta etapa foi realizada a aquisição e a organização da base dados e do material cartográfico. Foram solicitadas à EMPLASA as imagens aéreas do ano de 2010/2011 (EMPLASA, 2011a), referente ao Projeto Mapeia São Paulo (resolução espacial de aproximadamente 0,45m), as fotografias aéreas do ano de 1976/1977 (escala 1:8.000) (EMPLASA, 1977) e a Folha 34 da Carta Geológica da Região Metropolitana de São Paulo (escala 1:50.000) (EMPLASA, 1979).

No estudo foram utilizadas quatro folhas topográficas em escala 1:10.000 (EMPLASA, 1980), com curvas de nível equidistantes em 5 metros, articuladas conforme a Figura 3, são elas: Franco da Rocha (SCM-3413/SF-23-Y-C-III-4-NO-C),

Bairro dos Valos (SCM-3414/SF-23-Y-C-III-4-NO-D), Caieiras (SCM-3415/SF-23-Y-C-III-4-NO-E) e Vila Machado (SCM-3416/SF-23-Y-C-III-4-NO-F).

Figura 3 - Articulação das folhas topográficas utilizadas no estudo, com mapa de situação da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

Além do material supracitado, foram consultados e agregados ao banco de dados, o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981a) e o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA et al., 1999).

3.2.2. Digitalização da base topográfica

Como o trabalho visa fornecer conhecimento que auxilie na gestão do meio físico do Parque Estadual do Juquery, foi adotada uma escala de trabalho regional/intermediária (1:20.000), de modo a caracterizar todos os compartimentos existente com um nível de detalhamento adequado.

Após a definição da escala de pesquisa, foi necessário adequar a base topográfica, para elaborar o modelo digital de terreno visando a confecção dos mapas hipsométrico e de declividade.

Sendo assim, foi utilizado o software *ArcGis 10.1* para georreferenciar as folhas topográficas, e posteriormente, digitalizar todas as curvas de nível com equidistância de 10 metros, bem como os cursos d'água existentes.

O intervalo adotado atende às condições limites para elaboração de cartas de declividade propostas por Zuquette e Gandolfi (2004) para a escala de trabalho (Quadro 1).

Quadro 1 - Condições limitantes dos mapas topográficos para elaboração de cartas de declividade, proposto por Zuquette e Gandolfi (2004).

ESCALA	Zonas com amplitude de relevo (m)	Distância horizontal entre curvas de nível (mm)	Equidistância das curvas de nível (m)	Nº de curvas de nível que podem ser agrupadas	Recomendações
1:25.000	>500	<0,5	20		Controle com procedimento de fotointerpretação e trabalhos de campo (fotos aéreas 1:25.000)
	<500	<1	10	5	
1:10.000	>200	<0,5	10		Controle com procedimentos de fotointerpretação por meio de fotos aéreas de baixa altitude e trabalhos de campo (fotos aéreas 1:25.000/1: 10.000)
	100 - 200	<1	5		
	<100		1	5	

Fonte: Modificado de Zuquette e Gandolfi (2004).

3.2.3. Elaboração do modelo numérico de terreno

A partir da digitalização das curvas de nível de interesse foi utilizado a ferramenta *Create TIN (3D Analyst)* do software *ArcGis 10.1* para elaboração do modelo numérico do terreno.

O procedimento consiste em escolher o diretório de saída, seguido pela escolha do sistema de coordenada, do dado de entrada (*shapefile* referente às curvas de nível), e do método de interpolação, resultando num arquivo no formato *TIN*.

Para confecção do mapa hipsométrico se acessou as propriedades do *TIN*, em seguida na aba *Symbology* foi desativado o item *Edge types*, deixando somente o item *Elevation* ativado, em *Color Ramp* foi escolhida a cor de interesse, e em *Classify* foi definido o número de classes e o intervalo de interesse, sendo adotadas dez classes com intervalos de 22 metros.

Para a criação do mapa de declividade o procedimento é similar, sendo que na aba *Symbology* clicou-se em *Add* para adicionar a ferramenta *Face Slope with*

graduated color ramp, as demais foram desativadas. Na aba *Color Ramp* foi escolhida a cor de interesse, e em *Classify* foi definido o número de classes e o intervalo de interesse.

Foram elaborados 3 mapas de declividade ao longo da pesquisa, o primeiro visa auxiliar na caracterização e delimitação das unidades geológico-geotécnicas, e adotou os intervalos: 0 a 5%; 5 a 15%; 15 a 30%; 30 a 50%; e 50 a 100%, os outros dois são específicos para auxiliar na análise de suscetibilidade aos processos erosivos e de escorregamento, e adotaram respectivamente, os intervalos: 0 a 5%; 5 a 15% e >15%; e, 0 a 30%, 30 a 50% e >50%.

3.3. Análise fisiográfica integrada

Neste item serão apresentados os métodos, critérios e procedimentos adotados para realização das etapas de fotointerpretação, caracterização geológico-geotécnica, compartimentação do uso e ocupação do solo, análise da suscetibilidade à processos geológicos, bem como o planejamento e execução da etapa de campo.

3.3.1. Fotointerpretação preliminar

Esta etapa consistiu na identificação e registro de feições fisiográficas, por meio de técnicas de fotointerpretação, além da inferência de características geotécnicas da área de estudo.

Segundo Vedovello e Mattos (1998), a compartimentação fisiográfica consiste em dividir uma determinada região de interesse, em unidades/compartimentos que apresentem, internamente, as mesmas características e que sejam distintas das áreas adjacentes.

Esta etapa, segundo Zuquette e Gandolfi (2004), tem sido frequentemente utilizada como etapa preliminar de zoneamento do meio físico, para elaboração de modelos teóricos de evolução do terreno, de forma a diminuir e orientar os trabalhos de campo, as amostragens e os ensaios laboratoriais, colaborando para obtenção de resultados mais consistentes na caracterização das unidades geológico-geotécnicas.

Utilizando um estereoscópio de espelho, e pares estereoscópicos (Fotos Aéreas – ano de 2011), a área de estudo foi compartimentada em unidades fisiográficas seguindo os critérios do Quadro 2, bem como foram elaborados quadros com as características extraídas da fotointerpretação geológico-geotécnica preliminar.

Como referencial teórico-metodológico foi adotado a proposta de Zaine (2011) (Figura 4), que orienta quanto à análise da densidade textural, das formas e características do relevo, das estruturas geológicas, e das inferências das propriedades geotécnicas.

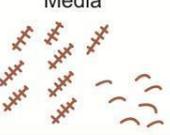
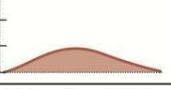
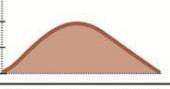
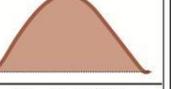
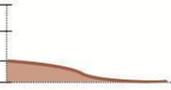
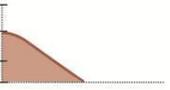
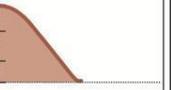
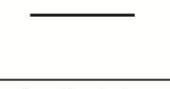
O mapa geológico-geotécnico preliminar com a delimitação das unidades é resultado da análise integrada entre a fotointerpretação propriamente dita (linhas de ruptura, níveis de dissecação, rugosidade, e demais feições analisadas), associadas ao conteúdo dos mapas de declividade, hipsométrico, geológico, geomorfológico e pedológico.

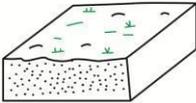
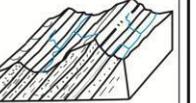
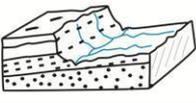
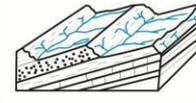
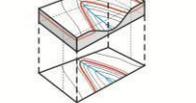
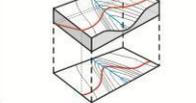
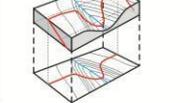
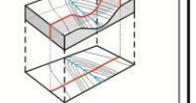
Quadro 2 - Critérios adotados na compartimentação do relevo e propriedades analisadas.

ELEMENTOS DE ANÁLISE	CRITÉRIOS DE ANÁLISE	PROPRIEDADE ANALISADA
Densidade textural	<ul style="list-style-type: none"> - Densidade de elementos de drenagem - Densidade de elementos de relevo 	Permeabilidade Relação escoamento superficial/infiltração Espessura do manto de alteração
Formas e características do relevo	<ul style="list-style-type: none"> - Amplitude local - Declividade - Forma das encostas - Forma dos vales - Topos (forma e extensão) - Feições particulares 	Resistência à erosão Profundidade do topo rochoso Espessura de material inconsolidado Grau de escavabilidade Potencial a erosão hídrica linear e a movimentos de massa
Estruturas geológicas	<ul style="list-style-type: none"> - Sinuosidade - Tropa - Assimetria de relevo 	Composição e estrutura Planos de descontinuidade
Análise complementar	<ul style="list-style-type: none"> - Processos geológicos - Vegetação e uso do solo 	Afloramento e blocos rochosos Nível de água subterrânea

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

Figura 4 - Sequência de procedimentos propostos por Zaine (2011) e adotados neste estudo, para análise e fotointerpretação das feições fisiográficas, e para inferência das propriedades geotécnicas.

1. Análise da densidade textural		CLASSES		
Elementos de análise	Elementos de drenagem e relevo			
Critérios de análise	Densidade dos elementos de drenagem	Baixa (0 a 5/10 km ²) 	Média (5 a 30/10 km ²) 	Alta (> 30/ km ²) 
	Densidade dos elementos do relevo (dissecação e rugosidade do terreno)	Baixa (mais lisa) 	Média 	Alta (mais rugosa) 
Propriedade a ser interpretada	PERMEABILIDADE (intergranular)	Alta (Permeável)	Média	Baixa (Pouco permeável a impermeável)
APLICAÇÕES Informações interpretadas por esta análise	Relação escoamento superficial/infiltração	Baixa	Média	Alta
	Espessura e características do manto de alteração	Grande (Espesso; > 5m)	Média	Pequena (Raso/rocha aflorante)
2. Análise das formas e características do relevo		CLASSES		
Elementos de análise	Declives, vertentes, topos, vales, rupturas de declive (quebras de relevo), cristas e escarpas			
Critérios de análise	a) Amplitude local (variações de cotas na unidade)	Pequena (0 a 100 m) 	Média (100 a 300 m) 	Grande (> 300 m) 
	b) Declividade	Baixa (0 - 15%) 	Média (15 - 30%) 	Alta (> 30%) 
	c) Forma de encosta / vertente (* representação em planta)	Convexa  	Côncava  	Retilínea  
	d) Forma do vale (* representação em planta)	Aberto  		Fechado  
	e) Forma do topo	Aplainados 	Arredondados 	Angulosos 
	f) Feições particulares de relevo	Identificar e descrever. Associar modelos geológicos já conhecidos <small>*Consultar quadros Howard (1967); Soares e Fiori (1976); Nunes et. al, (1995)</small>		
Propriedades a serem interpretadas	Solubilidade	Não solúvel	Média	Solúvel
	Resistência à erosão natural (dureza)	Baixa (Pouco resistente)	(Resistência média)	Alta (Muito resistente)
APLICAÇÕES Informações interpretadas por esta análise	Profundidade do topo rochoso	Profundo	Intermediário	Raso a sub aflorante
	Espessura de materiais inconsolidados	Espesso	Intermediário	Delgado a inexistente
Registros de processos geológicos	Grau de escavabilidade	Pouco resistente	Resistência média	Muito resistente
	Potencial a erosão linear (induzida)	Médio a alto	Médio a alto	Médio a baixo
	Potencial a movimentos gravitacionais de massa	Baixo	Médio a Alto	Alto

3. Análise das estruturas geológicas		CLASSES			
Elementos de análise	Linhas de rupturas de declive (positivas = proeminentes; negativas = reenâncias) Lineações e alinhamentos de relevo (traços de foliação e camadas), drenagem e traços de fratura				
Critérios de análise	a) Tropia	Não orientada 	Pouco orientada 	Orientada 	Muito orientada 
	b) Assimetria de relevo e drenagem (geometria das camadas)	Muito assimétrico 	Assimétrico 	Pouco assimétrico 	Simétrico 
	c) Regra dos Vs	Horizontal a sub 	Mergulho p/ montante 	Mergulho p/ jusante 	Vertical a sub 
	d) Sinuosidade* (drenagem)	Curvos/dendríticos 	Mistos 	Retilíneos não paralelos/espaçados 	Retilíneos paralelos/adensados 
	e) Padrões reconhecidos e anomalias	Identificar e descrever. Associar à modelos geológicos já conhecidos. <small>*Consultar quadros Howard (1967); Soares e Fiori (1976); Nunes et. al. (1995)</small>			
Propriedades a serem interpretadas	Planos de estratificação e foliação metamórfica	Ausentes a pouco marcantes	Espaçados	Adensados	
	Composição e estrutura	Homogênea	Mista	Heterogênea	
	Plasticidade/ruptibilidade (foliação x fraturas)	-	Rútil	Dúctil	
	Grau de faturamento	Baixo	Médio	Alto	
Permeabilidade Fissural	Baixa	Média	Alta		
APLICAÇÕES Informações interpretadas por esta análise	Partição em blocos: possibilidade de queda de blocos	Baixa	Média	Alta	

4. Análise complementar		CLASSES		
Elementos de análise	Tons de cinza ou coloração; vegetação e uso do solo; feições de processos geológicos			
Critérios de análise	Tons de cinza *	branco a cinza claro	cinza médio	cinza escuro a preto
	Coloração*	Claros, amarelados, róseos		Verdes escuros a pretos
Propriedades a serem interpretadas	Solos derivados de rochas básicas/ácidas ou arenosas/argilosas	Solos ácidos/ arenosos	Solos básicos/argilosos	
	Presença de água/umidade no solo	Solos secos	Solos úmidos	Corpos d' água**
	Cobertura vegetal	Sem vegetação a pastagem	Rasteiras e arbustivas	Arbóreas (florestas e reforestamento)
APLICAÇÕES Informações interpretadas por esta análise	Solo exposto	Presente		Ausente
	Afloramentos e blocos rochosos	Presente		Ausente
	Presença de N.A. raso/aflorante	Profundo (> 5m)	Variável	Raso (aflorante < 2m)

* A análise deve considerar os diferentes tipos de uso do solo.
** Corpos d' água podem apresentar tons claros quando ocorre a reflexão da luz.

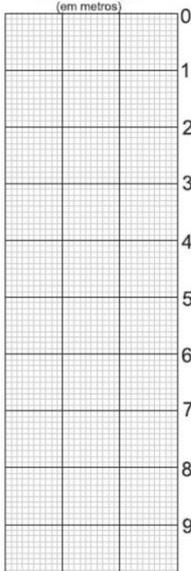
Fonte: Zaine (2011).

3.3.2. Planejamento da etapa de campo

O planejamento da etapa de campo se baseou na discussão em relação à logística da visita de campo; aos pontos de interesse para visita e descrição; ao método de sistematização da informação; e, no agendamento prévio do trabalho de campo junto ao gestor do parque.

Nesta etapa foi elaborada a ficha de campo (Figura 5), ao estilo “*check list*”, com as informações relevantes para sistematizar a coleta de informações e dinamizar o trabalho de campo, satisfazendo às necessidades da pesquisa.

Figura 5 - Modelo de ficha elaborada para utilização no trabalho de campo.

MAPEAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO POR MEIO DE ANÁLISE INTEGRADA NO PARQUE ESTADUAL DO JUQUERY FRANCO DA ROCHA - SP			
Equipe:		Data:	Hora:
Localização:		PONTO:	
GPS: X:	Y:	Z:	
Caracterização geológica:			
Caracterização geomorfológica () Topo () Meia-encosta () Sopé de encosta () Cabeceira de drenagem () Terraço () Planície aluvial () Planície aterrada			
Caracterização do terreno			
	ROCHA		SOLO/SEDIMENTO
() Aflorante/ sub-aflorante	() Residual	() Laterítico	() Aterro () C/ blocos
() Matacão	() Aluvionar	() Saprolítico	() Talude de corte
() Alterada	() Coluvionar	() Matéria Orgânica	() Caixa de empréstimo() Bota-fora
() Sã	() Tálus	() Outros:	() Outros: *detalhar no verso
Evidências de comportamento geotécnico: () solo plástico; () N.A. raso/aflorante; () solo colapsível; () Dificuldade para escavação () Outro.....			
Processos Geológicos e Feições de Instabilidade			
() Erosão linear acelerada: () Sulco (nas saias dos aterros laterais () Ravina () Boçoroca () Erosão Laminar () Escorregamento Potencial: () Escorregamento em Solo () Escorregamento em Rocha () Rastejo () Blocos Potencial: () Queda () Rolamento () Desplacamento () Tombamento () Erosão fluvial/ solapamento de margens: () Inundação () Alagamento () Depósito de Assoreamento			
Gravidade (Magnitude e Frequência):			
Uso e ocupação do solo e intervenções:			
Causa provável:			
Possibilidade de causar danos (consequência):			
Perfil esquemático do relevo com seção geológica e de solos(desenhar o perfil de relevo: geral e feições localizadas)			
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="margin-right: 10px;"> <p style="font-size: small;">Perfil de Alteração (em metros)</p> <p>0</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> </div>  </div>			
Observações e Fotos			

Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

3.3.3. Trabalho de campo

O trabalho de campo foi realizado nos dias 9 e 10 de dezembro de 2014, sendo a coleta de dados realizada por meio de observação, descrição e foto arquivamento em pontos distribuídos por toda área de estudo.

No primeiro dia o enfoque foi na caracterização geral das unidades e pontos de interesse previamente identificados. Destaca-se que no período da manhã o Chefe do Parque – Francisco de Assis Honda – acompanhou e orientou a visita em locais estratégicos e de difícil acesso, sendo o percurso realizado em veículo *off-road* com tração 4x4.

O segundo dia de trabalho foi focado no detalhamento de algumas feições de interesse como, no refinamento da descrição dos perfis de alteração, e no maior adensamento na malha de pontos descritos. Neste dia não foi possível contar com o acompanhamento de funcionários do parque e com o veículo *off-road*, sendo assim, os trabalhos foram realizados em veículo convencional e a pé, o que o limitou o acesso a algumas áreas do parque.

Nesta etapa, além da caracterização geológico-geotécnica, foram descritos os processos geológicos exógenos nas unidades identificadas. Também foram verificados e adequados os contatos previamente delimitados, com detalhamento progressivo em zonas de maior complexidade.

Salienta-se que devido às características do meio, os trabalhos de campo foram prejudicados, pois alguns pontos de interesse não puderam ser visitados devido à falta de segurança.

3.3.4. Caracterização geológico-geotécnica

A caracterização geológico-geotécnica é resultado do levantamento de dados secundários, como geologia, geomorfologia, pedologia, declividade, altimetria, e principalmente da fotointerpretação preliminar e final, associado ao levantamento de dados primários na etapa de campo.

O mapa geológico-geotécnico (Apêndice A) foi consolidado sobre uma base topográfica 1:10.000, com curvas espaçadas no intervalo de 10 metros. O relevo sombreado foi utilizado como fundo do mapa, visando associar o relevo às unidades.

Para ajuste final dos limites das unidades foram utilizadas técnicas de fotointerpretação, associadas às informações dos mapas de declividade e do modelo digital de elevação.

Para complementar à caracterização, foram integradas ao mapa informações extraídas das fotos aéreas e das observações de campo (Ex: cabeceiras em anfiteatro e boçorocas), e dois quadros contendo informações referentes às feições morfológicas observadas na etapa de fotointerpretação, e ao comportamento geológico-geotécnico.

Como forma de expor a relação entre relevo e as características geológicas, e de ilustrar a superfície topográfica e a projeção litológica em sub-superfície, foram elaboradas duas seções/perfis, uma orientada aproximadamente no eixo norte-sul (A-A'), e outra, no eixo NNW-SSE (B-B').

Para elaboração dos perfis (A-A' e B-B') e dos quadros-síntese foi utilizado o *software CorelDRAW X7*. Para toda a execução do mapa geológico-geotécnico e consolidação do Apêndice A foi utilizado o *software ArcGis 10.1*.

Para apresentar as características observadas e descritas em cada unidade de modo auto informativo, foram elaboradas fichas com a síntese das informações obtidas. A ficha é estruturada da seguinte maneira: seção esquemática do relevo e substrato geológico; perfil de alteração do solo; fotos representativas da vista panorâmica do relevo característico, dos processos geológicos e dos afloramentos descritos; e, posicionamento da unidade no mapa geológico-geotécnico.

3.3.5. Análise do uso e ocupação do solo

Esta etapa consiste na classificação digital das imagens, sendo muito utilizada na geração de mapas temáticos, dentre eles, os de uso e ocupação do solo. O processo escolhido para a classificação, por se tratar de uma área relativamente pequena, foi a classificação manual por meio de fotointerpretação, uma vez que o nível de detalhe é superior do que em classificações automatizadas. É feito, portanto a interpretação visual da imagem e sua posterior edição no *software ArcGis 10.1*.

Baseando-se no Manual Técnico do Uso da Terra (IBGE, 2013), em técnicas de fotointerpretação, e nos critérios de textura, cor, tonalidade, contexto e forma, foi

feita a classificação das feições de interesse. Aos diferentes tipos de uso e ocupação do solo foram identificados os seguintes padrões:

- Edificação: construção ou quaisquer obras arquitetônicas (edifício, casa, prédio, etc).
- Solo exposto: áreas de solo sem cobertura vegetal.
- Vegetação densa: áreas ocupadas por um grande número de árvores, onde as copas formam um dossel.
- Vegetação esparsa: áreas ocupadas por uma quantidade menor de árvores, e que se apresentam dispersas.
- Vegetação rasteira: áreas de vegetação pouco desenvolvida, comumente composta por gramíneas e pequenos arbustos.

Com o intuito de confrontar o uso do solo em épocas diferentes foram trabalhadas fotografias aéreas de 1977 (EMPLASA, 1977) e ortofoto de 2010/2011 (EMPLASA, 2011b). Em ambas as imagens foram atribuídas as mesmas classes, possibilitando, assim, o confronto e a análise dos mapas gerados.

Na Figura 6 estão indicadas as classes temáticas, suas características, a representação fotográfica da classe e as amostras utilizadas no processo de classificação.

Figura 6 - Descrição, representação fotográfica e exemplo de amostra utilizada na classificação de cada classe temática observada na área de estudo.

Descrição	Representação fotográfica	Amostras utilizadas na classificação	
		Foto aérea 1976	Ortofoto 2010
<p>Edificação: Construção ou quaisquer obras arquitetônicas (edifício, casa, prédio etc).</p>			
<p>Solo exposto: áreas de solo sem cobertura vegetal.</p>			
<p>Vegetação densa: áreas ocupadas por um grande número de árvores, onde as copas formam um dossel.</p>			
<p>Vegetação esparsa: áreas ocupadas por uma quantidade menor de árvores, e que se apresentam dispersas.</p>			
<p>Vegetação rasteira: áreas de vegetação pouco desenvolvida, comumente composta por gramíneas e pequenos arbustos.</p>			

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

3.3.6. Análise de suscetibilidade à processos geológicos

Esta etapa teve como objetivo a classificação das unidades quanto à possibilidade de ocorrência de processos erosivos, e de escorregamento e processos correlatos, expressa através de mapas temáticos.

A avaliação se baseia na utilização de técnicas para avaliar condicionantes do meio físico, e tem como insumo, a caracterização geológico-geotécnica das unidades, obtida nas etapas anteriores.

Os critérios adotados para análise são apresentados nos Quadros 3 e 4, obtidos de Cerri et al. (2006) e Amorim (2012).

O Quadro 3 apresenta os parâmetros utilizados para avaliação e classificação qualitativa dos terrenos, em relação aos processos de erosão hídrica linear, e o Quadro 4, para os processos de escorregamento e processos correlatos, ambos separados em baixa, moderada e alta possibilidade de ocorrência.

Quadro 3 - Parâmetros adotados para avaliação dos processos de erosão hídrica linear.

POSSIBILIDADE DE OCORRÊNCIA DE PROCESSOS DE EROÇÃO HÍDRICA DO SOLO				
FATORES		BAIXA	MODERADA	ALTA
Características geológico- neotécnicas	Tipo e espessura do solo	- Solo argiloso e pouco espesso (< 2m) ou área de afloramento de rocha	- Solo arenoso e areno-argiloso, com espessuras médias (2 a 5 m)	- Solo arenoso e areno-siltoso espesso (> 5 m)
	Declividade dominante do terreno	- Suave (< 5 %) em altos topográficos e baixadas	- Moderada (5 a 15%) em meia encosta	- Alta (> 15%) em meia encosta ou cabeceiras de drenagens
	Escoamento superficial (densidade X organização)	- Pequena área de contribuição a montante - Domínio de escoamento laminar em áreas dispersoras de água - Alta densidade textural	- Área de contribuição a montante de médio porte - Linhas de concentração de fluxo de água reduzido	- Grande área de contribuição (deflúvio) a montante - Domínio de escoamento concentrado com formação de canais preferenciais e incisão de talvegue - Baixa densidade textural
Processo geológico	Indícios de erosão e concentração de águas pluviais (enxurradas).	- Poucos sulcos erosivos, rasos e esparsos	Sulcos erosivos generalizados na faixa de domínio das estradas e/ou trilhas - Acúmulo de materiais erodidos na faixa de domínio da estrada e/ou trilha (depósitos de assoreamento)	- Marcante presença de sulcos erosivos generalizados, profundos, podendo ocorrer também ravinas e boçorocas - Surgências d'água nas erosões profundas - Acumulação significativa de materiais erodidos na faixa de domínio das estradas e trilha
	Cobertura vegetal	- Sem áreas significativas de solo exposto	- Cobertura vegetal deficiente com áreas significativas de solo exposto	- Predomínio de áreas de solo exposto

Fonte: Adaptado de Cerri et al. (2006) e Amorim (2012).

Quadro 4 - Parâmetros adotados para avaliação dos processos de escorregamento e processos correlatos.

POSSIBILIDADE DE OCORRÊNCIA DE PROCESSOS DE ESCORREGAMENTO E PROCESSOS CORRELATOS				
FATORES		BAIXA	MODERADA	ALTA
Características geológico-geotécnicas	Declividade do terreno	- Declividade suave a moderada (< 30%)	- Declividade moderada (30 a 50%)	- Declividade acentuada (> 50%)
	Espessura do solo	- Solos / materiais argilosos e arenosos pouco espessos ou com rocha sub-aflorante	- Solos / materiais arenosos e argilosos espessos	- Predomínio de áreas de solo exposto - Estruturas geológicas desfavoráveis - Solos / materiais argilosos e arenosos espessos
Processos geológicos	Queda de blocos ou núcleos rochosos	- Ausência de blocos ou núcleos rochosos	- Raros blocos rochosos no solo / cortes	- Presença de blocos / núcleos rochosos
	Indícios de movimentação: árvores e postes inclinados; trincas no solo / aterro, degraus de abatimento etc.	- Não há indícios de movimentação	- Indícios de movimentação localizados (árvores e postes inclinados), sem a presença de trincas no terreno	- Indícios de movimentação generalizados, incluindo trincas no terreno, degraus de abatimento, afundamentos na crista e estufamentos na base do talude - Áreas saturadas ou presença de surgências d'água

Fonte: Adaptado de Cerri et al. (2006) e Amorim (2012).

A consolidação da classificação foi realizada a partir da análise gráfica, segundo Martins (2012), que consiste na análise combinatória das variáveis, partindo do pressuposto que todos os parâmetros avaliados possuem a mesma relevância à suscetibilidade dos processos.

Para o estudo foram adotados 4 e 5 variáveis de interesse, respectivamente, para os processos de escorregamento e de erosão. Do total de 81 e 243 combinações diferentes, foram adotadas 15 e 21 possibilidades, distribuídas em 3 intervalos de interesse: Baixa (Verde), Moderada (Amarelo) e Alta (Vermelho) (Quadro 5 e 6).

Quadro 5 - Análise gráfica das combinações possíveis para análise da suscetibilidade à erosão hídrica linear.

Análise gráfica das combinações possíveis																						
Parâmetros de análise	I	Verde	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo							
	II	Verde	Verde	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	
	III	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	
	IV	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	
	V	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	
Classes		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Classificação		BAIXA							MODERADA							ALTA						

Fonte: Adaptado de Martins (2012).

Quadro 6 - Análise gráfica das combinações possíveis para análise da suscetibilidade à escorregamento e processo correlatos.

Análise gráfica das combinações possíveis																
Parâmetros de análise	I	Verde	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	
	II	Verde	Verde	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	
	III	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	
	IV	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	
Classes		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Classificação		BAIXA					MODERADA					ALTA				

Fonte: Adaptado de Martins (2012).

A apresentação dos resultados ocorre por meio de quadros e mapas individualizados de acordo com o tipo de processo geológico. Os quadros indicam, para cada unidade, a classificação parcial atribuída a cada parâmetro, e a final obtida ao final da interação.

Os mapas são apresentados em cores semafóricas (Verde, Amarelo e Vermelho) atreladas à classificação das unidades quanto à suscetibilidade aos processos geológicos (Baixa, Moderada e Alta).

O relevo sombreado foi utilizado como fundo do mapa, visando associar o relevo às classes de suscetibilidade, também foram incluídas feições morfológicas (boçoroca, sulcos/ravinas e cabeceiras em anfiteatro). A elaboração foi realizada no *software ArcGis 10.1*, sobre base topográfica 1:10.000, com curvas espaçadas no intervalo de 20 metros.

3.4. Redação da Dissertação

Para conclusão da pesquisa foi avaliada a qualidade dos produtos obtidos, seguida por discussões para melhor compreensão dos processos identificados, concluindo a pesquisa com a redação da dissertação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Revisão Bibliográfica

Neste item serão apresentados conceitos, termos e definições, obtidos pelas consultas bibliográficas, para os assuntos de interesse durante a execução desta pesquisa. A seguir serão detalhados os temas, cartografia geotécnica, análise integrada, processos geológicos exógenos e análise de suscetibilidade a processos geológicos.

4.1.1. Cartografia geotécnica e análise fisiográfica integrada

Esta pesquisa apresenta diversas terminologias quanto a sua apresentação cartográfica que causam certa confusão. Essas nomenclaturas abrangem os conceitos de mapa geotécnico, planta geotécnica e carta geotécnica e as definições de mapa, carta, atributo, mapeamento geotécnico e cartografia geotécnica, que segundo Aguiar (1994), Zaine (2000) e Zuquette (1987) podem ser explanados como nos Quadros 7 e 8.

Quadro 7 - Conceito de mapa, planta e carta geotécnica por Zuquette (1987).

TERMO	CONCEITO
MAPA GEOTÉCNICO	Representação dos atributos geotécnicos levantados, sem realização de análise interpretativa e sempre em escalas inferiores a 1:10.000.
PLANTA GEOTÉCNICA	Representação gráfica realizada em escalas grandes, maiores que 1:10.000, normalmente voltada para locais onde serão executadas obras específicas.
CARTA GEOTÉCNICA	Representação dos resultados da interpretação dos atributos que estão num mapa. Ex. carta clinométrica obtida a partir do mapa topográfico, carta de escavabilidade, etc.

Fonte: Zuquette, 1987.

Quadro 8 - Definições de termos utilizados em mapeamento geotécnico por Aguiar (1994).

TERMO	DEFINIÇÃO
MAPA	Representação gráfica dos atributos do meio físico em determinada escala, sem análise interpretativa.
CARTA	Diferencia-se do anterior por incluir análise interpretativa, destinada a fins práticos da atividade humana.
ATRIBUTO	Característica qualitativa ou quantitativa, que identifica o componente de um sistema observado.
MAPEAMENTO GEOTÉCNICO	Conjunto de processos sistemáticos de investigação dos atributos, imprescindíveis ao estabelecimento de unidades geotécnicas e passíveis de representação em documentos cartográficos.
CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA	Distinta do mapeamento geotécnico por apenas estabelecer as unidades geotécnicas, com base em levantamentos executados anteriormente, sem a etapa de investigação.

Fonte: Aguiar, 1994.

Há diversas técnicas de mapeamento geotécnicos desenvolvidas por diversas instituições, e Zuquette (1987) afirma que apesar das diversas metodologias levantadas, todas elas se encaixam em dois grandes grupos de acordo com sua finalidade, que seriam as metodologias de mapeamento de uso geral e as de uso específico.

As metodologias de mapeamento de uso geral adotadas neste trabalho, segundo Vedovello (1993) seguem dois tipos de procedimentos diferentes: a desenvolvida por IAEG (1976), Grant (1974) e Lollo (1991), e a desenvolvida por Sanejouand (1972), Prandini et al.(1995) e Zuquette (1987), que são apresentadas a seguir pelo Quadro 9.

Quadro 9 - Comparação entre dois tipos de procedimentos diferentes para mapeamento de uso geral.

IAEG, Grant e Lollo	Sanejouand, Prandini e Zuquette
Baseia-se na classificação de terrenos a partir de princípios geomórficos (Geologia, Pedologia, Vegetação e Geomorfologia). Suas etapas de execução incluem caracterização do terreno, análise de inter-relação entre esses componentes e os fatores exógenos do meio físico, delimitação de classes de área do terreno e previsão da influência da ação antrópicas nas unidades.	Baseia-se na análise separada dos atributos do meio físico, sendo que o mapeamento geotécnico gera diversas cartas de acordo com os atributos investigados. As cartas são analisadas diferenciadamente a partir da atribuição de pesos, de acordo com a aplicação desejada.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

Dentro destas duas concepções apresentadas, diversos autores fazem adaptações nos métodos e apresentam nomenclaturas próprias, dentre eles os principais para esta pesquisa são: Cendrero (1989), Ross (1995) e Cunha e Mendes (2005), cujas propostas de nomenclatura e de procedimentos são apresentados a seguir pelo Quadro 10.

Vedovello e Mattos (1998) apontam para vantagem da abordagem integrada em relação a multi-temática, baseado na redução dos custos, do tempo e da aplicabilidade.

Quadro 10 - Comparação das nomenclaturas utilizadas por Cendrero (1989), Ross (1995) e Cunha e Mendes (2005) em relação aos dois tipos de procedimento para mapeamento de uso geral

	IAEG, Grant e Lollo	Sanejouand, Prandini e Zuquette
Cendero (1989)	Método sintético: parte da definição de unidades homogêneas para estabelecer diretrizes para uso do solo.	Método analítico: fundamenta-se na elaboração e sobreposição de diversos mapas temáticos para obtenção de mapas diagnósticos.
Ross (1995)	Análise Integrada: toma como referência padrões de fisionomia do terreno ou padrões de paisagem, que individualizados são base para o início das pesquisas. O produto final é um único produto cartográfico, separados em várias unidades, que contém características de relevo, solo, geologia, uso da terra, vegetação e sócio econômico.	Análise multi-temática: segundo o autor, gera-se uma variedade de produtos cartográficos temáticos disciplinares de característica analítica e outros de síntese. São elaborados produtos cartográficos de diversos temas que são cruzados, às vezes, com atribuição de pesos, até a obtenção de um mapa de síntese final.
Cunha e Mendes (2005)	Análise integrada: apoiado em conceitos geomorfológicos, entendem as formas de relevo como resultado da interação entre geologia, clima, atual e no passado, e atualmente a atividade antrópica, que alteram características pedológicas e de cobertura vegetal. A partir da definição das unidades geomorfológicas, estas informações se cruzam a outras, possibilitando a identificação de processos geomórficos e a caracterização de suscetibilidade da área.	—————

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

4.1.2. Processos do meio físico

Os processos geológicos do meio físico se subdividem em: a) endógenos – associados à geodinâmica interna, por exemplo: terremotos, atividades vulcânicas e tsunamis; b) exógenos – associados à dinâmica externa.

Os processos exógenos ou superficiais fazem parte da dinâmica natural da terra, são eles os responsáveis por moldar a paisagem. As principais forças que atuam nestes processos são: a gravidade, as marés, a radiação solar e o calor interno (INFANTI JUNIOR; FORNASARI FILHO, 1998).

Os processos geológicos mais comuns e que apresentam risco potencial ao homem são: erosão, movimentos de massa, assoreamento, inundação, subsidência e colapsos, e processos costeiros. Devido às características geológicas e geomorfológicas da área, apenas os quatro primeiros processos citados foram observados e considerados no estudo.

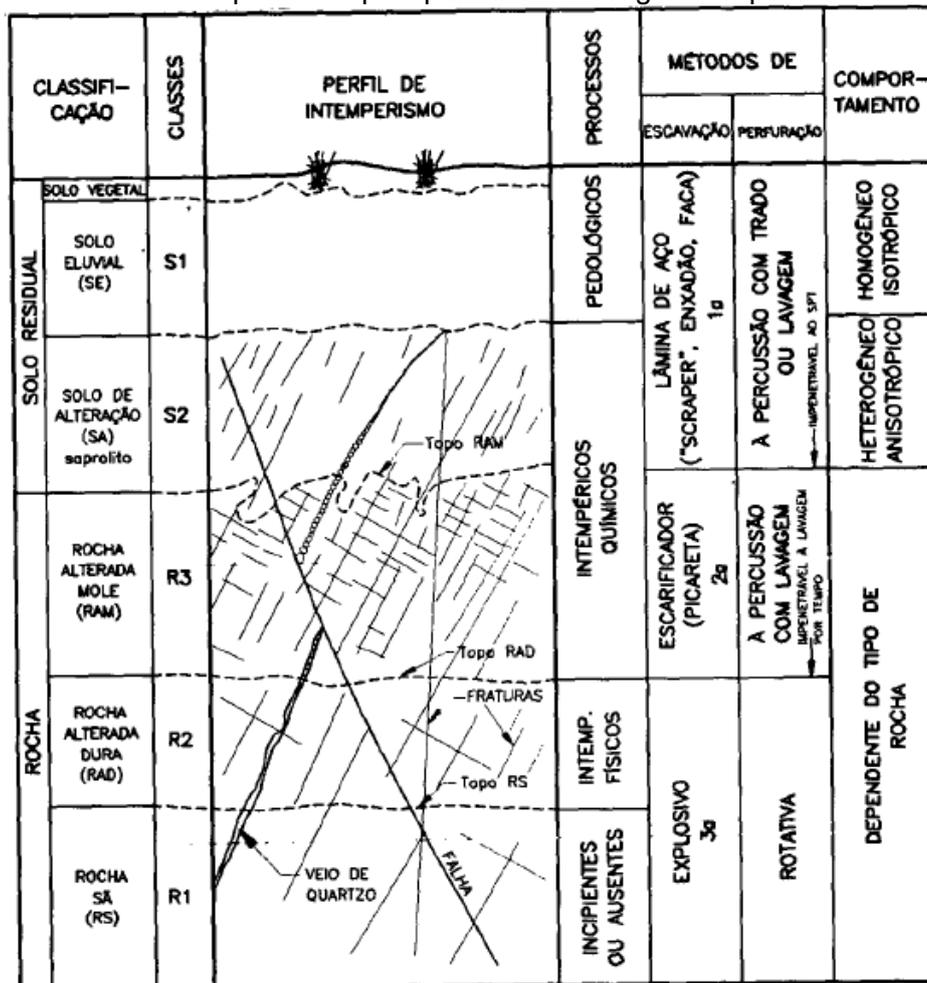
4.1.2.1. Processos erosivos

Os processos erosivos são caracterizados pela desagregação do solo e rocha modelando o relevo, podendo ser de forma natural ou acelerado por processos antrópicos, possuindo como agentes o vento, água, gelo e ação humana.

O perfil de alteração do solo/rocha está intimamente ligado com as características físicas do solo/rocha e seu contexto geomorfológico, destacando a capacidade de escoamento superficial, infiltração, coesão, posição geomorfológica (declividade), características físico-química dos minerais e grau de fraturamento (CARVALHO, 2006).

Para solos tropicais, Vaz (1996) sugere que o perfil de alteração do solo, de maneira geral, segue o proposto na Figura 7, independentemente do tipo de solo.

Figura 7 - Perfil de intemperismo típico para solos de regiões tropicais.

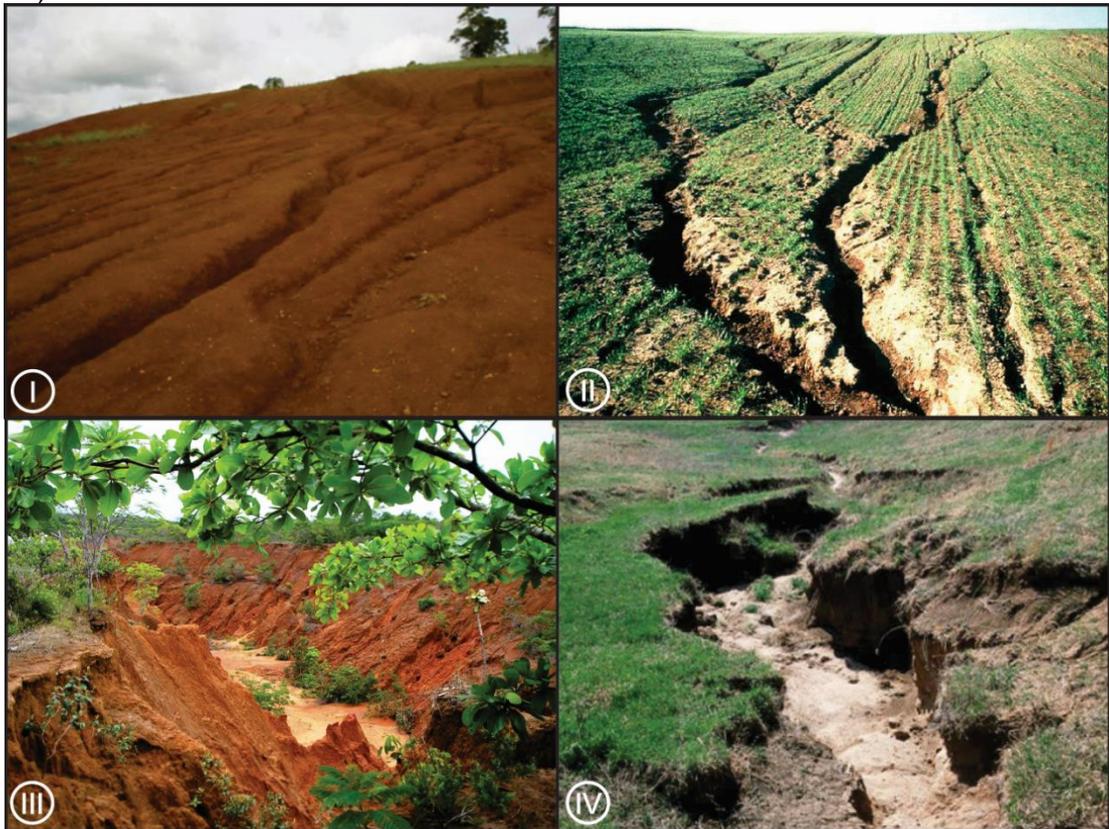


Fonte: Vaz, 1996.

Há um equilíbrio entre a quantidade de solo erodida e a quantidade de solo produzida, porém esse equilíbrio é desfeito através da intervenção humana principalmente em áreas urbanas onde a maioria do solo é impermeabilizado e o fluxo superficial é concentrado (CARVALHO et al. 2001; CARVALHO, 2006).

A erosão hídrica linear causa desagregação contínua do solo em determinado local e pode ser classificada como: Sulco – pequenas incisões/canais formados pelo fluxo de água; Ravina – evolução do processo de sulco, por aprofundamento, apresentando entalhamento vertical; Boçoroca – estágio avançado de processos erosivos, onde o fluxo superficial avança até o nível de fluxo subterrâneo e estes juntos têm alto poder de destruição (INFANTI JUNIOR; FORNASARI FILHO, 1998) (Figura 8).

Figura 8 - Evolução do processo de erosão hídrica linear, sendo: I – sulcos em meia encosta (estágio inicial); II e IV – ravinas (estágio intermediário); e, III – boçoroca (estágio avançado).



Fonte: Fotografia I: Theodorovicz (2007); Fotografia II: Favis-Mortlock (2005); Fotografia III: Capeche (2012); Fotografia IV: Natural Resources Conservation Service (2013)

O solapamento de margens são processos erosivos deflagrados a partir de eventos de enchente ou inundação, onde a força da ação da água é tamanha no canal de drenagem que erode os taludes marginais, removendo e transportando sedimentos. A partir da evolução deste processo as margens podem sofrer instabilidade e romper durante, ou logo após o evento, gerando taludes de alto ângulo e de grande altura.

4.1.2.2. Movimentos de massa

Os processos de transporte de matéria sólida podem ser subdivididos em movimentos gravitacionais de massa e movimentos de transporte de massa (AUGUSTO FILHO, 1995), e estes podem ser classificados quanto à cinemática do movimento, e do tipo do material e geometria, apresentados no Quadro 11.

O processo de rastejo é o movimento de solo na descendente, lento e contínuo, de caráter plástico, sem geometria definida e sem superfície definida de ruptura (INFANTI JUNIOR; FORNASARI FILHO, 1998).

Segundo Press et al. (2006), a taxa de deslocamento dos detritos é de 1 a 10 mm/ano, dependendo do tipo de solo, do clima, da declividade do talude e densidade da cobertura vegetal (Figura 9).

Os escorregamentos são classificados como movimentos gravitacionais de massa, logo seu movimento é induzido por aceleração gravitacional. São definidos por Infanti Junior e Fornasari Filho (1998) como “movimento rápido de massas de solo ou rocha, geralmente bem definidas quanto ao seu volume, cujo centro de gravidade se desloca para baixo e para fora de um talude”.

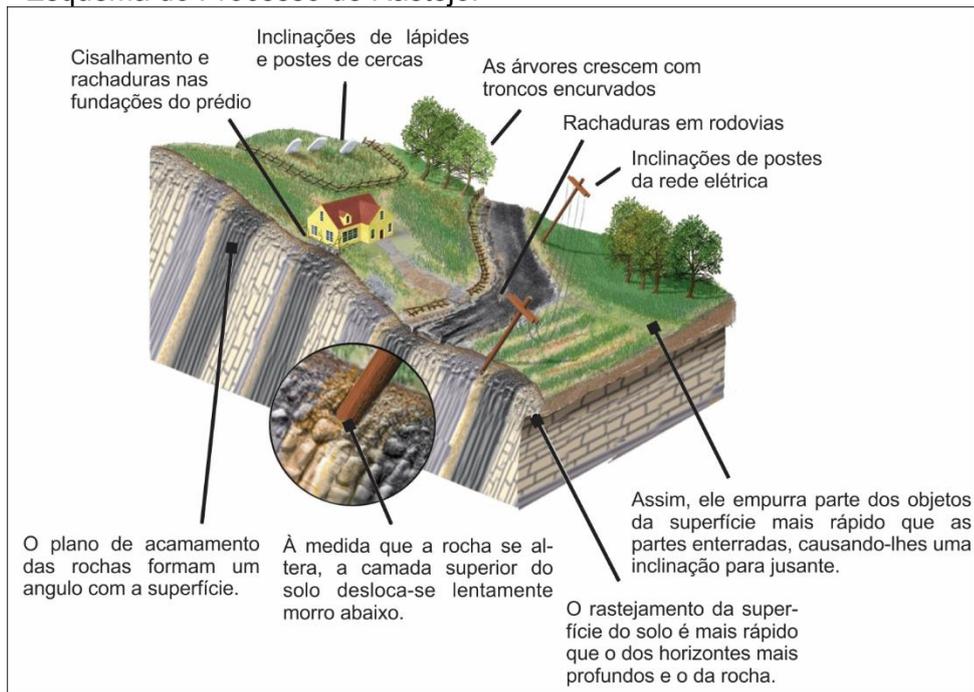
Os processos de escorregamentos podem ser subdivididos em planar (solo pouco espesso com plano de fraqueza no solo e na rocha), circular (solo espesso em rocha muito fraturada) e em cunha (solo e rocha com dois planos de fraqueza), como exemplificado nos esquemas a seguir (Figura 10).

Quadro 11 - Características dos processos geológicos quanto a movimento, material e geometria.

PROCESSOS	CARACTERÍSTICAS DO MOVIMENTO MATERIAL-GEOMETRIA
RASTEJO (CREEP)	<ul style="list-style-type: none"> - Vários planos de deslocamento (internos). - Velocidades muito baixas (cm/ano) a baixas e decrescentes c/ a profundidade. - Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes. - Solo, depósitos, rocha alterada/fraturada. - Geometria indefinida.
ESCORREGAMENTOS (SLIDES)	<ul style="list-style-type: none"> - Poucos planos de deslocamento (externos). - Velocidades médias (m/h) a altas (m/s) - Pequenos e grandes volumes de material. - Geometria e materiais variáveis: <p>PLANARES = > solos poucos espessos, solos e rochas c/ um plano de fraqueza;</p> <p>CIRCULARES = > solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas;</p> <p>EM CUNHA = solos e rochas com dois planos de fraqueza.</p>
QUEDAS (FALLS)	<ul style="list-style-type: none"> - Sem planos de deslocamento. - Movimentos tipo queda livre ou em plano inclinado. - Velocidades muito altas (vários m/s). - Material rochoso. - Pequenos e meios volumes. - Geometria variável: lascas, placas, blocos, etc. <p>ROLAMENTO DE MATACAO</p> <p>TOMBAMENTO</p>
CORRIDAS (FLOWS)	<ul style="list-style-type: none"> - Muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa em movimentação). - Movimento semelhante ao de um líquido viscoso. - Desenvolvimento ao longo das drenagens. - Velocidades médias a altas. - Mobilização de solo, rocha, detritos e água. - Grandes volumes de material. - Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas.

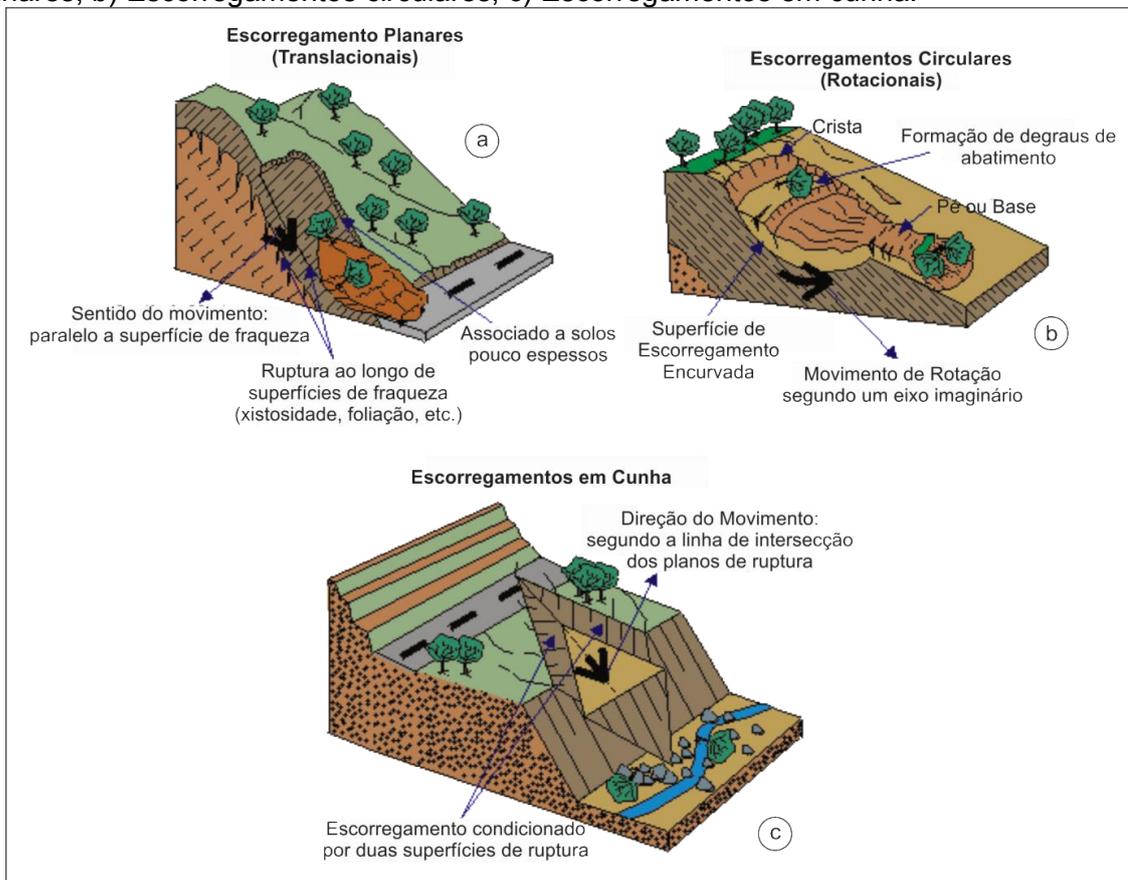
Fonte: Augusto Filho (1992).

Figura 9 - Esquema do Processo de Rastejo.



Fonte: Press, F. et al. (2006).

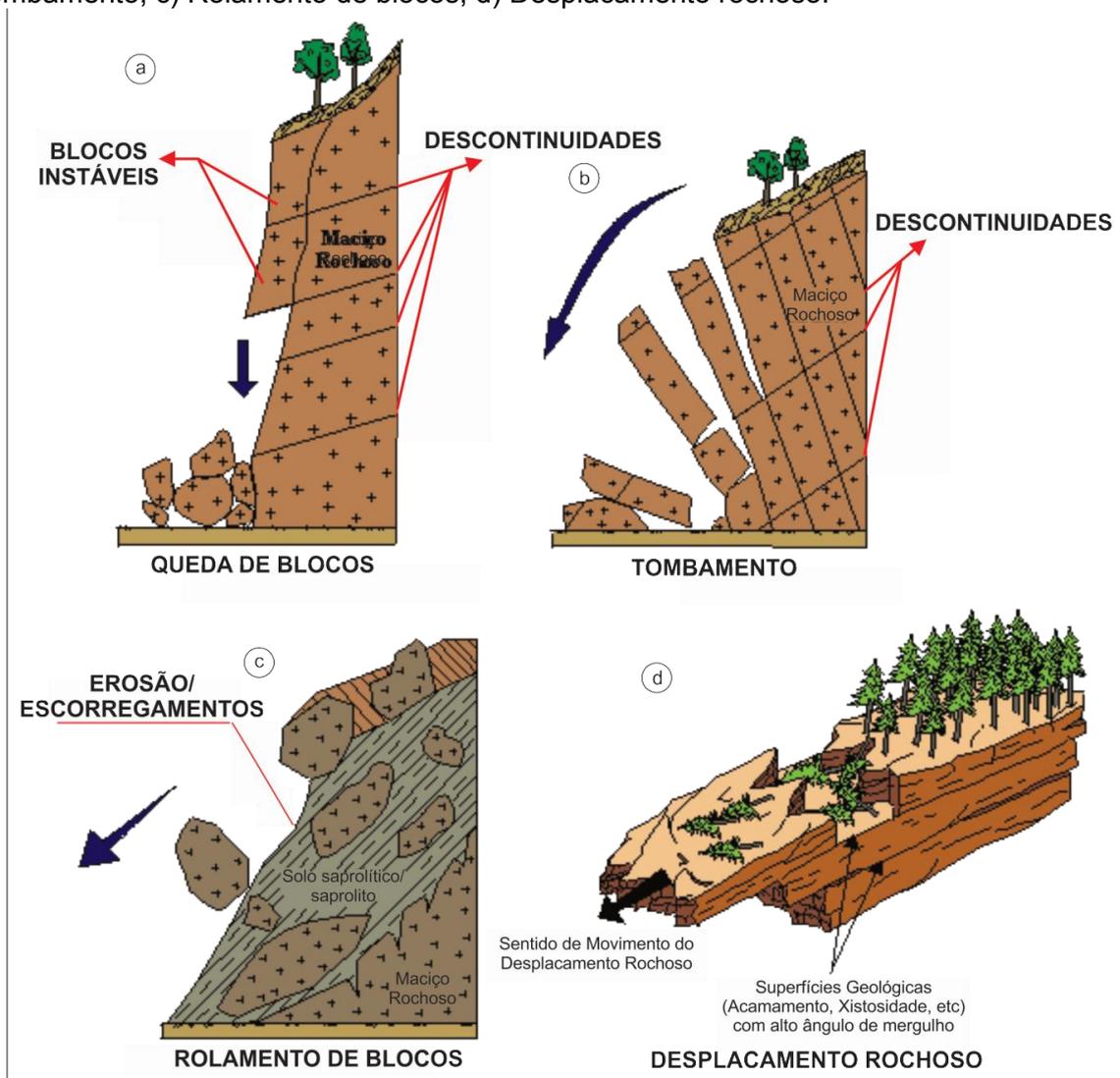
Figura 10 - Modelos de evolução de processos de escorregamentos. a) Escorregamentos planares; b) Escorregamentos circulares; c) Escorregamentos em cunha.



Fonte: Reis, 2001.

Os processos de quedas podem ser classificados em queda de blocos, tombamento, rolamento de blocos e deslocamento rochoso (AUGUSTO FILHO, 1992), conforme exemplificado a seguir pelos modelos (Figura 11).

Figura 11 - Modelos de evolução de processos de quedas. a) Queda de blocos; b) Tombamento; c) Rolamento de blocos; d) Deslocamento rochoso.



Fonte: Reis, 2001.

4.1.3. Análise de suscetibilidade a processos geológicos

A suscetibilidade a processos geológicos pode ser compreendida como o potencial de ocorrência de um evento que cause transformação do meio físico, independente de suas consequências para o meio antrópico.

Para avaliação de suscetibilidade é imprescindível à identificação dos processos e dos fatores condicionantes, tanto em relação ao meio físico quanto do

meio antrópico. Sendo assim, Cerri e Amaral (1998) apresentam um quadro orientativo (Quadro 12), identificando as condições predisponentes, as intervenções antrópicas desencadeadoras, as feições indicativas de campo, e ainda exemplifica os danos possíveis, para cada tipo de processo.

Para os processos de escorregamentos, inundações e enchentes não há modelos aplicáveis à diversidade de situações, há sim um conjunto de condições predisponentes que subsidiam a avaliação de suscetibilidade, diferentemente dos processos erosivos que possuem outras técnicas para tal finalidade.

Martini et al. (2006) afirma que, para processos erosivos, a partir de um sistema de classificação baseado no tipo de solo, relevo, clima e cobertura vegetal, a suscetibilidade a processos erosivos pode ser inferida pela própria classe de aptidão de uso, e principalmente, pelo cruzamento entre classe de aptidão e uso atual das terras.

Outro modelo para analisar a suscetibilidade a um fenômeno geológico segue o levantamento do histórico de acontecimentos de eventos na área de estudo, que segundo Martini et al. (2006, p.43), podem ser averiguadas a partir de cicatrizes de escorregamentos ou de registros factuais.

A técnica para análise de suscetibilidade utilizada neste trabalho está baseada nos modelos apresentados por Cerri e Amaral (1998).

Quadro 12 - Comparação entre feições orientativas para análise de suscetibilidade.

PROCESSOS	PRINCIPAIS CONDIÇÕES PREDISPONETES	EXEMPLOS DE INTERVENÇÕES ANTRÓPICAS DESENCADEADORAS	ALGUMAS FEIÇÕES DE CAMPO INDICATIVAS	EXEMPLOS DE DANOS POSSÍVEIS
ESCORREGAMENTOS	Encosta com inclinação elevada; depósito de tálus e coluviões; concentração do escoamento d'água de superfície; pluviometria média anual elevada.	Eliminação da cobertura vegetal; cortes instabilizadores; lançamento de lixo; aterro construído sem controle; lançamento de água não controlado; construção de reservatórios (instabilização de margens).	Trincas no terreno; degraus de abatimento; postes, árvores e muros inclinados ou tombados.	Queda, ruptura e soterramentos bruscos de construções, moradias, estradas, etc.; soterramento e morte de pessoas.
INUNDAÇÕES E ALAGAMENTOS	Planícies de inundação; rupturas de declive (terraços, bermas, patamares, etc.); áreas de baixadas; cabeceiras de drenagem; lençol freático próximo a superfície; marés altas; bacias de forma circular; alta densidade de drenagem da bacia; baixa capacidade de escoamento; assoreamento.	Eliminação da cobertura vegetal; uso do solo que propicia o aumento do escoamento superficial; estrangulamento da drenagem; construção de reservatórios (impactos a montante).	Marcas de inundação em árvores, barrancos e construções; áreas úmidas ou acúmulo de água mesmo sem chuvas; solos hidromórficos, sedimentos atuais cobrindo o terreno original; solapamento de margens.	Destruição de moradias, obras e plantações; morte de pessoas; morte de animais; danos sanitários; doenças (leptospirose).
EROSÃO HÍDRICA	Solos arenosos e siltosos pouco coesivos; inclinações acentuadas dos terrenos; concentração do escoamento d'água de superfície e subsuperfície (<i>piping</i>); chuvas intensas e mal distribuídas no espaço e no tempo.	Eliminação da cobertura vegetal; lançamento concentrado e não dissipado de águas servidas e de chuvas; cortes aterros não protegidos; construção de vias, caminhos e trilhas que concentram o escoamento; construção de reservatórios (impactos nas margens e a jusante).	Áreas de solo nu; solos sem horizontes superficiais; feições erosivas lineares (sulcos, ravinas, boçorocas); depósitos de sedimentos a meia encosta; assoreamento de fundo de vales.	Queda de moradias; destruição de ruas e equipamentos urbanos; perda do solo agricultável; soterramento de estradas e de plantações de várzeas; impactos diversos nos recursos hídricos (poluição, perda de volume armazenado, etc.).

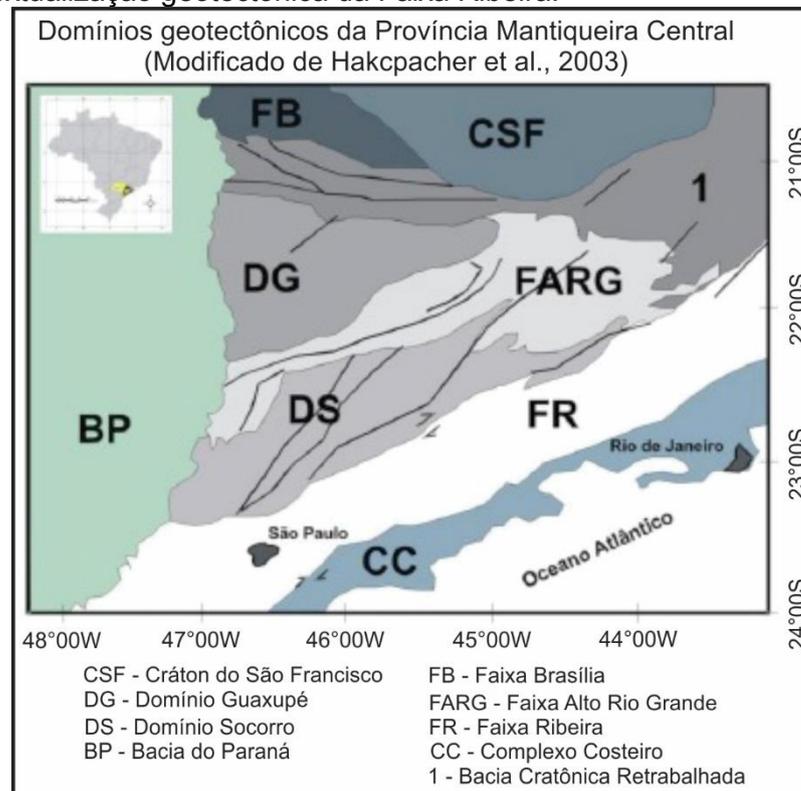
Fonte: Cerri e Amaral (1998).

4.2. Caracterização da Área de Estudo

4.2.1. Geologia Regional

A área de estudo está inserida no contexto geotectônico da Província Estrutural da Mantiqueira (HASUI; OLIVEIRA, 1984; HEILBRON et al., 2004), mais especificamente no Cinturão de Dobramento Ribeira (ALMEIDA et al. 1973), parte sul da Faixa Ribeira (CORDANI et al., 1973) (Figura 12), sob o domínio São Roque, que é composto pelos Grupos São Roque e Itaberaba (CAMPOS NETO; FIGUEIREDO, 1995).

Figura 12 - Contextualização geotectônica da Faixa Ribeira.



Fonte: Sauerbronn et al., 2013.

O Grupo São Roque, onde está inserida a área de estudo, é constituído por sequência metavulcano-sedimentar de baixo grau metamórfico, metamorfisadas em fácies xisto verde, atingindo grau metamórfico mais elevado em pontos de intrusão de corpos graníticos (JULIANI; BELJAVSKIS, 1995).

Em relação ao histórico de deformação do Grupo São Roque, Hackspacher, Godoy e Oliveira (1993) apontam a existência de pelo menos 3 eventos deformacionais, sendo as duas primeiras fases (Dn+1 e Dn+2) caracterizadas por dobras invertidas e recumbentes com foliação sub-horizontal associadas à Orogênese Brasileira.

A terceira fase de deformação (Dn+3) caracteriza-se pelo tectonismo dúctil-rúptil, formando dobras normais de foliação vertical. O regime de evolução crustal é transtensivo no início e seguido de regimes transcorrentes/transpressivos (HACKSPACHER; GODOY; OLIVEIRA, op. cit.).

Juliani e Beljavskis (1995) descrevem a foliação S1, como uma foliação filítica a ardósiana finamente espaçada, a foliação S2 é caracterizada por uma clivagem de crenulação zonal a discreta. Segundo Hackspacher, Godoy e Oliveira (op. cit.), a foliação S3 se expressa através de uma foliação milonítica, sendo difícil a distinção da clivagem ardósiana regional (S1).

O Grupo São Roque é limitado, a sul e a norte, por zonas de cisalhamento com orientação regional segundo a direção NE-SW. A Zona de Cisalhamento Itu-Jundiuvira separa a porção norte do Grupo São Roque, da porção sul do Grupo Amparo; e, a Zona de Cisalhamento Taxaquara limita o grupo a sul, do Complexo Embu (DNPM/CPRM, 1991; HASUI; CARNEIRO, 1980; RODRIGUEZ, 1998; TAKIYA, 1997) (Figura 13).

Quanto à evolução do Grupo São Roque, Juliani (1992) aponta em seu estudo, que muitos autores divergem sobre o assunto, que pode estar associado a um único ciclo, por diferentes ciclos, ou por um longo e único ciclo geotectônico.

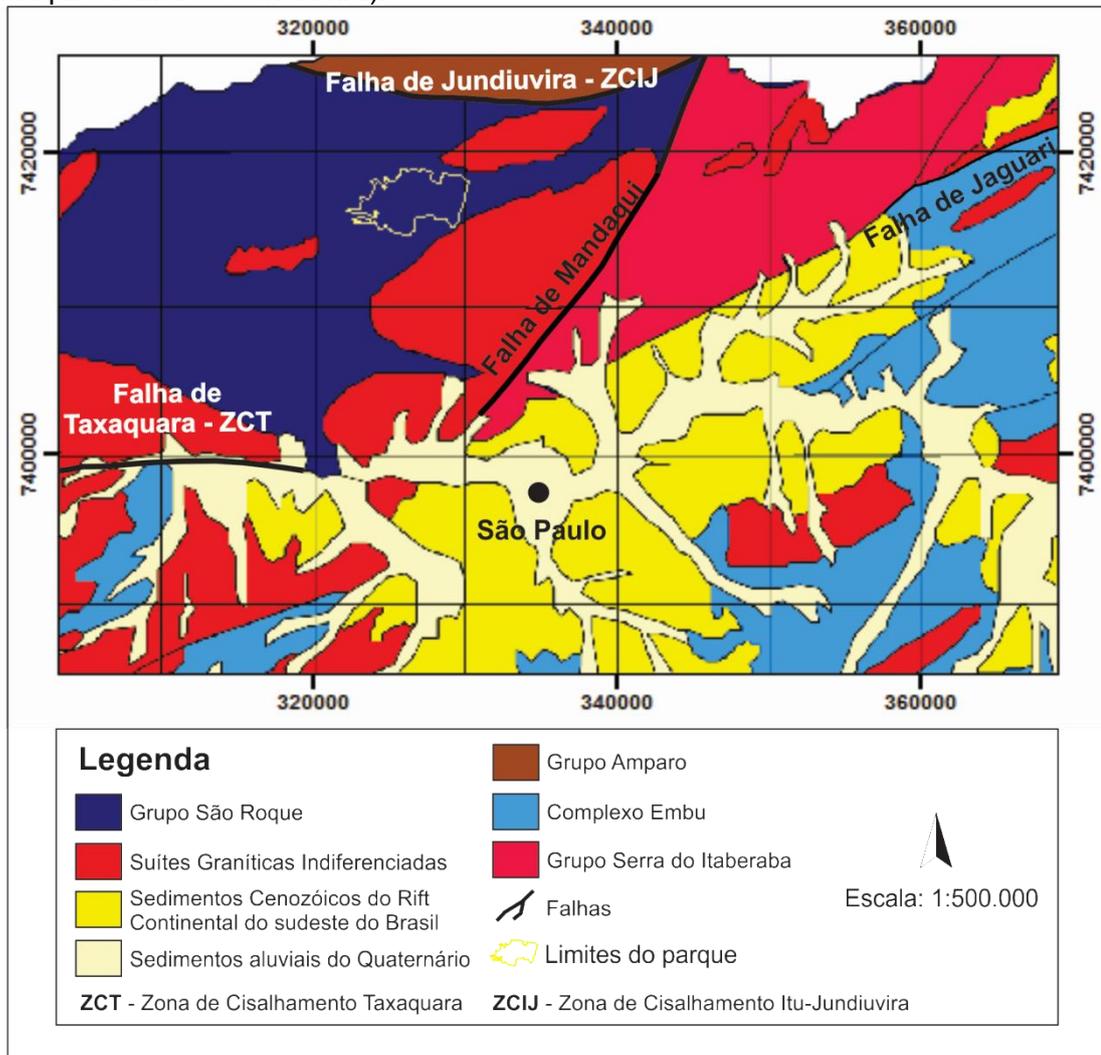
A proposta de um longo e único ciclo é a mais aceita, tendo origem a aproximadamente 2 Ga, se encerrando numa fase compressiva oriunda de colisão continental a cerca de 0,57 Ga.

DNPM/CPRM (1991) e Hackspacher, Godoy e Oliveira (1993), baseados nos estudos geocronológicos de Tassinari et al. (1988), admitem idade aproximada de 1,8 Ga (Paleoproterozóico) para deposição da sequência metavulcano-sedimentar dos Grupos São Roque e Itaberaba, com etapas metamórficas em torno de 1,4 Ga (1ª fase - Mesoproterozóico), 0,8 a 0,7 Ga (2ª fase - Neoproterozóico) e a uma fase granitogênica entre 0,7 e 0,5 Ga (Neoproterozóico).

Entretanto, IPT (1981b) baseado em estudos geocronológicos de Cordani e Teixeira (1979) realizados em granitoides sintectônicos, admite idade brasileira

(Neoproterozóico) de aproximadamente 0,64 Ga tanto para os granitoides quanto para o Grupo São Roque.

Figura 13 - Mapa Geológico da RMSP localizando a área de estudo, destaque para o Grupo São Roque e os grandes falhamentos que o limitam (Falha de Taxaquara, Falha de Mandaguari e Falha de Jundiuvira).



Fonte: Modificado de DNPM/CPRM (1991).

A litologia do Grupo São Roque corresponde predominantemente a filitos cinza-esverdeados claros a escuros, e quando alterado, apresentam coloração vermelha, castanha, alaranjada e rósea (JULIANI; BELJAVSKIS; SCHORSCHER, 1986).

Segundo Juliani e Beljavskis (1995) é comum estruturas bandadas ou laminadas, evidenciadas pela intercalação de camadas arenosas e micáceas, preservando feições sedimentares reliquias, como: estratificações rítmicas,

cruzadas e gradacionais; marcas de onda; estromatólitos; seqüência de Bouma e brechas.

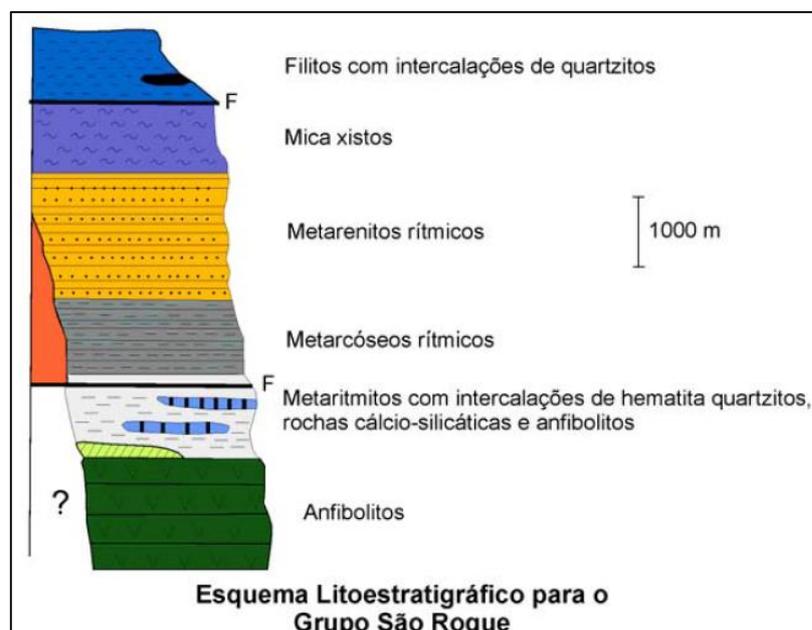
De maneira isolada, podem ocorrer lentes de diversas dimensões compostas por metaconglomerados, quartzitos, metarcóseos, metagrauvacas, cálcio-xisto, calcários metamórficos, e metabasitos (JULIANI; BELJAVSKIS, op.cit).

O ambiente de deposição dos sedimentos do Grupo São Roque proposto por Figueiredo et al. (1982), Hackspacher et al. (2000) e Juliani et al. (2000), apontam para uma bacia sedimentar do tipo retroarco.

Quanto a estratigrafia do Grupo São Roque, muitos trabalhos como o de Carneiro (1983) e o de Campos Neto et al. (1983), descrevem e empilham os litotipos de forma pontual e restrita às áreas em que os estudos foram realizados (Figuras 14 e 15).

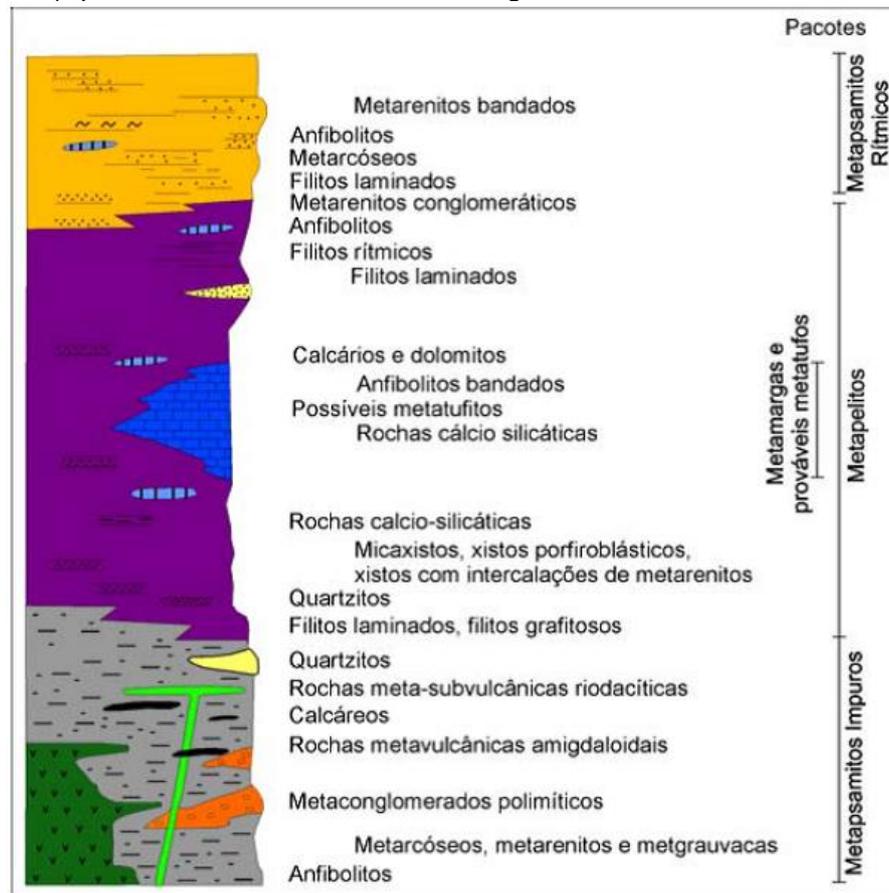
Juliani e Beljavskis (op. cit.) concluem em seu trabalho, que o empilhamento estratigráfico e as nomenclaturas utilizadas para o Grupo São Roque possuem uma série de limitações. Também indicam que os trabalhos realizados até o momento são pontuais ou em escala pequena, mesmo assim apresentam diretrizes quanto à subdivisão litológica em formações, suas nomenclaturas e o empilhamento, conforme segue: Formação Pirapora do Bom Jesus; sobreposta pela Formação Estrada dos Romeiros, e esta é coberta pela Formação Boturuna.

Figura 14 - Esquema estratigráfico para o Grupo São Roque proposto por Campos Neto et al. (1983).



Fonte: Pinto (2012).

Figura 15 - Secção estratigráfica esquemática para o Grupo São Roque proposta por Carneiro (1983), para a faixa entre o Pico do Jaraguá e Serra dos Cristais.

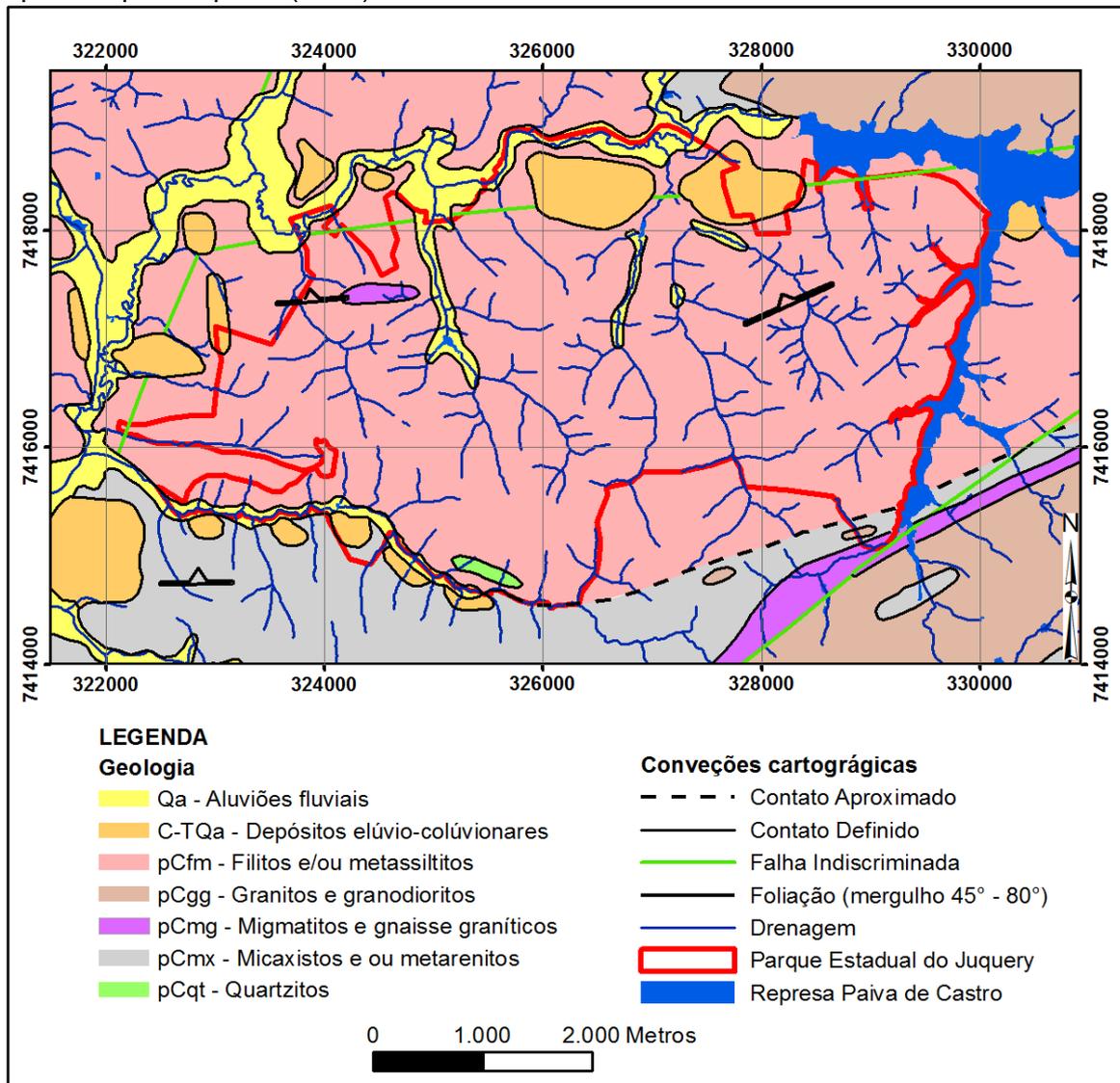


Fonte: Pinto (2012).

Segundo o Mapa Geológico do Estado de São Paulo (PERROTA et al., 2006), o Parque Estadual do Juquery se insere na Formação Estrada dos Romeiros, composta predominantemente por metarritmitos, variando entre filitos e metassiltitos, e também, metarenitos e metamicroconglomerado (BERGMANN, 1988; HACKSPACHER; GODOY; OLIVEIRA, 1993).

Como referência para o estudo adotou-se a Carta Geológica da Região Metropolitana de São Paulo (EMPLASA, 1979), folha 34, na escala 1:50.000, elaborada com base nos levantamentos de campo realizados por Coutinho, em 1979. Para a área de estudo, foram identificadas 7 litologias distintas, discriminadas e dispostas de acordo com a figura 16.

Figura 16 - Mapa geológico contendo a delimitação da área de estudo e as litologias mapeadas por Emplasa (1979).



Fonte: Modificado de Emplasa (1979).

4.2.2. Geomorfologia

O relevo da área de estudo está inserido na Unidade Morfoestrutural do Cinturão Orogênico do Atlântico, Província do Planalto Atlântico (ALMEIDA, 1964), Zona da Serrania de São Roque (IPT, 1981a) (Figura 17).

Os terrenos são caracterizados por Ab'Saber (1978) e Dantas (1990) como colinas dissecadas ou “mar de morros”, e por IPT (op. cit) como morrotes alongados paralelos, limitado a norte pela Serra do Japi e a sul/sudeste pela terminação da Serra da Mantiqueira.

Entretanto, segundo Ross e Moroz (1997), a área se enquadra na Zona do Planalto de Jundiaí, sendo o relevo composto por colinas e morros altos, topos aguçados e convexos, as formas são dissecadas com alta densidade de drenagem, os vales são entalhados associados a pouco entalhados.

Luz (2010) subdivide o relevo da RMSP em Serra da Cantareira (predominante), Serraria de São Roque (norte), Serra do Mar e de Paranapiacaba (sul) e, Planalto de Paraibuna (leste). O mesmo autor também descreve que os planaltos e serras são compostos por serras alongadas, morros de topos convexos, com vertentes de declividade média a alta, e planícies aluvionares restritas e isoladas.

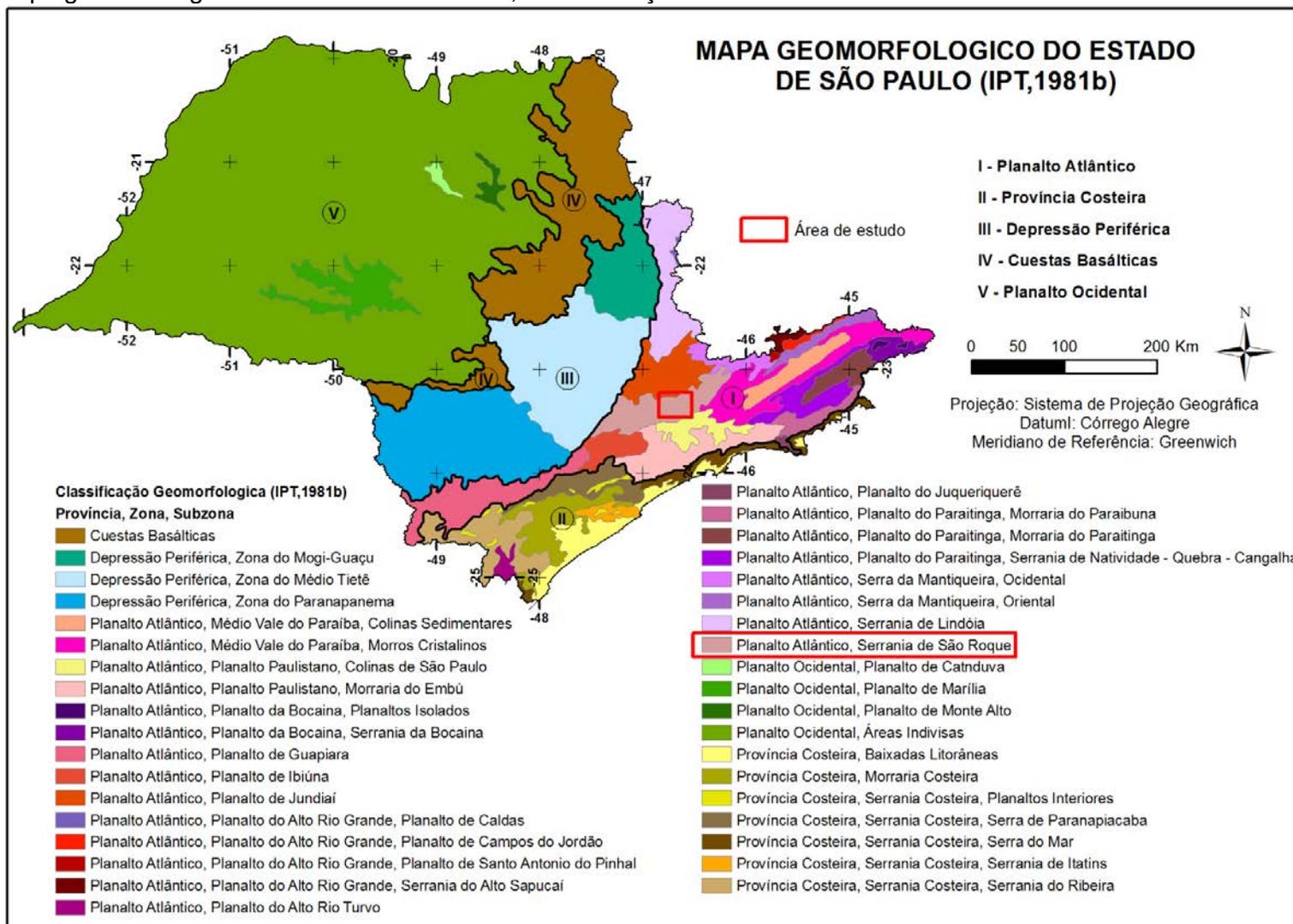
Segundo Moroz et al. (1994) e Baitello et al. (2013), o vale do Rio Juquery é delimitado pelo Morro Grande ou Morro do Juquery e a crista da Serra da Cantareira (cerca de 5 km), com amplitude altimétrica entre 300 e 350 m e vertentes declivosas.

A paisagem do parque é semi-montanhosa, com vertentes mamelonizadas, típicas dos planaltos cristalinos do Planalto Paulista, com gradiente altimétrico de 730 a 950 m. Os limites são o vale do Rio Juquery (norte); a Represa Paiva de Castro (leste); e o interflúvio do conjunto de colinas (Morro Grande/do Juquery) (BAITELLO et al., op. cit.).

Segundo Baitello et al. (op. cit.), a partir do alto do Morro Grande é possível visualizar o relevo colinoso, com topo levemente arredondados, parecendo sucessões de meias laranja, separados por pequenos vales. Ainda dentro do parque, o autor descreve a ocorrência de trechos de topos retilíneos, principalmente onde estão locados o atual presídio (antiga FEBEM), a antiga pista de pouso e a sede do Parque.

FUSP (2009) afirma que a bacia do Rio Juquery possui elevada densidade de drenagem e entalhamento dos vales, indicando alta fragilidade potencial do terreno, estando à área sujeita a processos erosivos do tipo linear, e a ocorrência de movimentos de massas.

Figura 17 - Mapa geomorfológico do estado de São Paulo, com indicação da área de estudo.



Fonte: IPT (1981a).

4.2.3. Pedologia

Segundo Oliveira et al. (1999), os solos predominantes na área de estudo são do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo.

Os argissolos, segundo definição da EMBRAPA (2006) são constituídos por argila de baixa ou alta atividade conjugada com caráter alítico ou saturação por bases baixa, estando o horizonte B textural imediatamente abaixo dos horizontes A ou E.

Estes solos são caracterizados como de profundidade variável, de forte a imperfeitamente drenados, cores avermelhadas ou amareladas, raramente brunada ou cinzenta. Quanto à textura, há um incremento de argila do horizonte A (arenosa a argilosa) para o horizonte Bt (média a muito argilosa), sendo a transição entre estes, usualmente clara, abrupta ou gradual (EMBRAPA, 2006).

IAC (201-?) apresenta uma caracterização similar para os argissolos, sendo estes descritos como solos minerais com diferenciação nítida entre camadas ou horizontes, verificados em campo pelo aumento abrupto nos teores de argila. Devido ao maior teor de argila, conforme a profundidade aumenta, o solo passa a apresentar cor mais forte, também aumentando a coesão, plasticidade e pegajosidade.

Dentre os diversos tipos de argissolos, IAC (op. cit.) destaca os de textura arenosa/média e os de textura média/argilosa e argilosa.

Os argissolos vermelhos e vermelho-amarelos de textura arenosa/média ocorrem em todo o estado de São Paulo, oriundo de diversos materiais, exceto de rochas básicas e de rochas sedimentares finas.

Os argissolos, baseado na associação entre as características de relevo (relativamente suavizado a ondulado), na natureza em superfície (pouco coesa), e na permeabilidade (menor nos horizontes subsuperficiais), podem ser classificados como de elevada suscetibilidade à erosão (IAC, op. cit).

Os argissolos de textura média/argilosa e argilosa são desenvolvidos, segundo IAC (op. cit.) “[...] mais frequentemente de rochas ígneas e metamórficas, quando no Planalto Atlântico, ou de rochas sedimentares finas (pelitos) em outras regiões [...]”. Esses solos, apesar da elevada capacidade de água disponível, podem apresentar limitações físicas no acondicionamento d’água, relacionado à pouca

profundidade e presença de cascalhos ou calhaus em superfície, especialmente nos relevos mais íngremes do Planalto Atlântico (IAC, op. cit.).

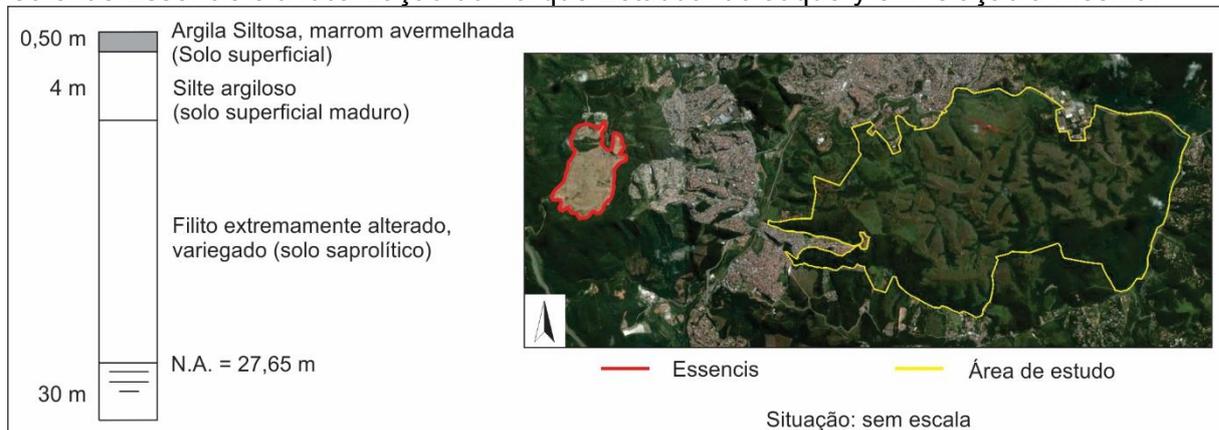
Na área do parque associa-se os argilossolos vermelho-amarelado de textura média/argilosa aos depósitos coluvionares (Unidade D), aos fundos de vales e sopé de encostas (Unidade F), contendo material de granulometria variada, podendo conter seixos e blocos transportados.

Apesar de não constar na bibliografia consultada, devido à pequena escala dos mapeamentos pedológicos disponíveis, e da ocorrência restrita da planície aluvionar do Rio Juqueri, associa-se a Unidade E aos solos hidromórficos.

Os solos hidromórficos são caracterizados pela presença de solos minerais ou orgânicos, seguido de horizonte glei de coloração cinza-esverdeada ou azulada, oriunda da redução do óxido de ferro em ambiente aquoso (EMBRAPA, op. cit.).

As sondagens realizadas por Ferrari (2005), na região da Central de Tratamento de Resíduos de Caieiras/Essencis (distante cerca de 3km do PEJ), apontam a presença de silte saprolítico de filito, não sendo observado rocha sã até os 70 metros de profundidade (Figura 18).

Figura 18 - Perfil de sondagem típico da região da Central de Tratamento de Resíduos de Caieiras/Essencis e a localização do Parque Estadual do Juqueri em relação à mesma.



Fonte: Modificado de Ferrari, 2005

A composição do perfil de alteração descrito por Ferrari (op. cit.) possui correlação com os perfis descritos para a área de estudo. Sendo assim, a ocorrência destes solos associa-se a aproximadamente 90% da área de estudo (Unidades A, B e C), onde o horizonte de solo orgânico (superficial) e o horizonte B são pouco espessos a inexistentes, e o horizonte C representa grande parte dos afloramentos observados em campo.

4.2.4. Hidrografia

A área de estudos está inserida na bacia do Rio Juqueri, que tem sua nascente no município de Nazaré Paulista, possui fluxo de leste para oeste, sendo seus principais afluentes os córregos Itaim ou Bonsucesso, Boa Vista, Tocantins e do Saboó; os rios Juqueri-Mirim e Pinheiros; e os ribeirões dos Cristais, do Cavalheiro, do Euzébio, Itaim e dos Pinheirinhos ou Quilombo (IPT, 2010).

O Rio Juqueri se insere na sub-bacia Juqueri-Cantareira (Figura 19), que por sua vez se localiza na região norte da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (UGRHI 6).

Segundo o D.E. nº 10.755/77 que dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores previsto no D.E. Nº 8.468/76, tanto o Rio Juqueri, quanto seus afluentes, até a barragem Paiva Castro, enquadram-se na Classe I.

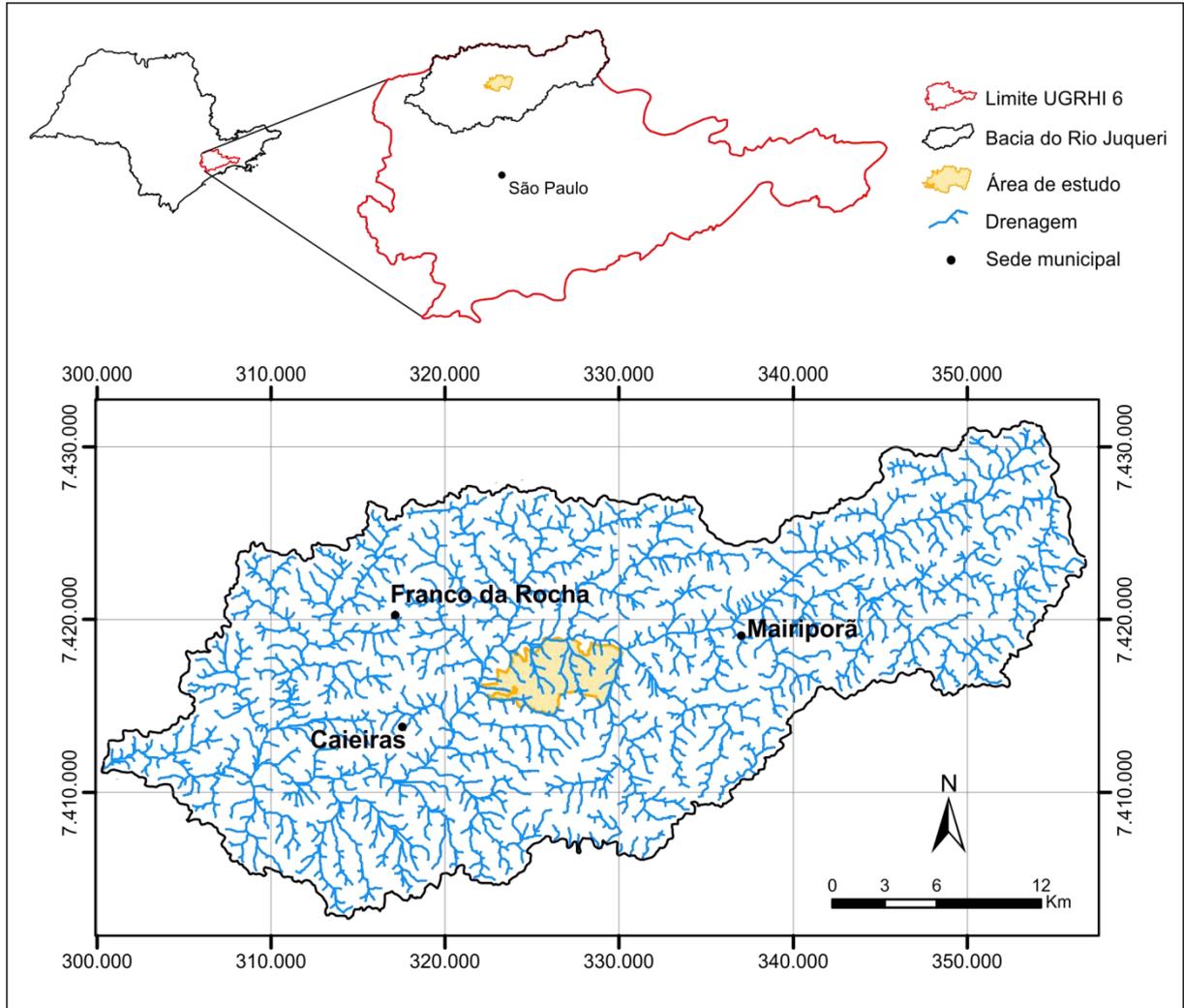
As águas de cursos d'água pertencentes à Classe I não podem receber qualquer tipo de esgoto, mesmo que tratado, pois são destinadas ao abastecimento doméstico sem a necessidade de tratamento prévio ou com simples desinfecção (CETESB, 1982).

A represa Paiva Castro, limite noroeste da área de estudo, possui aproximadamente 5,1 km² e é de suma importância para o Sistema Cantareira, pois se caracteriza como o último reservatório do sistema de derivações por gravidade, sendo receptor das águas do Rio Juqueri e dos demais reservatórios (GIATTI, 2000).

A jusante da represa se localiza a Estação elevatória de Santa Inês, responsável pela transposição da Serra do Cantareira ao reservatório de Águas Claras (Figura 20).

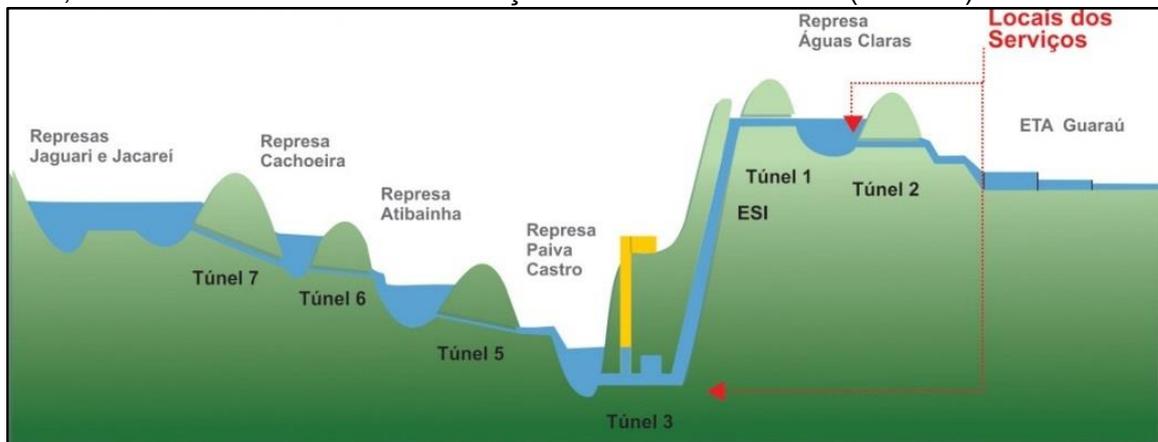
Giatti (2000) salienta que ações de monitoramento, controle e preservação dos corpos d'água são essências para a gestão da qualidade ambiental da sub-bacia, uma vez que o uso e a ocupação do solo é bastante variado.

Figura 19 - Localização da área de estudo em relação à sub-bacia Juqueri-Cantareira e a UGRHI 6.- Alto Tietê.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

Figura 20 - Seção esquemática do Sistema Cantareira, destaque para a Represa Paiva Castro, último reservatório antes da estação elevatória Santa Inês (amarelo).



Fonte: site SABESP.

4.2.5. Clima

Segundo Monteiro (1973), o clima na região é regido por massas equatoriais e tropicais culminando no clima tropical com alternância de estação seca e úmida.

Baseado na classificação de *Köppen-Geiger*, atualizada por Peel, Finlayson, e McMahon (2007), a área do parque é classificada como *Cwa*, ou seja, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

O clima do vale do Rio Juqueri não difere da sua circunvizinhança, onde segundo Ab'Saber (1978), predominam os climas tropicais de altitude, temperado úmido sem estação seca definida, com nebulosidade maior na crista da Serra da Cantareira, vertente esquerda do referido vale (MOROZ et al., 1994). Segundo os autores citados, as temperaturas médias da região estão em torno de 20 – 21 °C nos fundos de vale, e de 18 – 19 °C na Serra da Cantareira.

Baitello et al. (2013) afirma que no contexto do Estado de São Paulo, a área do parque e seu entorno possuem regime climático com estação seca menos severa que nas principais áreas de ocorrência dos cerrados brasileiros, e que no interior do parque não há registro de geada.

Embasado em dados pluviométricos coletados entre 1958 e 1992, pelas estações pluviométricas E3-005 e E3-047 (respectivamente, nos municípios de Mairiporã - SP e Franco da Rocha – SP), Baitello et al. (op. cit.) apresenta uma precipitação de 1.200 a 2.000 mm/ano para a área de estudo, sendo os meses mais secos entre abril e agosto.

4.3. Mapa Hipsométrico e de Declividade

O mapa de declividade visa gerar informações para auxiliar a fotointerpretação, compartimentação do terreno, e caracterização e delimitação das unidades geológico-geotécnica.

Durante a execução atentou-se na associação entre as características do terreno e a suscetibilidade de eventos ou processos geológicos (AUGUSTO FILHO, 1994; ZAINÉ, 2011).

Conforme é apresentado no mapa de declividade da área de estudo (Figura 21), o parque é subdividido em 6 intervalos:

- 0 a 5% - 22% da área total
- 5 a 15% - 27% da área total
- 15 a 30% - 45% da área total
- 30 a 50% - 6% da área total
- 50 a 100% - 0,1% da área total

Observa-se no mapa que as menores declividades (0 a 5%) estão associadas aos fundos de vales, como por exemplo, ao norte da área, onde se encontra a planície aluvionar do Rio Juquery, e as áreas de topo de interflúvio e do depósito coluvionar próximo à pista de pouso. Pela declividade, as áreas de fundos de vale onde pode se esperar à ocorrência de inundações, enchentes e assoreamento.

A partir do mapa de declividade constata-se que cerca de 45% da área de estudo, possui declividade média (15 a 30%), distribuída ao longo das meias encostas dos vales encaixados, onde pode se esperar à ocorrência de processos erosivos.

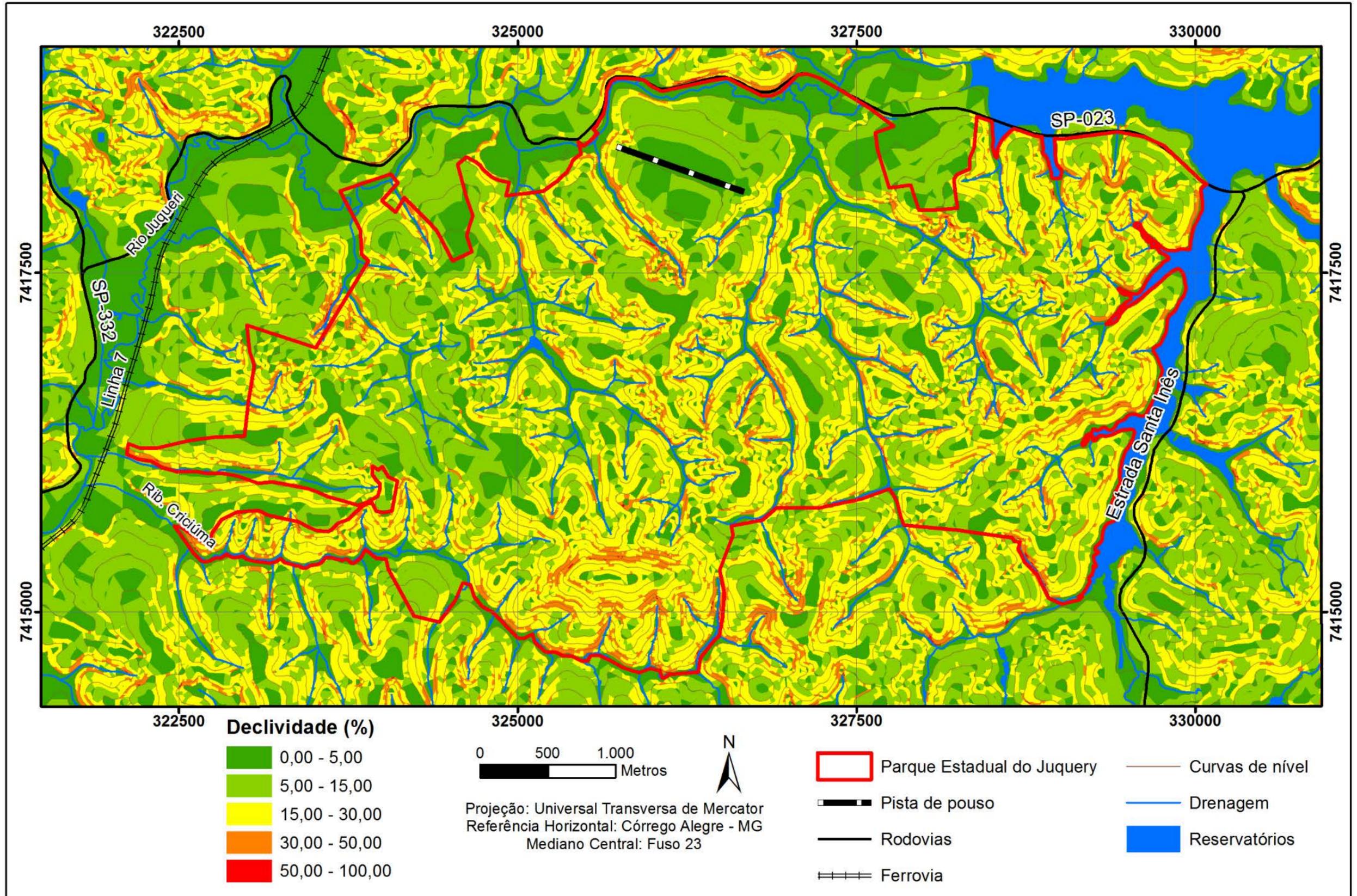
Cerca de 6% da área de estudo possui declividade entre 30 e 50%, e suas ocorrências estão vinculadas às cabeceiras de drenagens e à encosta do Morro Grande/Juqueri, onde pode se esperar à ocorrência de processos erosivos por concentração de fluxo hídrico, escorregamentos, movimentos de massa e quedas de blocos.

O mapa hipsométrico (Figura 22) subdivide a área de estudo em 10 intervalos de classificação, com a finalidade de complementar a caracterização da área de estudo.

Em relação às cotas topográficas, observa-se variação entre 720 e 940 metros de altitude, sendo que aproximadamente 75% do parque está abaixo da cota de 800 metros, destacando-se, ao sul, o Morro Grande com cota máxima de 940 metros.

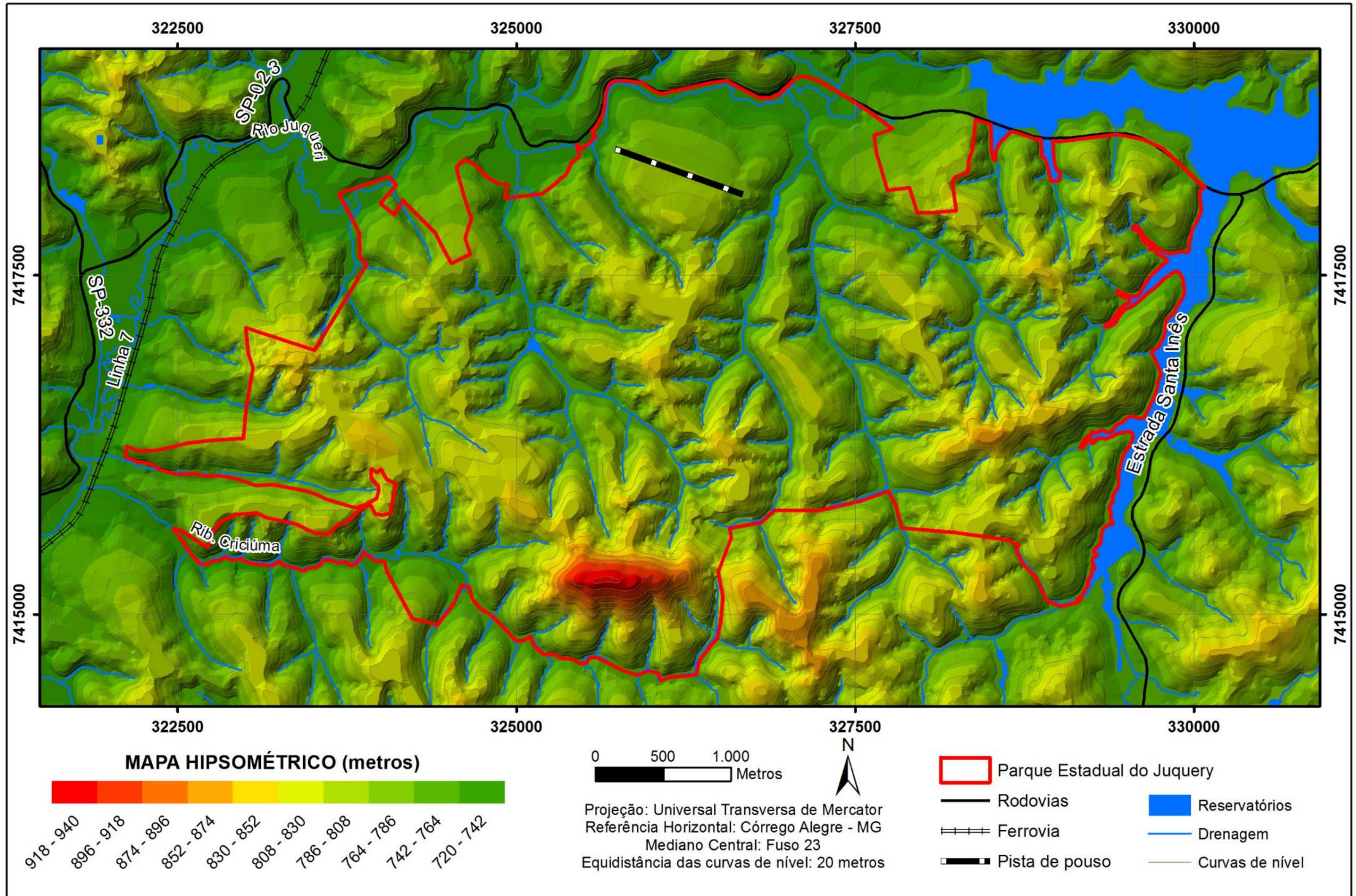
Na porção sul do mapa, onde se localiza o Morro Grande/Juqueri, observam-se as maiores declividades e altitudes da área de estudo, onde há o predomínio de declividade média (15 a 30%) a alta (>30%) em cotas que ultrapassam os 900 metros, além do topo de morro orientado na direção E-W.

Figura 21 - Mapa de declividade da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

Figura 22 - Mapa hipsométrico da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

4.4. Análise Fisiográfica Integrada

4.4.1. Caracterização geológico-geotécnica

A área de estudo foi compartimentada em seis unidades e uma sub-unidade geológico-geotécnicas.

O Apêndice A apresenta o mapa geológico-geotécnico, elaborado na escala 1:20.000, o quadro síntese com as características das unidades, e duas seções/perfis expondo a relação entre relevo e as características geológicas.

A síntese das informações observadas e catalogadas para os pontos descritos na etapa de campo são apresentadas no Apêndice B.

A seguir são descritas as unidades identificadas.

4.4.1.1. Unidade A – Quartzitos e filitos em relevo de morros altos

A unidade representa 3% da área mapeada, estando associada à feição de relevo mais imponente, o Morro Grande ou Morro Juquery, ou ainda, “Ovo da Pata” como é conhecido informalmente, no sul do parque.

O terreno caracteriza-se como de amplitude média, com variação local de 170 metros (770 a 940 metros de altitude), topo anguloso com encostas retilíneas, relevo simétrico, e declividade predominante em torno de 30%, pontualmente alcançando 45%.

Referente às características geotécnicas inferidas, a unidade possui alta taxa de escoamento, baixa permeabilidade, manto de alteração pouco espesso com rochas aflorante/subaflorantes, baixo potencial a erosão linear, delgada camada de material inconsolidado, estrutura heterogênea e nível d’água profundo.

O morro alto se destaca na região por atingir a cota de 940 metros altitude, num contexto que 75% das áreas se encontram abaixo da cota de 800 metros. A sustentação do relevo se justifica pela ocorrência de camadas de quartzito que são resistentes à erosão.

O substrato rochoso é composto por intercalações de camadas decimétricas a métricas de quartzito e de camadas decimétricas de filito, orientadas segundo a direção E-W, com mergulho subvertical.

O quartzito caracteriza-se pela coloração que varia de branco a avermelhado, granulometria de média a grossa, com grãos sub-arredondados a angulosos, e estratificações cruzadas.

O filito possui granulometria predominante fina (silte/argila), de coloração amarelada (mais alteração) a cinza (menos alterada), e o bandamento composicional é marcado por milimétricas camadas arenosas (cor branca) em meio às camadas pelíticas.

O perfil de alteração do solo é pouco evoluído, e composto por camada de solo orgânico pouco espesso a inexistente, sobrepondo às rochas alteradas, que se desagregam em blocos e matacões. Não foi observada a existência de um horizonte saprolítico propriamente dito.

Segundo Vaz (1996), em zonas de transição onde há o predomínio de intemperismo físico e os processos de intemperismo químico são reduzidos, o horizonte de rocha alterada mole pode ser ausente ou inexpressivo, sendo o contato irregular e constituído por blocos e matacões *“in situ”*.

Devido ao perfil de solo incipiente que recobre a unidade, fica evidente que os processos morfogenéticos predominam sobre os pedogenéticos.

Os processos geológicos exógenos são os principais responsáveis pela esculturação das formas de relevo na unidade, portanto, destaca-se que foram identificados processos de rastejo, rolamento e erosão hídrica linear.

O processo de rastejo é evidenciado pela inclinação dos troncos de árvores em um dos flancos do morro, indicando a movimentação dos blocos de rocha em direção ao sopé da encosta.

Também foram catalogados processos de erosão hídrica linear, concentrados ao longo da trilha turística existente para subida e descida do morro (Pontos nº 12 e 16 da etapa de campo), e o rolamento de blocos disseminados por toda unidade.

Não foram identificados processos de escorregamentos, porém devido ao depósito de tálus existente no sopé da encosta, a unidade é suscetível a este tipo de processo.

A ficha 1 sintetiza as principais características da unidade através de uma seção esquemática do relevo, somado a informações do substrato geológico, do perfil de alteração do solo, de registros fotográficos das feições de relevo, dos afloramentos e dos processos geológicos observados, e da localização da unidade em relação ao mapa geológico-geotécnico final.

Processos geológicos



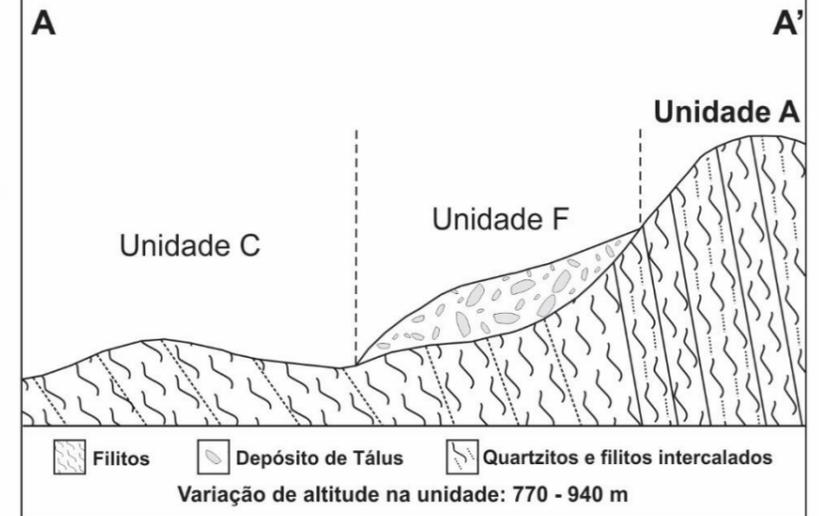
Erosão hídrica linear

Blocos rolados

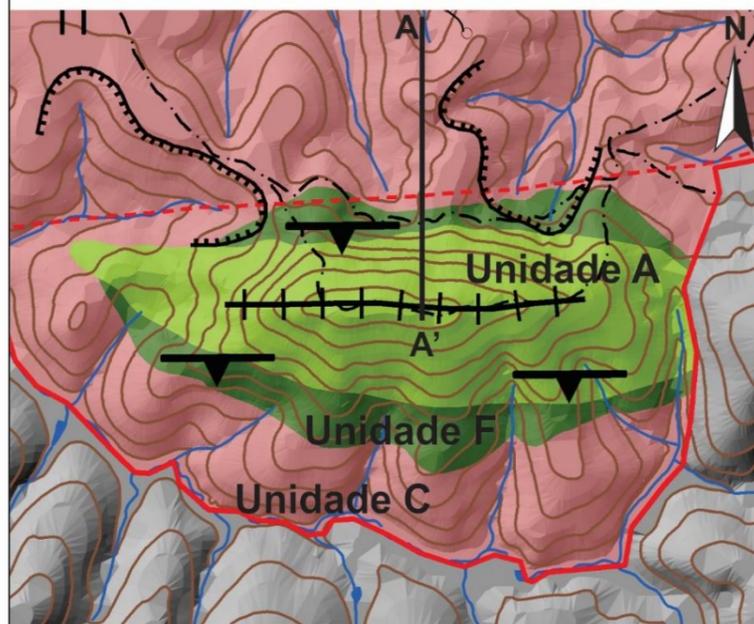
Vista panorâmica - Relevo característico



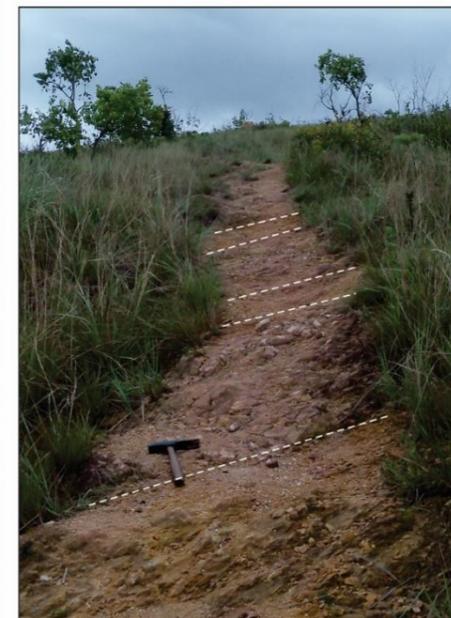
Seção esquemática do relevo e substrato geológico



Posicionamento da Unidade no Mapa Geológico-geotécnico

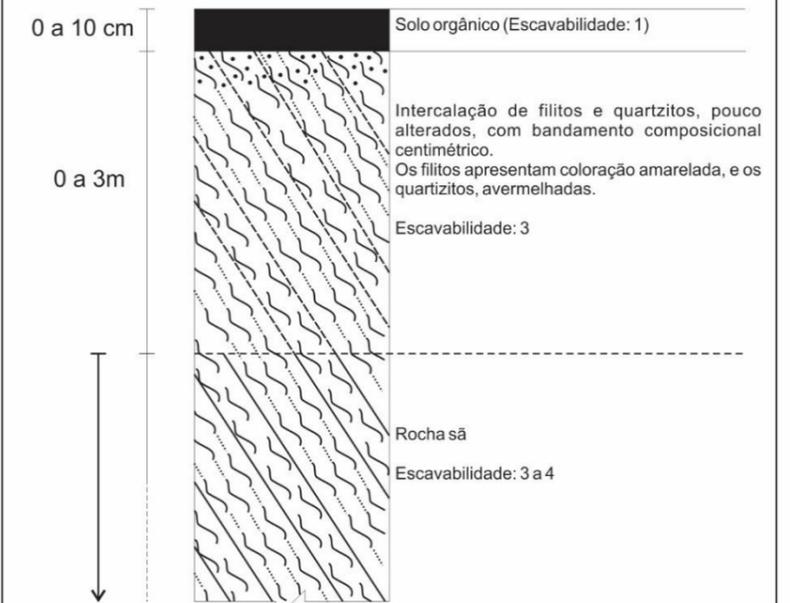


Filito alterado de coloração amarelada



Intercalação entre filitos (amarelados) e quartzitos (avermelhados)

Perfil de solo (Alteração)



4.4.1.2. Unidade B – Veios de quartzo em meio a filitos em relevo de morros altos

A unidade B representa 3,5% da área do parque, localizada na porção sudeste da área, está associada a uma crista alinhada, que coincide com a localização de uma falha inferida.

O terreno caracteriza-se como de amplitude média com variação topográfica de 110 metros (750 a 850 metros), topo anguloso, relevo pouco simétrico, encostas côncavas, declividade predominantemente média (15 a 30%), que pontualmente podem atingir 50%.

Quanto às características geotécnicas, a unidade possui média permeabilidade, média taxa de relação escoamento/infiltração, moderada resistência à erosão, baixa espessura do manto de alteração e de material inconsolidado, estrutura heterogênea, topo rochoso raso e nível d'água variável.

A unidade é composta por filitos alterados de coloração cinza a amarelado, com camadas, ora mais arenosas, ora menos arenosas, intercaladas à camadas pelíticas, e por veios de quartzo disseminados por toda a unidade. A dimensão dos veios varia de 5 centímetros a até 60 centímetros de espessura, inferido a partir dos blocos de quartzo.

O perfil de alteração do solo é pouco evoluído, composto por uma camada de solo orgânico de profundidade que varia de delgada (10 cm) a inexistente, que sobrepõem o solo saprolítico composto por filitos alterados e seixos/blocos de quartzo em matriz de granulometria heterogênea.

Devido à localização da unidade junto à falha inferida, ambas na orientação NE-SW, associa-se que a incidência dos veios de quartzo se deve ao preenchimento de fraturas por fluido hidrotermal, o que seria coerente com o contexto geológico regional, onde é apontada a existência de duas zonas de cisalhamento com esta orientação.

Referente aos processos geológicos foram identificadas e registradas feições erosivas por concentração de fluxo hídrico, evidenciados pelos sulcos e ravinas disseminados pela estrada que cruza a unidade. Também foram registrados processos de rolamentos de seixos e blocos angulosos de quartzo, que estão presentes nas laterais da estrada e seus arredores.

A ficha 2 sintetiza as principais características da unidade através de uma seção esquemática do relevo, somado a informações do substrato geológico, do perfil de alteração do solo, de registros fotográficos dos afloramentos e dos processos geológicos, além da localização da unidade em relação ao mapa geológico-geotécnico final.

Processos geológicos



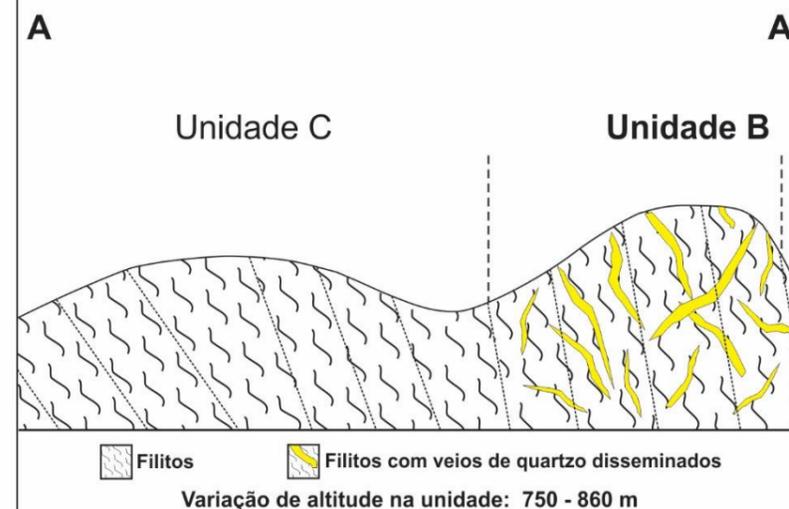
Bloco rolado

Seixos rolados

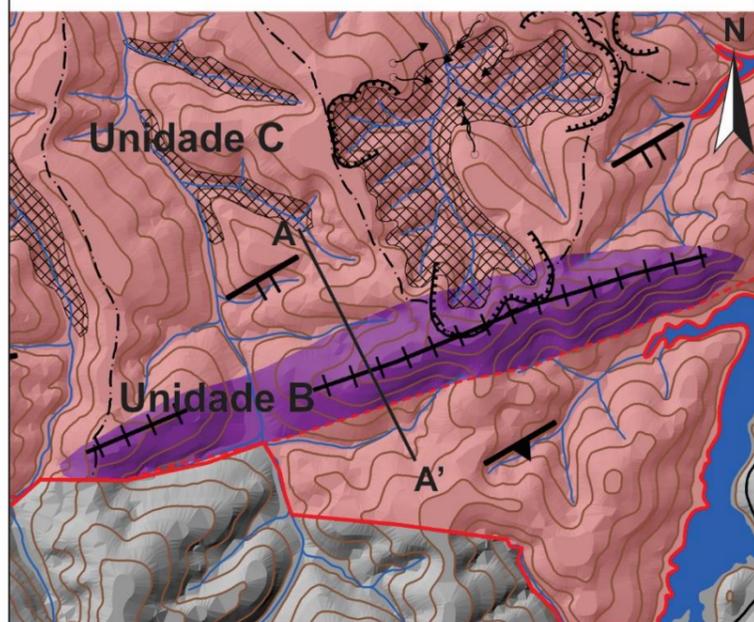


Erosão hídrica linear

Seção esquemática do relevo e substrato geológico



Posicionamento da Unidade no Mapa Geológico-geotécnico

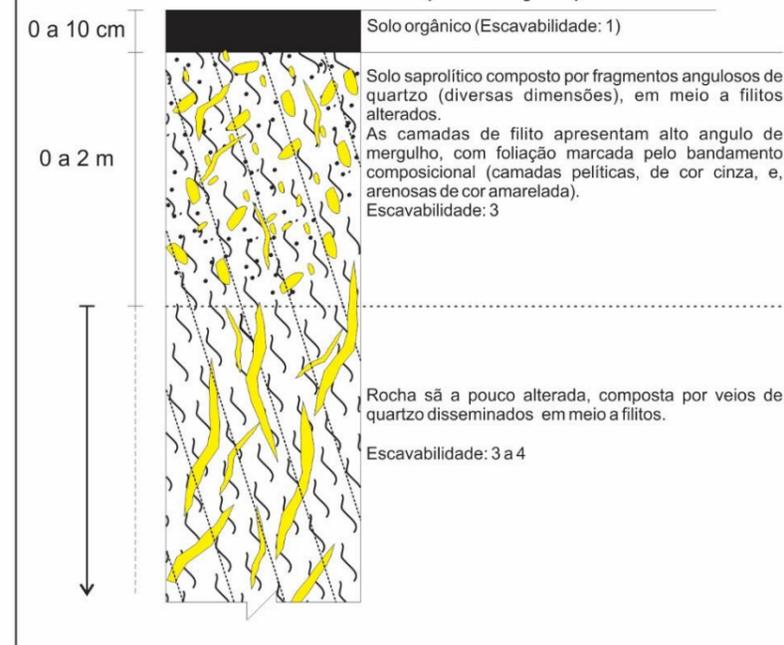


Fragmentos de quartzo disseminados pela estrada



Veio centimétrico e bloco de quartzo

Perfil de solo (Alteração)



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Mapeamento geológico-geotécnico por meio de análise integrada no Parque Estadual do Juquery - Franco da Rocha - SP



Danilo Gonçalves de Araújo Amorim
Rio Claro - SP

FICHA 2: Características da Unidade B
Veios de quartzo em meio a filitos em relevo de morros altos

4.4.1.3. Unidade C – Filitos com intercalações arenosas em relevo de morros baixos

Esta unidade ocorre em aproximadamente 86% da área de estudo, quando se considera a sub-unidade C1, e 78% quando isolado desta. A representação se dá por morros dissecados, com vales bem definidos e entalhados por sulcos e ravinas, e cabeceiras de drenagem.

O terreno caracteriza-se como de amplitude média, com amplitude de 120 metros (730 a 850 metros de altitude), topo ligeiramente arredondado, com encostas predominantemente côncavas, declividade em torno de 15%, vales fechados, relevo pouco assimétrico com estruturas geológicas indicando tropia orientada.

Quanto à caracterização geotécnica a unidade possui média permeabilidade e média relação escoamento superficial/infiltração, manto de alteração delgado, baixa resistência natural a erosão, topo rochoso em profundidade intermediária a raso, médio potencial a movimentos de massa, afloramentos rochosos e nível d'água variável.

A unidade é composta por filitos com bandamento composicional marcado pela intercalação de camadas pelíticas, de cor cinza, e camadas arenosas, de coloração branca/amarelada, se assemelhando à foliação S_1 descrita por Juliani e Beljavskis (1995).

O filito possui foliação principal evidente, com direção variando de E-W para NE-SW, respectivamente, de oeste para leste da área de estudo. A atitude das camadas possui rumo na direção S a SE, e o mergulho varia de baixo ângulo (cerca de 30°), ao norte da área (sede do parque), a alto ângulo (até cerca de 80°), ao sul da área (sopé do Morro Grande).

Por toda a unidade foram registrados de fraturas, falhas e veios de quartzo cortando a foliação principal dos filitos. A espessura dos veios varia de milímetros a cerca de 10 centímetros.

Pontualmente foi observada uma segunda foliação que geram pequenas ondulações na foliação principal, sendo caracterizada neste estudo como foliação de crenulação. Esta se assemelha a foliação S_2 descrita por Juliani e Beljavskis (1995).

O perfil de alteração do solo é pouco evoluído, e varia de praticamente inexistente em regiões de topo a pouco espesso em meia encosta. A caracterização é dada por uma pequena camada de solo orgânico nos primeiros 10 centímetros, sobrepondo o solo residual de alteração (saprólito) composto por filitos alterados de cor cinza a amarela.

As principais ocorrências de processos geológicos estão relacionadas aos sulcos e ravinas, que ocorrem de forma disseminada por toda unidade. Sua ocorrência está associada à concentração de fluxo hídrico nas laterais das estradas.

No limite oeste do parque foi identificada uma boçoroca de grande porte, sua origem está provavelmente associada a alguma obra do passado, possivelmente foi utilizada como área de empréstimo ou foi o início de loteamento.

A ficha 3 sintetiza as principais características da unidade através de uma seção esquemática do relevo, somado a informações do substrato geológico, do perfil de alteração do solo, de registros fotográficos das feições de relevo, dos afloramentos e dos processos geológicos observados, e da localização da unidade em relação ao mapa geológico-geotécnico final.

4.4.1.3.1. Sub-unidade C1 – Cabeceiras de drenagem

A sub-unidade C1 é representada pelas cabeceiras de drenagem, que foram segregadas da Unidade C por apresentar características fisiográficas que sugerem um comportamento geotécnico distinto das demais áreas da Unidade C.

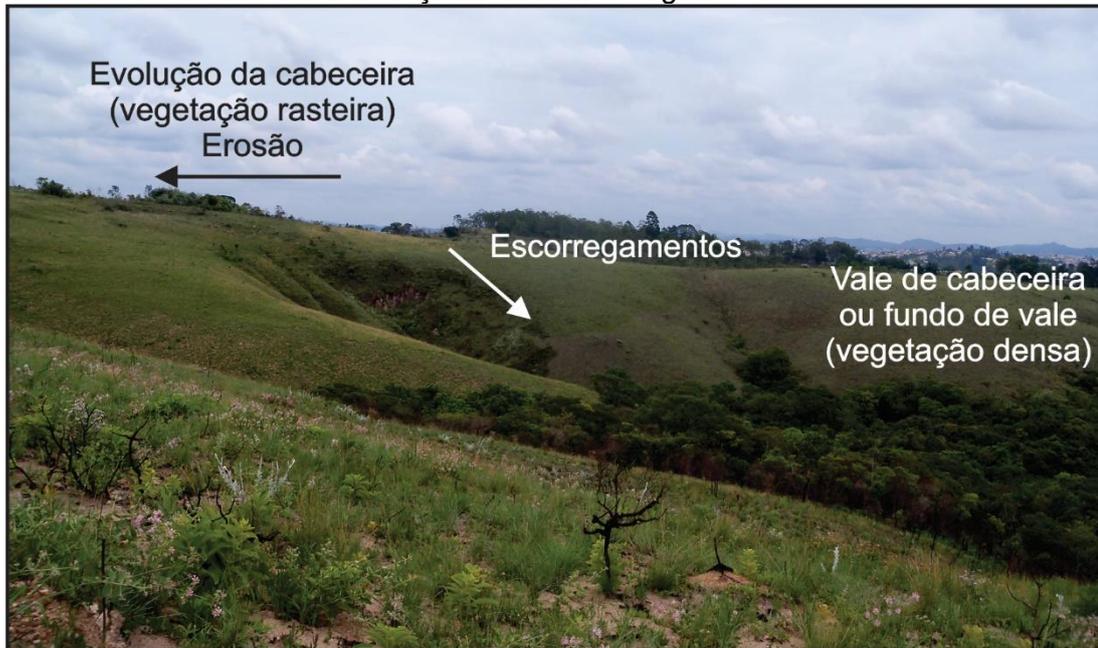
O terreno possui encostas côncavas, com declividade predominantemente alta, entre 30 a 50% e vales fechado (entalhados).

O substrato rochoso é o mesmo da unidade C, entretanto o perfil de alteração tende a ser menos evoluído ao longo das encostas, uma vez que a evolução das cabeceiras se dá por meio de sucessivos escorregamentos.

As cabeceiras de drenagem são comumente em anfiteatro, dominadas pelo crescimento regressivo dos canais de primeira ordem sobre os vales de cabeceiras (Figura 23), prevalecendo a alta densidade de canais e da taxa de escoamento superficial, associado à escassa cobertura vegetal típica do cerrado, tanto na cabeceira, quanto nas encostas.

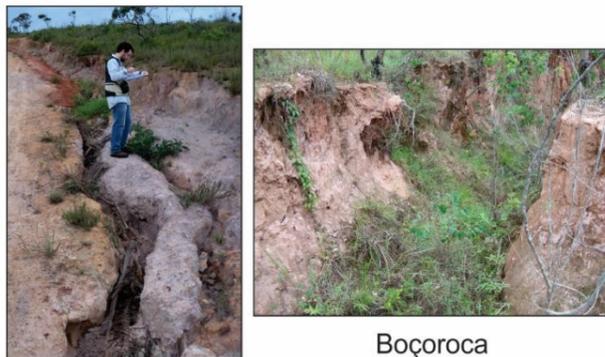
A evolução das cabeceiras está associada a processos de erosão e escorregamento do material desagregado, que é acumulado nos fundos de vale que possuem vegetação densa.

Figura 23 - Esquema de evolução das cabeceiras de drenagem em anfiteatro, evidenciando os processos envolvidos e a diferença de cobertura vegetal.



Fonte: Dados da pesquisa.

Processos geológicos



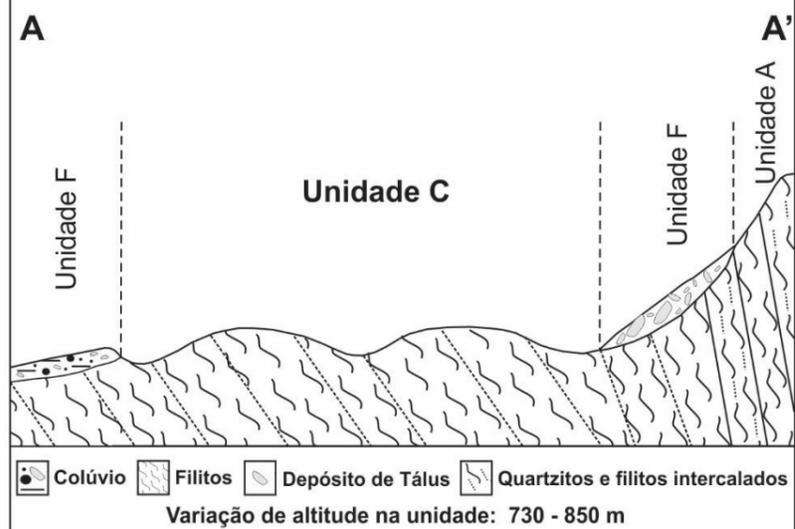
Erosão hídrica linear

Boçoroca

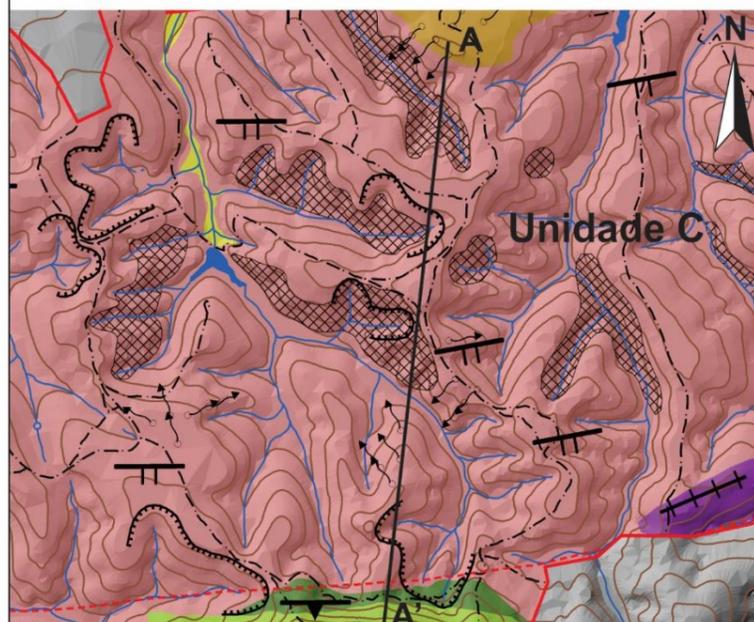
Vista panorâmica - Relevo característico



Seção esquemática do relevo e substrato geológico



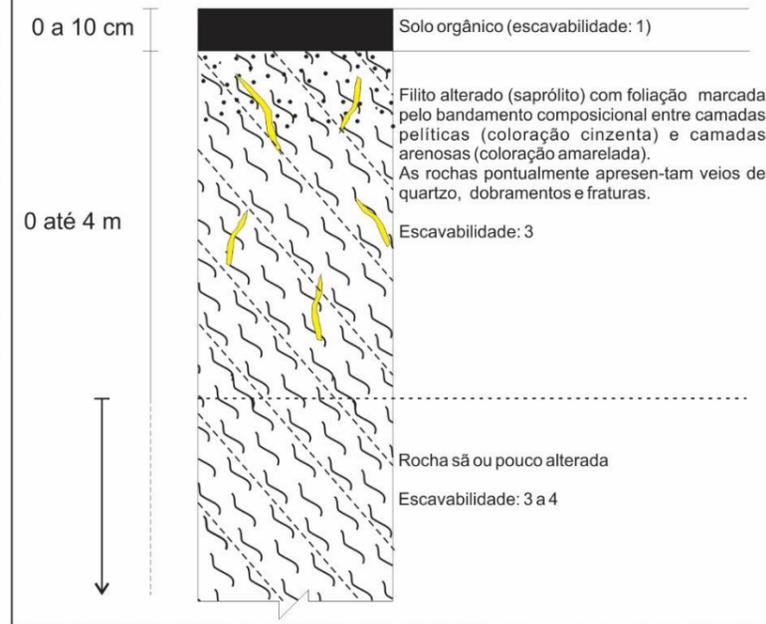
Posicionamento da Unidade no Mapa Geológico-geotécnico



Filitos com bandamento composicional marcado por camadas pelíticas de coloração cinza e camadas arenosas de coloração amarelada



Perfil de solo (Alteração)



DISSERTAÇÃO DE Mestrado
Mapeamento geológico-geotécnico por meio de análise integrada no Parque Estadual do Juquery - Franco da Rocha - SP



Danilo Gonçalves de Araújo Amorim
Rio Claro - SP

FICHA 3: Características da Unidade C
Filitos com intercalações arenosas em relevo de morros baixos

4.4.1.4. Unidade D – Rampas de colúvio

A unidade representa 4% da área mapeada, estando associada às rampas de colúvio que sobrepõem a Unidade C, e sua localização se restringe à porção norte da área de estudo.

O terreno caracteriza-se como de amplitude pequena, com amplitude local de 70 metros (740 a 810 metros de altitude), com topo arredondado a plano, baixa densidade textural, encostas convexas e declividade baixa, predominantemente de 5%, podendo atingir pontualmente 15%.

Em relação às características geotécnicas, a unidade possui alta permeabilidade, baixa relação escoamento/infiltração, espessura de manto de alteração médio, baixa resistência natural à erosão, profundidade de topo rochoso intermediária, alto potencial a erosão e baixo potencial a movimentos de massa.

Diferentemente das demais unidades mapeadas, os processos pedogenéticos predominam em relação aos morfogenéticos, logo o perfil de alteração de solo é o mais evoluído do parque.

O perfil de alteração do solo é composto por camada de solo orgânico pouco espesso a inexistente (cerca de 15 cm), sobrepondo o solo coluvionar de até 4 metros de profundidade, e este sobrepõe os filitos alterados (saprólito) da Unidade C.

Os depósitos possuem maior dimensão nas proximidades da antiga pista de pouso, atingindo espessura aproximada de 4 metros. São caracterizados pela coloração avermelhada se destacando das demais unidades, com composição heterogênea de granulometria fina a grossa, matriz ferruginosa, e camadas com presença de seixos (*stone line*) arredondados a subarredondados.

Essas linhas de pedras, pontualmente, aparecem sobrepostas em níveis distintos em um mesmo afloramento, com inclinações de acamamento distintas. Os afloramentos com estas feições se localizam no limite da unidade (porção menos espessa do depósito), não sendo observado no perfil de alteração mais profundo.

Sendo assim, subentende-se que houve um ciclo de deposição seguido de um retrabalhamento, onde o depósito coluvionar pré-existente e composto por material mais novo foi recoberto por um material mais velho, oriundo de retrabalhamento do próprio depósito coluvionar.

Ao longo da unidade foram observados processos erosivos, caracterizados por sulcos e ravinas, nas laterais das estradas que foram ocasionados pela concentração do fluxo hídrico.

Não foram observados outros processos geológicos, porém, devido ao alto grau de inconsolidação do depósito, a unidade pode ser associada a processos de movimentação de massa, como escorregamento, caso sejam realizadas intervenções de engenharia sem considerar as características geotécnicas da unidade.

A ficha 4 sintetiza as principais características da unidade através de uma seção esquemática do relevo, somado a informações do substrato geológico, do perfil de alteração do solo, de registros fotográficos da unidade e da localização da unidade em relação ao mapa geológico-geotécnico final.

Processos geológicos

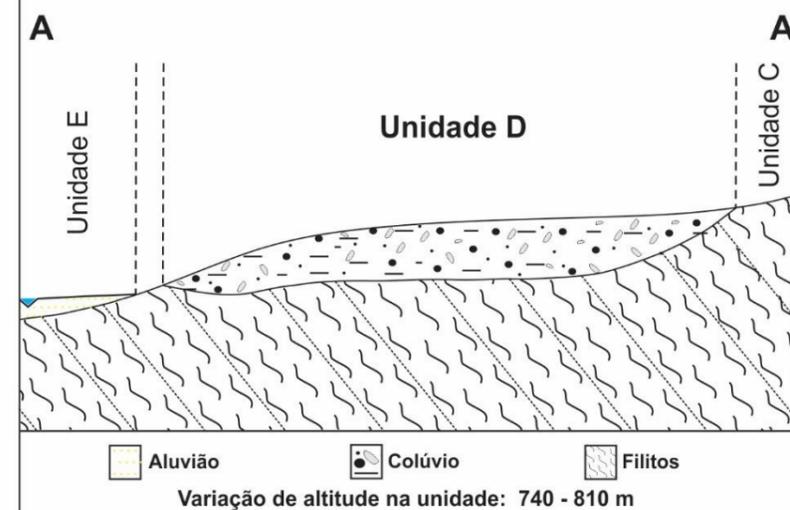


Erosão hídrica linear

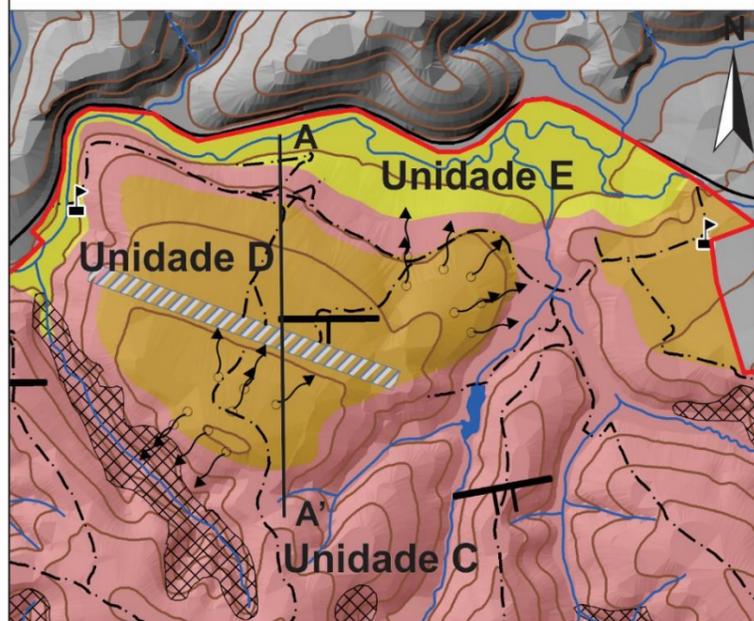
Vista panorâmica - Relevo característico



Seção esquemática do relevo e substrato geológico



Posicionamento da Unidade no Mapa Geológico-geotécnico



Corte de talude na área da antiga pista de pouso

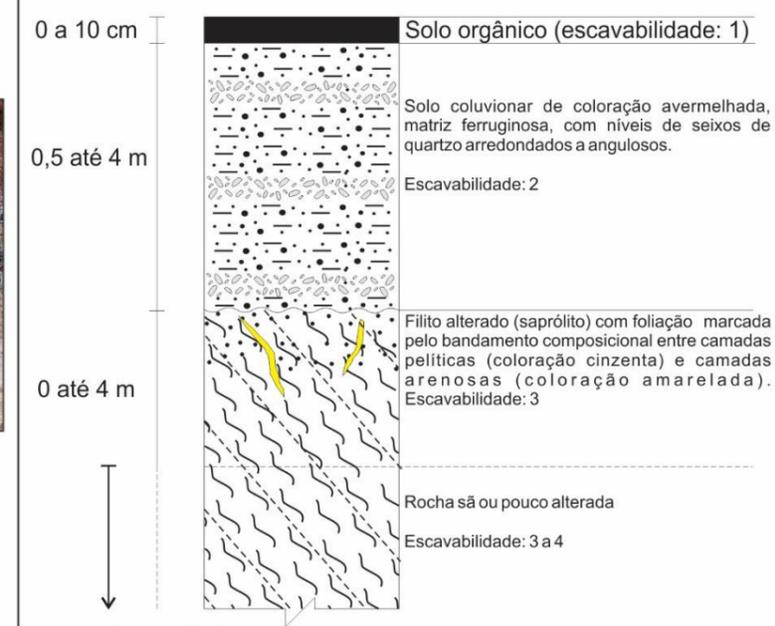


Seixos de quartzo envoltos por matriz ferruginosa



Base do depósito sobrepondo filitos (Unidade C)

Perfil de solo (Alteração)



4.4.1.5. Unidade E- Planícies Aluvionares

A unidade representa aproximadamente 2% da área mapeada, estando associada principalmente à planície aluvionar do Rio Juquery, a norte da área de estudo. Em menor proporção, ocorre junto ao fundo de vale de uma drenagem de maior porte, com orientação norte-sul, que deságua no Rio Juquery.

O terreno caracteriza-se como de amplitude pequena, com variação de cota de 15 metros (730 a 745 metros de altitude), declividade baixa (menor que 5%), as formas dos vales variam de fechados para aberto conforme se aproxima da Represa Paiva de Castro, sinuosidade mista, e tropia orientada.

Quanto às características geotécnicas inferidas, a unidade possui alta permeabilidade devido a granulometria e composição predominantemente arenosa dos materiais aluviais, baixa coesão, baixa capacidade de suporte do solo e predomínio da infiltração em relação ao escoamento superficial. A espessura do material inconsolidado é considerada alta, a composição, homogênea, e a resistência à erosão, baixa.

O perfil representativo da unidade está relacionado com materiais característicos de depósitos aluvionares, ou seja, a depósitos inconsolidados, compostos predominantemente por sedimentos arenosos de coloração amarela a cinza, e localmente podem ocorrer lentes orgânicas argilosas e camadas de cascalho.

A unidade está associada à ocorrência de enchentes e inundações, solapamentos das margens e assoreamento, evidente pelo grande acúmulo de material no leito do rio.

Referente aos processos geológicos foi observado que o leito do rio está assoreado, e com disposição de detritos e entulho de construção civil. Atualmente a topografia do rio está comprometida e a lamina d'água atinge cerca de um metro de profundidade.

De maneira geral, atualmente, no trecho de interesse o rio encontra-se poluído e eutrofizado, possuindo odor desagradável devido ao aporte de esgoto irregular da Favela Pretória.

Em entrevista com um funcionário que trabalha em uma das portarias do parque e que mora na região a mais de 40 anos, foi relatado que naquela região, o rio tinha aproximadamente 6 metros de profundidade, e a qualidade das águas era

boa, tanto que era usada para consumo humano e recreação, também informou que havia extração de areia por dragagem próximo ao Reservatório Paiva de Castro.

Também foi relatado pelo funcionário, à ocorrência de inundações, e o aumento da degradação do rio após a instalação da Favela Pretória em uma das vertentes nas margens do rio.

A ficha 5 sintetiza as principais características da unidade através de uma seção esquemático do relevo somado a informações do substrato geológico, do perfil de alteração do solo, de registros fotográficos de feições de relevo e dos processos geológicos, e da localização da unidade em relação ao mapa geológico-geotécnico final.

Processos geológicos

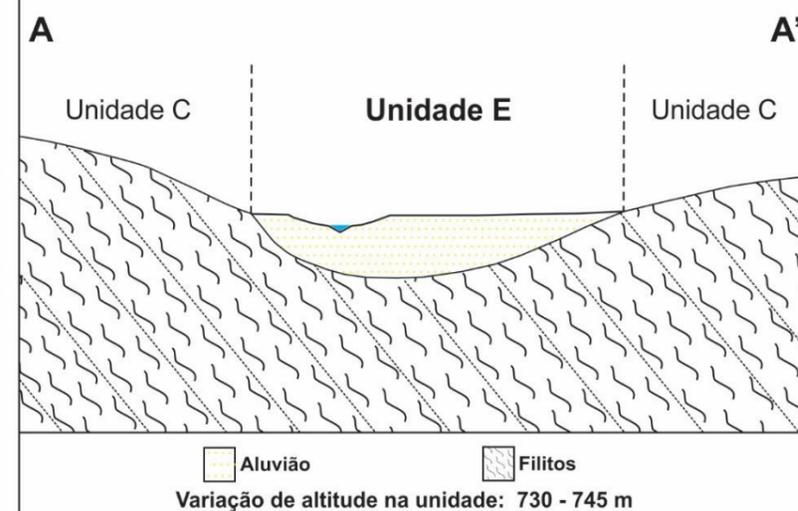


Assoreamento

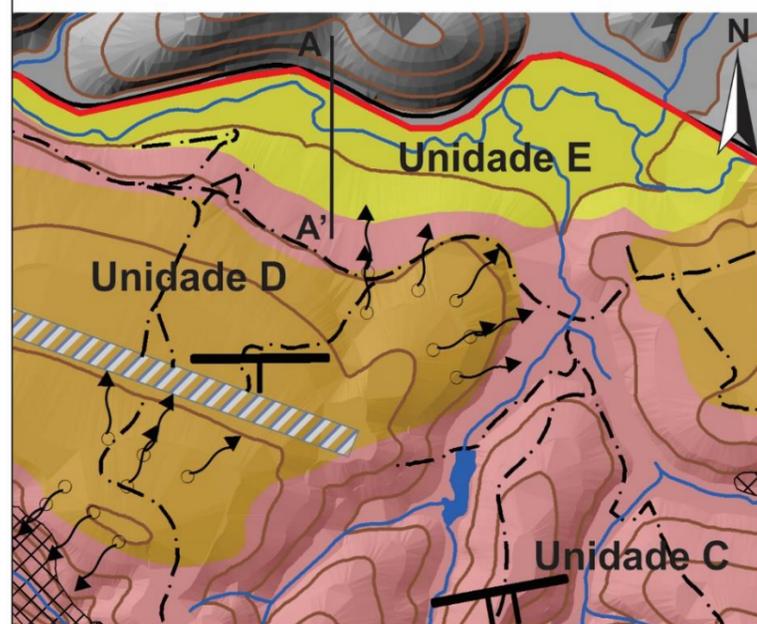
Vista panorâmica - Relevo característico



Seção esquemática do relevo e substrato geológico



Posicionamento da Unidade no Mapa Geológico-geotécnico

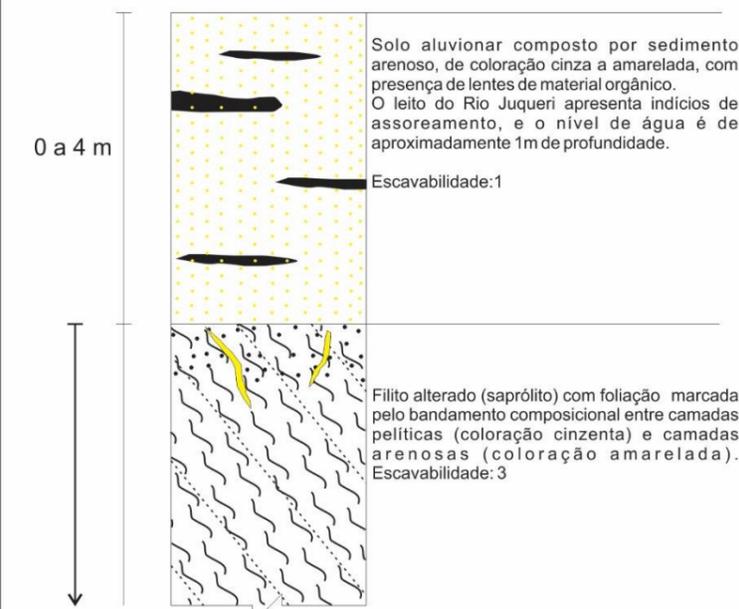


Ano 2013

Ano 1977



Perfil de solo (Alteração)



DISSERTAÇÃO DE Mestrado
Mapeamento geológico-geotécnico por meio de análise integrada no Parque Estadual do Juquery - Franco da Rocha - SP



Daniilo Gonçalves de Araújo Amorim
Rio Claro - SP

FICHA 5: Características da Unidade E
Planícies aluvionares

4.4.1.6. Unidade F – Depósito de tálus em sopé de encosta

A unidade compõe 1,4% da área mapeada, ocorrendo de forma restrita a porção sul da área de estudo, sendo representada pelos depósitos de tálus que circundam o Morro Grande.

O terreno caracteriza-se como de amplitude média, com variação local de 110 metros (770 a 880 metros de altitude), declividade média em torno de 30%, pontualmente alcançando 45%, encostas predominantemente convexas, e com relevo simétrico associado a direções preferenciais regidas pela unidade A.

As feições de relevo qualificam a unidade como a de relevo mais acidentado dentro do parque, evidenciados pelos grotões existentes na estrada que secciona a base do depósito, próximo às cabeceiras de drenagem a jusante.

Em relação às características geotécnicas inferidas, a unidade possui média permeabilidade e média relação de escoamento/infiltração devido à heterogeneidade e inconsolidação do depósito, que em casos de fortes chuvas, pode absorver muita água e perder sua capacidade de sustentação. O manto de alteração possui espessura média, com média resistência a erosão natural e profundidade de topo rochoso intermediário.

A unidade é caracterizada pela deposição de material fragmentado envolto em matriz avermelhada a amarelada, com composição heterogênea, e granulometria variando de argila a seixos e matacões, uma vez que os blocos de rocha atingem dimensões que variam de centimétrica a métrica.

O perfil de alteração do solo é composto por camada de solo orgânico pouco espesso a inexistente, sobrepondo o depósito de tálus que podem atingir até 5 metros de profundidade, que por sua vez, recobre os quartzitos e filitos alterados da Unidade A.

Os processos geológicos exógenos são os principais responsáveis pela esculturação das formas de relevo na unidade, portanto, destaca-se que foram identificados processos de rolamento de blocos e erosão hídrica linear.

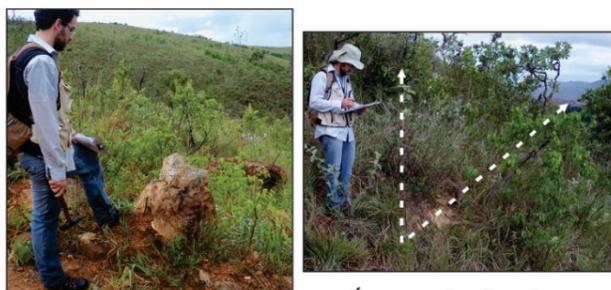
Foram registrados processos de rolamento de blocos, evidenciados pela disseminação de blocos de rocha por toda unidade, tanto no perfil de alteração do solo (cortes de estrada), quanto na superfície do depósito.

Os processos de erosão hídrica foram demonstrados pela concentração de fluxo hídrico nas laterais da estrada que secciona o depósito, e ao longo da trilha turística de subida e descida do Morro Grande.

Baseado nas características apresentadas e nos indícios observados em campo é possível associar à unidade, processos erosivos e de movimentação de massa, representados, respectivamente, por sulcos nas laterais da trilha e estrada, e rolamento de blocos, evidente com a presença massiva de matacões disseminados na superfície da unidade.

A ficha 6 sintetiza as principais características da unidade através de uma seção esquemático do relevo, somado a informações do substrato geológico, do perfil de alteração do solo, de registros fotográficos das feições de relevo, dos afloramentos e dos processos geológicos observados, e da localização da unidade em relação ao mapa geológico-geotécnico final.

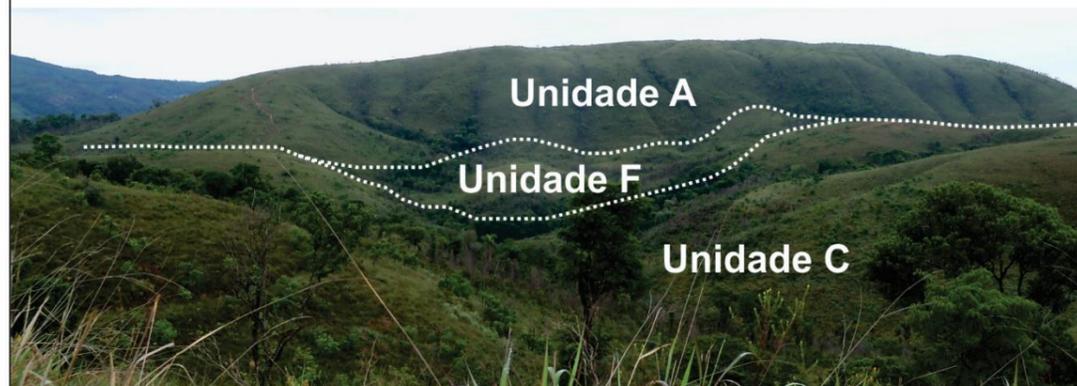
Processos geológicos



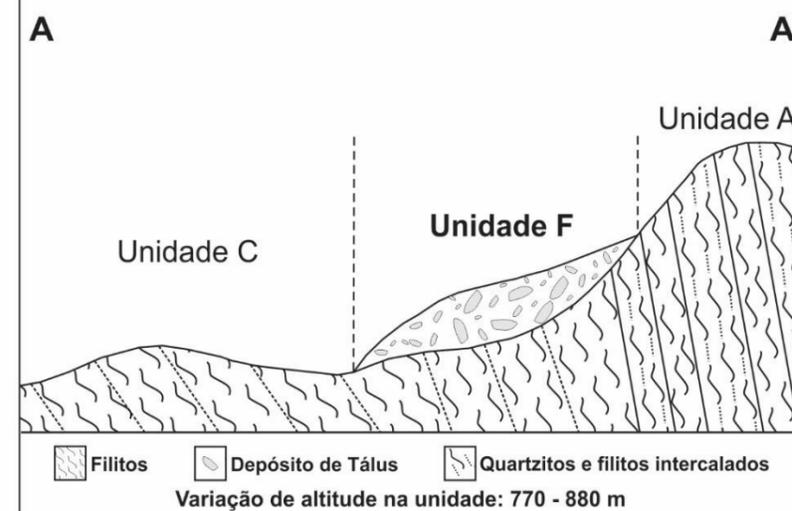
Blocos rolados

Árvores inclinadas

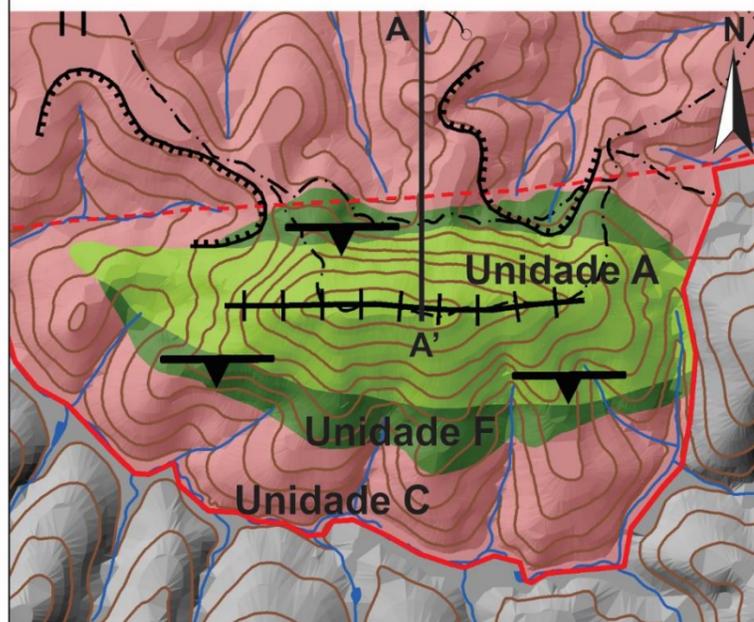
Vista panorâmica - Relevo característico



Seção esquemática do relevo e substrato geológico



Posicionamento da Unidade no Mapa Geológico-geotécnico

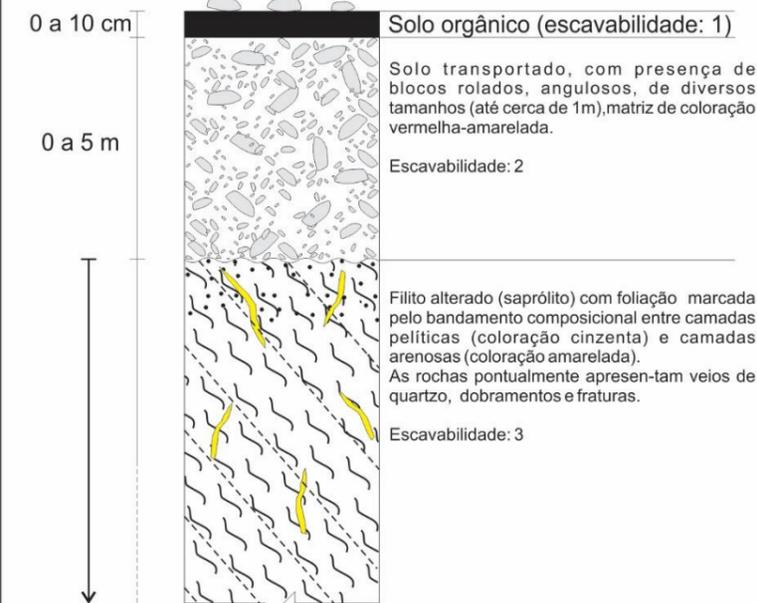


Blocos angulosos em meio a matriz heterogênea



Blocos arredondados e angulosos em meio a matriz heterogênea

Perfil de solo (Alteração)



4.5. Classificação Do Uso Do Solo

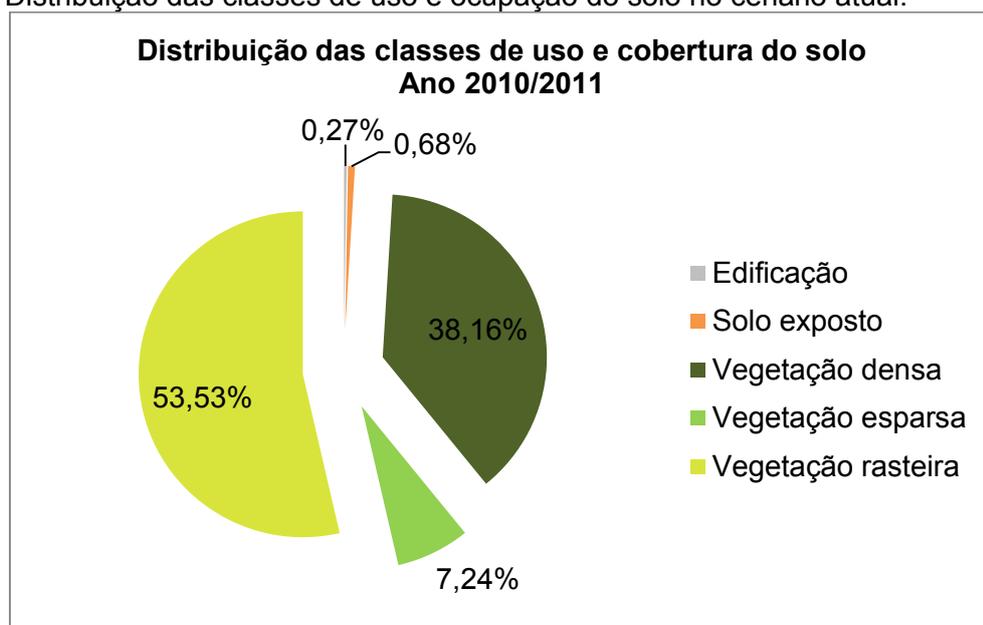
A análise e classificação do uso e cobertura do solo foram realizadas em dois recobrimentos/sobrevoos distintos realizados nos anos de 1976/1977 e 2010/2011. A área de estudo foi compartimentada com base na delimitação de áreas de edificação, solo exposto, vegetação densa, vegetação esparsa e vegetação rasteira.

A Figura 24 apresenta a distribuição da classificação realizada na ortofoto dos anos 2010/2011 (EMPLASA, 2011b). O levantamento totalizou 0,05 km² para classe de edificações, 0,14km² para solo exposto, 7,78 km² para vegetação densa, 1,48 km² para vegetação esparsa e 10,92 km² para vegetação rasteira.

A Figura 25 apresenta a distribuição da classificação realizada por meio de fotografias aéreas dos anos 1976/1977. Nesta análise identificou-se 0,07 km² de edificações, 0,38km² de solo exposto, 5,63 km² de vegetação densa, 1,78 km² de vegetação esparsa e 12,18 km² de vegetação rasteira, e 0,34 km² não foram considerados na análise, pois não houve recobrimento na área.

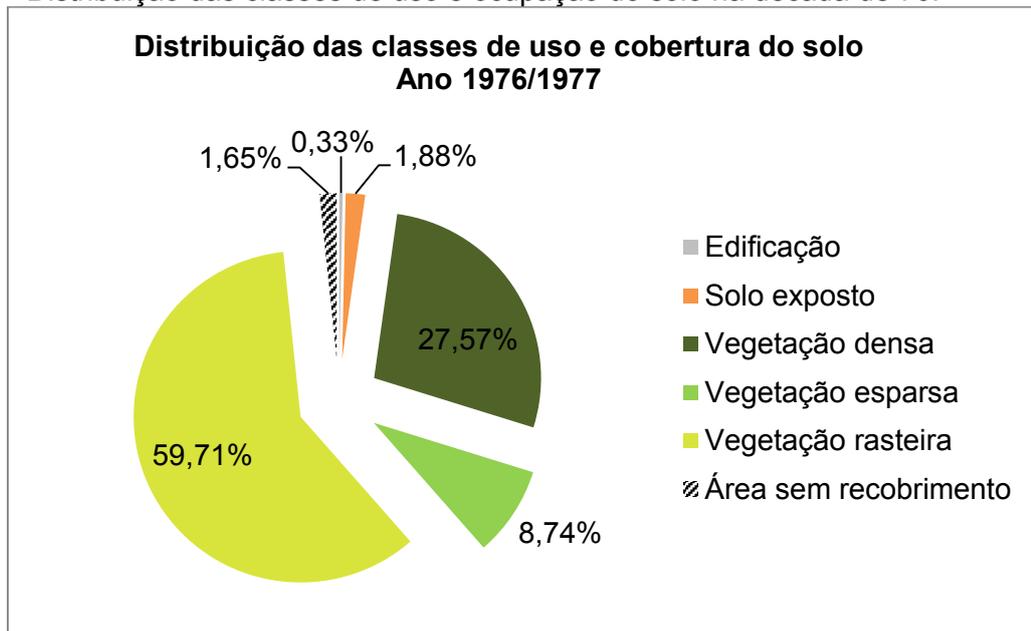
As alterações observadas no levantamento realizado são apresentadas no Quadro 13, e por não haver recobrimento em 1,65% da área do parque, as conclusões são limitadas.

Figura 24 - Distribuição das classes de uso e ocupação do solo no cenário atual.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

Figura 25 - Distribuição das classes de uso e ocupação do solo na década de 70.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

Quadro 13 - Distribuição e comparação da classificação realizada por área (km²) e em porcentagem (%).

Comparativo da classificação realizada na década de 70 e no cenário atual					
	Ano 1976/1977 (km ²)	Ano 1976/1977 (%)	Ano 2010/2011 (km ²)	Ano 2010/2011 (%)	Alteração
Edificação	0,07 km ²	0,33%	0,05 km ²	0,27%	- 28,5%
Solo exposto	0,38 km ²	1,88%	0,14 km ²	0,68%	- 63,2%
Vegetação densa	5,63 km ²	27,57%	7,78 km ²	38,16%	+ 38,2%
Vegetação esparsa	1,78 km ²	8,74%	1,48 km ²	7,24%	- 16,9%
Vegetação rasteira	12,18 km ²	59,71%	10,92 km ²	53,53%	- 10,4%
Área sem cobertura	0,34 km ²	1,65%	-	-	-
Área do Parque	20,40 km ²				
	* (-): diminuição		** (+): aumento		

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

Mesmo considerando as limitações mencionadas, constatou-se a diminuição de solo exposto, diminuição de mais de 1 km² de vegetação rasteira e aumento de cerca de 2 km² de vegetação densa.

Essas alterações podem estar associadas à instauração do parque, realizado no ano de 1993, sendo observadas diversas feições de plantio/reflorestamento na imagem de 2010/2011.

Segundo Baitello et al. (2013), aproximadamente 60% da área do parque é composta por fitofisionomias de Cerrado, e os outros 40% correspondem Floresta Ombrófila Densa Montana que preenchem os fundos de vales.

De acordo com a classificação realizada neste estudo, as classes de vegetação rasteira e vegetação densa podem se correlacionar, respectivamente, com as fitofisionomias de cerrado e de floresta ombrófila densa. Totalizando cerca de 53% de cerrado e 38% de floresta de fundo de vale, se aproximando do descrito pelo autor supracitado.

Quanto à distribuição espacial das classes de cobertura do solo, a vegetação densa está associada aos fundos de vale, às margens da represa Paiva de Castro e junto ao limite sul do PEJ.

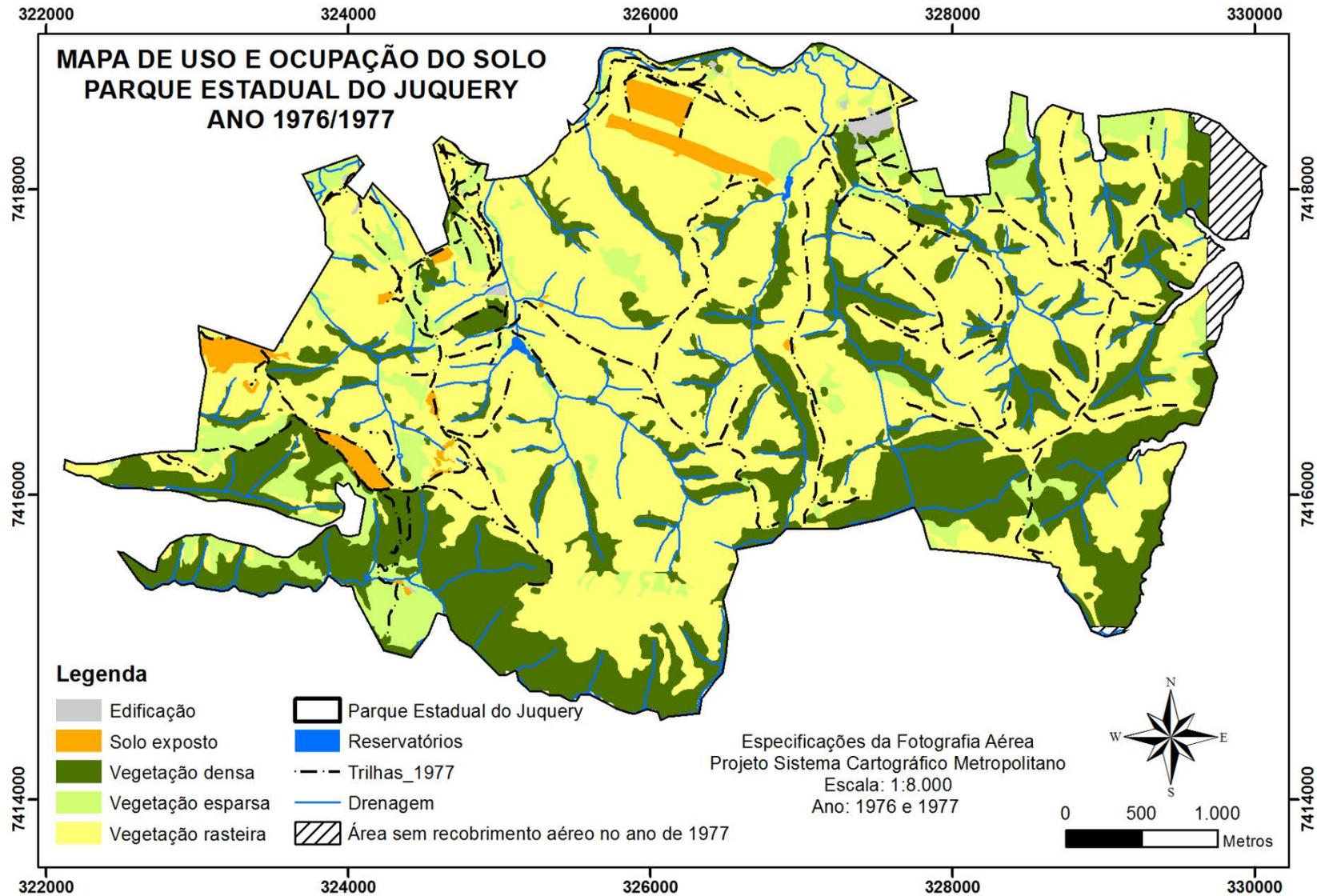
A vegetação rasteira é dispersa por toda a área de estudo não possuindo concentração nítida. A vegetação esparsa também não possui padrão de distribuição, porém observa-se que por vezes está associada a plantio recentes/reflorestamento em áreas estratégicas.

O solo exposto se concentra na área da antiga pista de pouso (norte da área) e na região oeste da área, onde atualmente há uma boçoroca. Na imagem da década de 70 observam-se áreas com solo exposto com feições de arado associadas à atividade agrícola, também é possível observar grande escavação/movimentação de solo na região onde atualmente se desenvolve a boçoroca.

As edificações representam a sede do PEJ, a norte da área de estudo, e as antigas edificações da época da Fazenda Juquery (Hospital de Franco da Rocha) que foram tombadas pelo CONDEPHAAT em 1989.

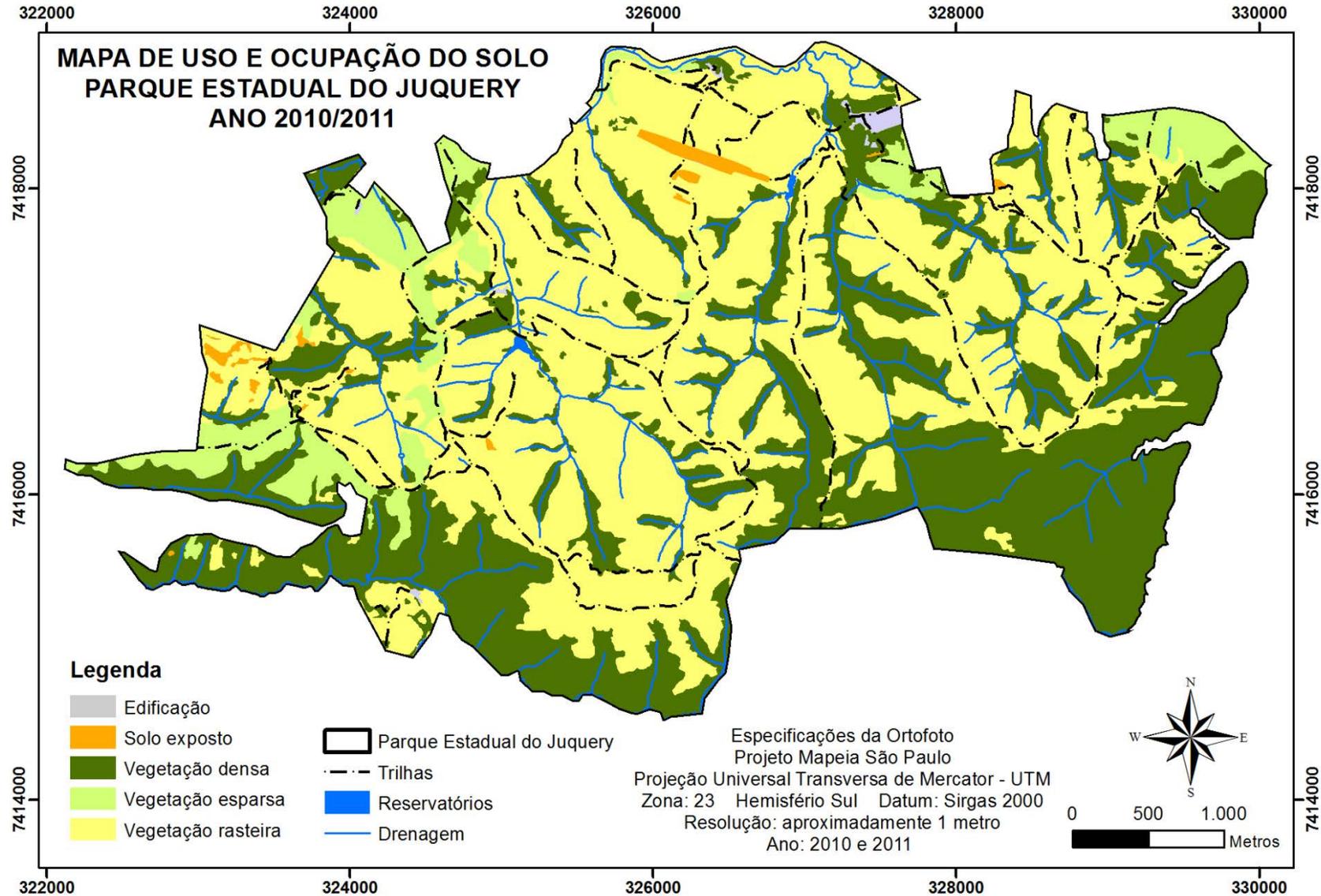
A seguir são apresentados os mapas de uso e ocupação do solo dos recobrimentos realizados nos anos de 1976/1977 (Figura 26) e 2010/2011 (Figura 27).

Figura 26 - Mapa de uso e ocupação do solo no recobrimento realizado nos anos de 1976/1977.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

Figura 27 - Mapa de uso e ocupação do solo no recobrimento realizado nos anos de 2010/2011.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

4.6. Análise De Suscetibilidade Das Unidades Aos Processos Geológicos

A análise de suscetibilidades da área de estudo em relação aos processos geológicos foi fundamentada na avaliação das 6 unidades e 1 sub-unidade identificadas no estudo.

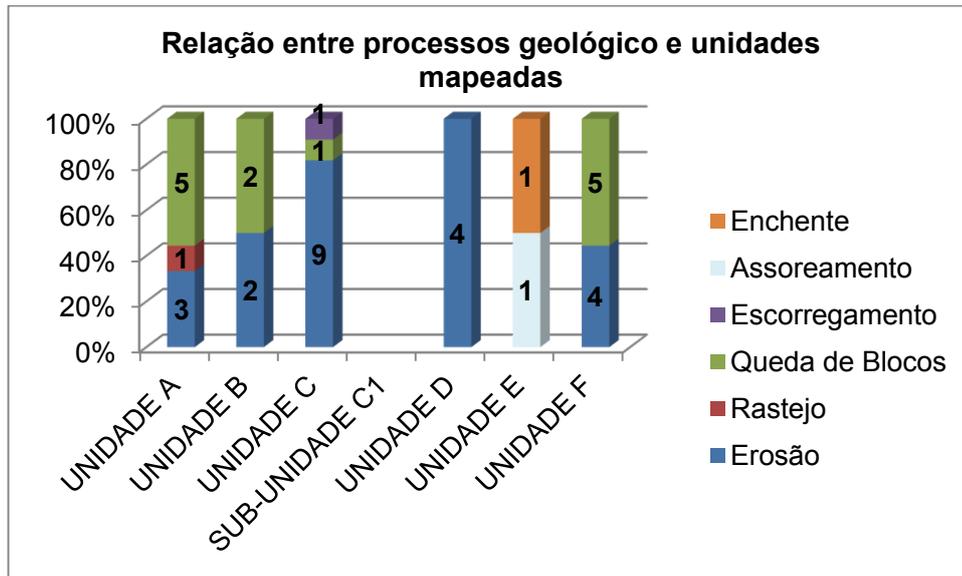
O quadro 14 e a Figura 28 apresentam a frequência e a distribuição de cada tipo de processo geológico identificado em relação as unidades mapeadas, integradas com base nas informações catalogadas em campo.

Quadro 14 - Relação entre a frequência dos processos geológicos e as unidades geológico-geotécnicas.

UNIDADE \ PROCESSO GEOLÓGICO	Erosão	Rastejo	Queda e Rolamento de Blocos	Escorregamento	Assoreamento	Enchente	TOTAL
A – Quartzitos e filitos em relevo de morros altos	3	1	5	-	-	-	9
B – Veios de quartzo em meio a filitos Roque em relevo de morros altos	2	-	2	-	-	-	4
C – Filitos com intercalações arenosas em relevo de morros baixos	9	-	1	1	-	-	11
C1-Cabeceiras de drenagem	-	-	-	-	-	-	-
D – Rampas de colúvio	4	-	-	-	-	-	4
E - Planícies Aluvionares	-	-	-	-	1	1	2
F – Depósito de tálus em sopé de encosta	4	-	5	-	-	-	9
TOTAL	22	1	13	1	1	1	39

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

Figura 28 - Distribuição dos processos geológicos identificados e sua correlação com as unidades.



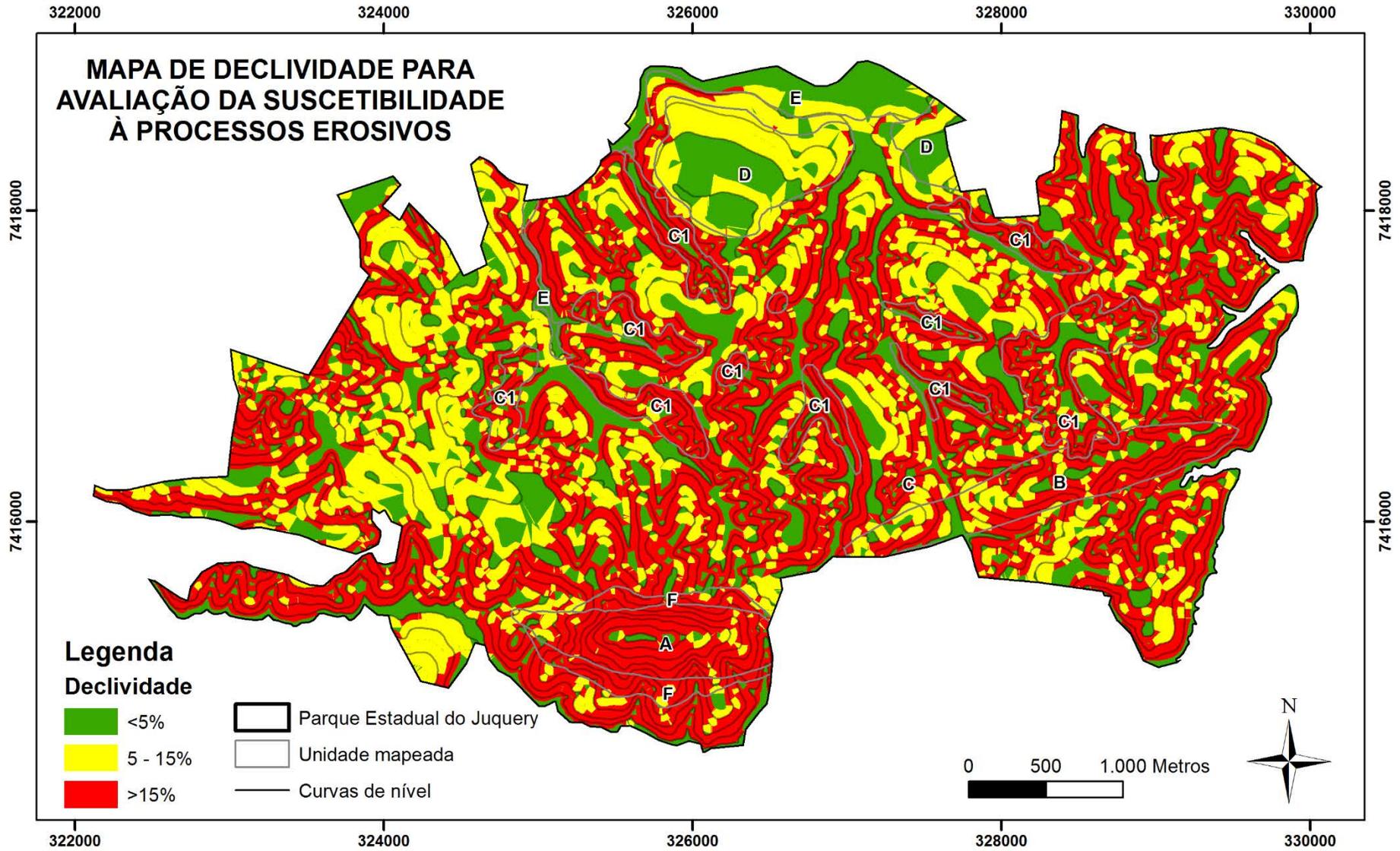
Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

Diante da frequência e característica das ocorrências registradas, constatou-se que os processos erosivos representam 56% do total identificados, e, 38% dos registros estão associados aos processos de movimentos de massa (rastejo escorregamento, queda e rolamento de blocos).

Dada a importância destes processos para a área de estudo, as Figuras 29 e 30 apresentam mapas de declividades específicos para subsidiar a análise de possibilidade de ocorrência destes processos para cada unidade.

Para classificação qualitativa dos atributos/fatores e conseqüentemente para o enquadramento das unidades em relação a possibilidades de ocorrência dos processos investigados, foram definidas 3 classes: baixa, moderada e alta, associadas, respectivamente, às cores semafóricas verde, amarelo e vermelho.

Figura 29 - Mapa de declividade com os intervalos de interesse para avaliação de processos erosivos.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

Figura 30 - Mapa de declividade considerado os intervalos de interesse para avaliação dos processos de movimentos de massa.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

4.6.1. Avaliação de suscetibilidade à processos erosivos

A avaliação e classificação das unidades em relação à suscetibilidade à processos erosivos foram realizadas de forma qualitativa e descritiva. Dentre os atributos considerados estão: tipo e espessura do solo; declividade predominante; escoamento superficial; indícios de erosão; e, cobertura vegetal (Quadro 15). No quadro 16 é apresentado a classificação das unidades em relação à suscetibilidade à erosão hídrica.

Quadro 15 - Parâmetros adotados para avaliação dos processo de erosão hídrica linear.

POSSIBILIDADE DE OCORRÊNCIA DE PROCESSOS DE EROSÃO HÍDRICA DO SOLO				
FATORES		BAIXA	MODERADA	ALTA
Características geológico-geotécnicas	Tipo e espessura do solo	- Solo argiloso e pouco espesso (< 2m) ou área de afloramento de rocha	- Solo arenoso e areno-argiloso, com espessuras médias (2 a 5 m)	- Solo arenoso e areno-siltoso espesso (> 5 m)
	Declividade dominante do terreno	- Suave (< 5 %) em altos topográficos e baixadas	- Moderada (5 a 15%) em meia encosta	- Alta (> 15%) em meia encosta ou cabeceiras de drenagens
	Escoamento superficial (densidade X organização)	- Pequena área de contribuição a montante - Domínio de escoamento laminar em áreas dispersoras de água - Alta densidade textural	- Área de contribuição a montante de médio porte - Linhas de concentração de fluxo de água reduzido	- Grande área de contribuição (deflúvio) a montante - Domínio de escoamento concentrado com formação de canais preferenciais e incisão de talvegue - Baixa densidade textural
Processo geológico	Indícios de erosão e concentração de águas pluviais (enxurradas).	- Poucos sulcos erosivos, rasos e esparsos	Sulcos erosivos generalizados na faixa de domínio das estradas e/ou trilhas - Acúmulo de materiais erodidos na faixa de domínio da estrada e/ou trilha (depósitos de assoreamento)	- Marcante presença de sulcos erosivos generalizados, profundos, podendo ocorrer também ravinas e boçorocas - Surgências d'água nas erosões profundas - Acumulação significativa de materiais erodidos na faixa de domínio das estradas e trilha
	Cobertura vegetal	- Sem áreas significativas de solo exposto	- Cobertura vegetal deficiente com áreas significativas de solo exposto	- Predomínio de áreas de solo exposto

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015

Quadro 16 - Resultado da classificação das unidades em relação à suscetibilidade à erosão hídrica linear.

ATRIBUTOS/ FATORES		Características geológico-geotécnicas			Processo geológico		Classe de suscetibilidade à erosão ¹
		Tipo e espessura do solo	Declividade dominante do terreno	Escoamento superficial	Indícios de erosão e concentração de águas	Cobertura vegetal	
Unidades geológico-geotécnicas							
A	Quartzito e filitos em relevo de morros altos						8
B	Veios de quartzo em meio a filitos em relevo de morros altos						9
C	Filitos com intercalação arenosa em relevo de morros baixos						13
C1	Cabeceiras de drenagem						13
D	Rampas de colúvio						15
E	Planícies aluvionares						9
F	Depósito de tálus em sopé de encosta						10

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

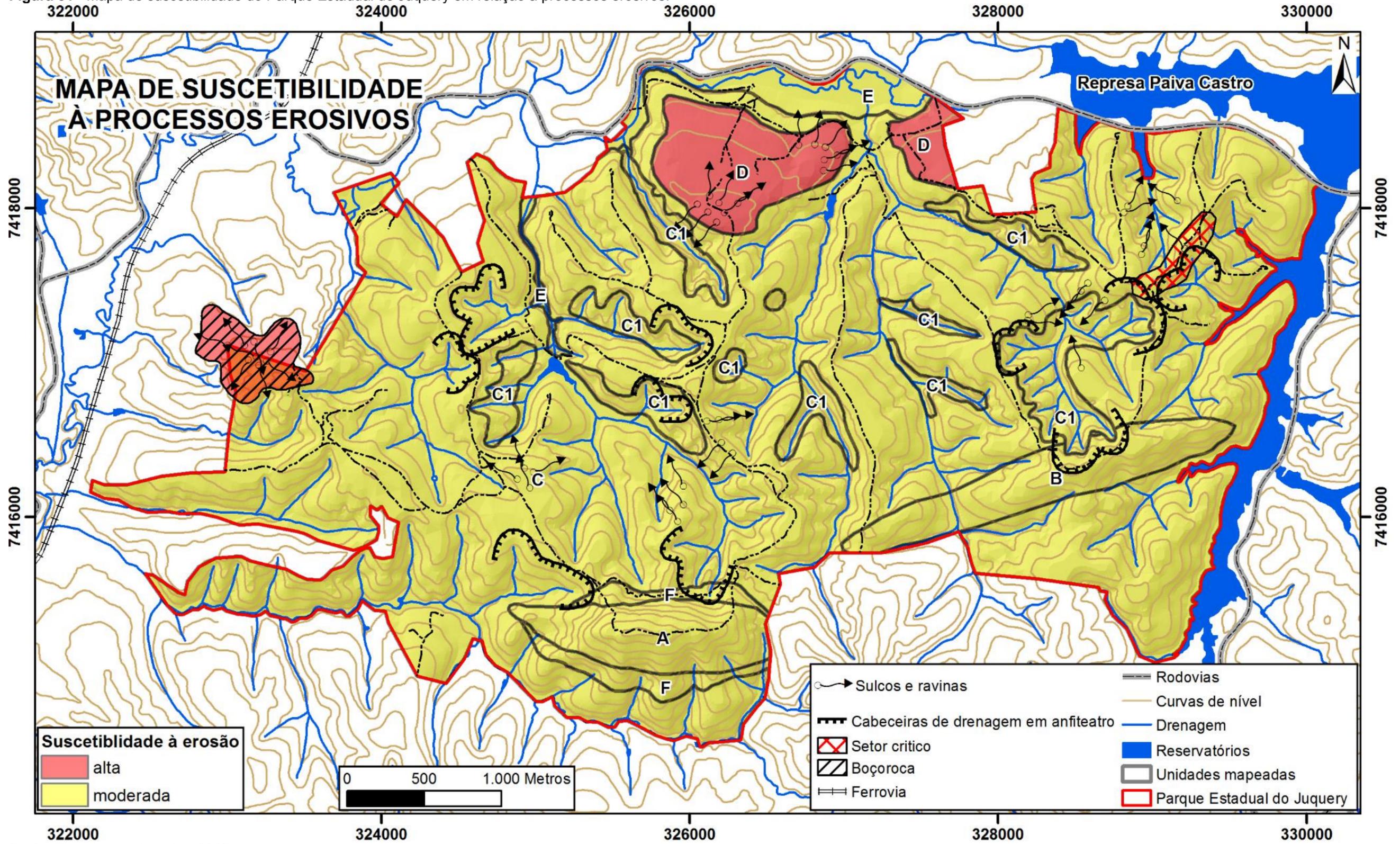
A consolidação da análise é apresentada na Figura 31, entretanto, constatou-se que a aplicação do método de qualificação das unidades não foi suficiente para classificar as áreas do parque de modo satisfatório, não abrangendo setores críticos observados em campo.

Deste modo o modelo obtido foi ajustado considerando informações coletadas em campo, atribuindo à porção oeste da Unidade C, especificamente para o setor de ocorrência de boçoroca, classificação alta em relação à processos erosivos.

Com a finalização da avaliação constatou-se que 95% da área possui moderada suscetibilidade à processos erosivos, e 5% é considerado de alta suscetibilidade à processos erosivos.

¹ O método utilizado na classificação da suscetibilidade a processos de erosão hídrica linear se encontra no Quadro 5, página 36 deste trabalho.

Figura 31 - Mapa de suscetibilidade do Parque Estadual do Juquery em relação à processos erosivos.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

4.6.2. Avaliação de suscetibilidade à processos de escorregamentos e processos correlatos

A avaliação e classificação das unidades em relação à suscetibilidade aos processos de escorregamento e processos correlatos foram realizadas de forma qualitativa e descritiva. Dentre os atributos considerados estão: espessura do solo; declividade predominante; queda de blocos ou núcleos rochosos; e, indícios de movimentação (Quadro 17). No quadro 18 é apresentado a classificação das unidades em relação à suscetibilidade à erosão hídrica.

Quadro 17 - Parâmetros adotados para avaliação dos processos de escorregamento e processos correlatos

POSSIBILIDADE DE OCORRÊNCIA DE PROCESSOS DE ESCORREGAMENTO E PROCESSOS CORRELATOS				
FATORES		BAIXA	MODERADA	ALTA
Características geológico-geotécnicas	Declividade do terreno	- Declividade suave a moderada (< 30%)	- Declividade moderada (30 a 50%)	- Declividade acentuada (> 50%)
	Espessura do solo	- Solos / materiais argilosos e arenosos pouco espessos ou com rocha sub-aflorante	- Solos / materiais arenosos e argilosos espessos	- Predomínio de áreas de solo exposto - Estruturas geológicas desfavoráveis - Solos / materiais argilosos e arenosos espessos
Processos geológicos	Queda de blocos ou núcleos rochosos	- Ausência de blocos ou núcleos rochosos	- Raros blocos rochosos no solo / cortes	- Presença de blocos / núcleos rochosos
	Indícios de movimentação: árvores e postes inclinados; trincas no solo / aterro, degraus de abatimento etc.	- Não há indícios de movimentação	- Indícios de movimentação localizados (árvores e postes inclinados), sem a presença de trincas no terreno	- Indícios de movimentação generalizados, incluindo trincas no terreno, degraus de abatimento, afundamentos na crista e estufamentos na base do talude - Áreas saturadas ou presença de surgências d'água

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

Quadro 18 - Resultado da classificação das unidades em relação a suscetibilidade à processo de escorregamento.

ATRIBUTOS/ FATORES		Características geológico- geotécnicas		Processo geológico		Classe de suscetibilidade à escorregamentos ²
		Espessura do solo	Declividade do terreno	Queda de blocos ou núcleos rochosos	Indícios de movimentação	
A	Quartzito e filitos em relevo de morros altos					7
B	Veios de quartzo em meio a filitos em relevo de morros altos					2
C	Filitos com intercalação arenosa em relevo de morros baixos					1
C1	Cabeceiras de drenagem					7
D	Rampas de colúvio					2
E	Planícies aluvionares					2
F	Depósito de tálus em sopé de encosta					7

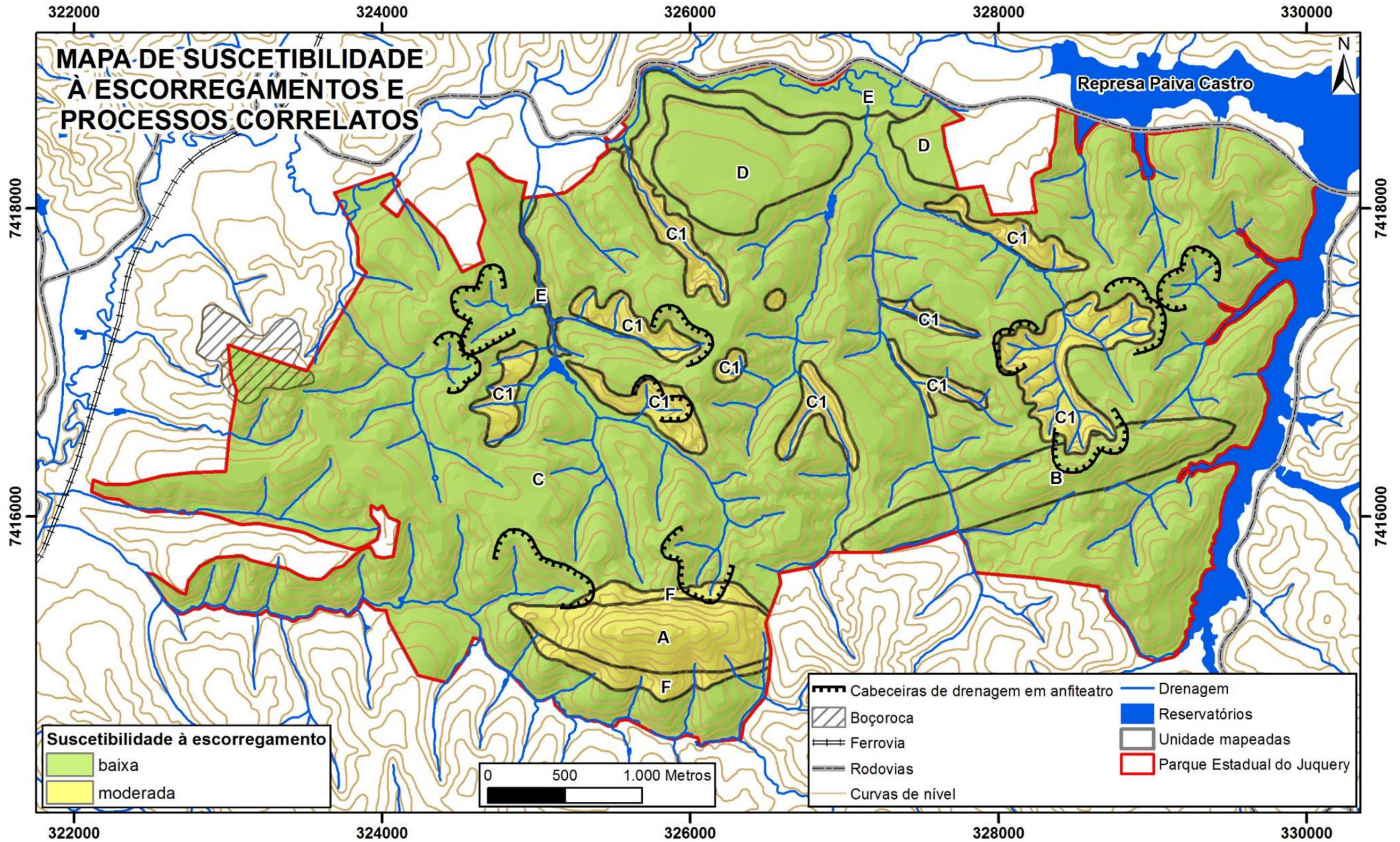
Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

A figura 32 consolida a análise realizada e indica que 88% da área de estudo possui baixa suscetibilidade à processos de escorregamento e processos correlatos, 12% possui moderada suscetibilidade a estes processos, e, portanto, não foram identificadas unidades com alta suscetibilidade aos processos avaliados.

Esta relação se deve, principalmente pela baixa declividade predominante em todas as unidades do parque, uma vez que, apesar de todos os fatores avaliados possuírem a mesma relevância, a declividade é um fator balizador na deflagração de processos desta natureza.

² O método utilizado na classificação da suscetibilidade à escorregamento e processos correlatos se encontra no Quadro 6, página 36 deste trabalho.

Figura 32 - Mapa de suscetibilidade do Parque Estadual do Juquery em relação à movimentos de massa.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

4.6.3. Caracterização das unidades geológico-geotécnicas quanto à suscetibilidade a processos geológicos superficiais.

A classificação das unidades geológico-geotécnicas, quanto à suscetibilidade a processos geológicos exógenos foi apresentada pelas Figuras 31 e 32, e será detalhada neste item, considerando o uso e ocupação do solo e processos antrópicos que induzem a ocorrência dos mesmos.

- *Unidade A:* Considerada como de moderada suscetibilidade à processos erosivos e à processos de movimentos de massa, esta unidade se caracteriza pelo perfil de solo pouco desenvolvido, moderada resistência à erosão e declividade acentuada.

De maneira geral, o uso do solo não contribui para a aceleração dos processos geológicos, entretanto, pôde ser constatado que a trilha comporta-se como um agente deflagrador de processos erosivos, uma vez que a exposição do solo gera um caminho preferencial para o escoamento superficial, não sendo visualizados sulcos e ravinas fora dos limites da trilha.

Portanto, as alterações de traçado nas trilhas devem ser estudadas e levadas em consideração como sendo um agente deflagrador de processos erosivos, em uma área naturalmente com baixa suscetibilidade à processos erosivos. Também deve ser considerada a possibilidade de estruturar a trilha com obras de infraestrutura para minimizar os impactos dos processos identificados no meio físico.

- *Unidade B:* Caracterizada como de moderada suscetibilidade a processos erosivos e baixa suscetibilidade a processos de movimentos de massa, a unidade possui perfil de solo incipiente, com declividade alta para processos erosivos, sendo identificados processos erosivos e de rolamento de blocos.

O uso do solo é composto por vegetação rasteira que recobre toda a unidade exceto as estradas. Os processos erosivos observados se encontram nas laterais das estradas, que concentram o fluxo hídrico superficial, provocando os sulcos e ravinas identificados na área.

Sendo assim, as estradas atuam como agente deflagrador, uma vez que, não foram visualizadas feições erosivas fora do leito das estradas.

Em relação ao rolamento de blocos de quartzo identificados é possível afirmar que o processo está associado aos veios de quartzo, que possuem maior resistência à erosão em relação aos filitos, e tendem a se fragmentar em blocos dispersos por ação gravitacional para as áreas a jusante.

Também deve ser considerada a possibilidade de estruturar as estradas com obras de infraestrutura para disciplinar o fluxo hídrico concentrado, de modo a minimizar os impactos dos processos identificados.

- *Unidade C:* Representada por terreno de relevo dissecado, com perfil de solo pouco desenvolvido, declividade alta para processos erosivos, e controle estrutural que orienta as feições de relevo. Foi considerada em relação aos processos erosivos como de moderada suscetibilidade, e para processo de escorregamento e processos correlatos, como de baixa suscetibilidade.

Destaca-se que esta unidade representa 78% da área do parque, e que dos processos identificados em campo, 80% referem-se a processos erosivos.

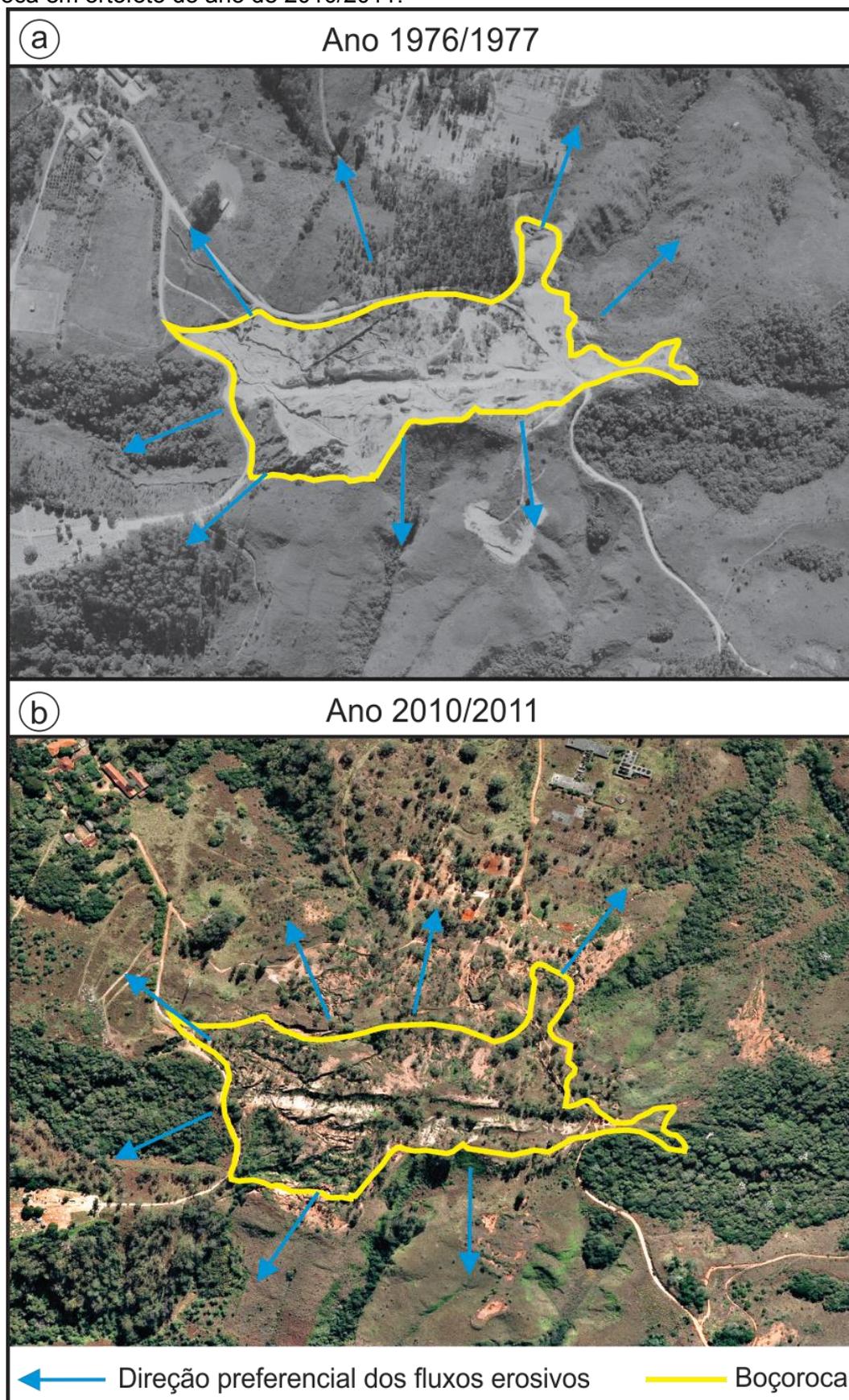
Referente ao uso do solo, de maneira geral a unidade é recoberta por vegetação rasteira com áreas pontuais de solo exposto.

Assim como nas demais unidades, os processos erosivos identificados na área de estudo se concentram por caminhos preferenciais criados por condicionantes antrópicos, neste caso, por antigas obras de engenharia e estradas.

Contudo, para esta unidade se observou dois processos de erosão hídrica em estágio avançado, um dos processos determinou a classificação de uma área que associada a uma boçoroca se caracteriza como de alta suscetibilidade à erosão, o outro determinou a classificação de um trecho de estrada com ravinas disseminadas como setor crítico.

Analisando as imagens de 1976/1977 e 2010/2011 é possível observar que a boçoroca está localizada no mesmo local onde havia grande movimentação de solo na década de 70 (Figura 33).

Figura 33 - a) Localização da movimentação de solo na década de 70; b) Localização da boçoroca em ortofoto do ano de 2010/2011.



Fonte: Emplasa (1977); Emplasa (2011b)

A única diferença observada entre o trecho de estrada considerada como setor crítico, dos demais trechos de estrada, é a orientação do eixo da estrada que coincide com a direção da foliação principal (NE-SW). Enquanto as demais estradas geralmente estão orientadas perpendicularmente a foliação. Neste caso, a deflagração dos processos erosivos possivelmente está associada à diferença de resistência à erosão das camadas do filito, que podem gerar caminhos preferenciais que concentrem o escoamento superficial.

Verificou-se que da década de 70 para o levantamento atual, houve aumento no número de estradas e trilhas na área do parque, o que está diretamente relacionado à intensificação dos processos erosivos.

- *Unidade C1:* Está sub-unidade se diferencia da anterior por apresentar terreno com predomínio de declividades média para movimentos de massa, encostas côncavas, perfil de solo menos desenvolvido associado a áreas de cabeceiras de drenagens, que podem estar cobertas por vegetação densa ou rasteira.

Devido as características de evolução das vertentes, com erosão remontante e escorregamento, a sub-unidade é considerada de alta suscetibilidade à processos erosivos, e de moderada suscetibilidade à processos de escorregamento e processos correlatos.

Na unidade não foram identificados condicionantes antrópicos que pudessem deflagrar os processos geológicos mencionados, entretanto, se recomenda a preservação da vegetação nativa e a não intervenção nestas áreas, pois se tratam de áreas com elevado potencial de formação de boçorocas.

- *Unidade D:* Caracterizada por depósitos coluvionares, em terreno de baixa a média declividade para processos erosivos, com encosta convexa, baixa densidade textural, solo heterogêneo e inconsolidado com níveis de seixos.

Em relação ao uso do solo foi observado o predomínio de vegetação rasteira e de solo exposto. A unidade sofre com condicionantes antrópicos, que neste caso se caracterizam pela execução de cortes de talude inadequados, tanto na área da pista de pouso, quanto nos cortes de taludes das estradas.

Em um dos pontos de campo foi observada, na faixa de rodagem de uma das estradas, a confluência das linhas de seixos com o corte realizado para

implantação da estrada, que deflagrou um processo acelerado de erosão (sulcos e ravinas) a jusante. Estes indícios, aliados às características do terreno, permitem o enquadramento da unidade como de alta suscetibilidade à processos erosivos.

A unidade apresenta suscetibilidade a processos de movimentos de massa devido às características do depósito, entretanto, considerando as variáveis propostas no estudo, a unidade foi classificada como de baixa suscetibilidade de processos de escorregamento.

- *Unidade E:* A unidade é representada pela planície aluvionar do Rio Juquery e um fundo de vale de uma das drenagens, e caracterizada pela declividade baixa, amplitude pequena, alta taxa de permeabilidade, baixa coesão, e alta espessura de material inconsolidado.

Quanto ao uso do solo, a área é ocupada em uma de suas margens, por vegetação rasteira e esparsa do PEJ e na outra, pela Favela Pretória.

Nos levantamentos realizados, se observou que o rio está assoreado, o que é um indicativo da existência de carreamento de sedimento em excesso para o canal do rio.

Segundo entrevista realizada, a ocorrência de inundações tem-se tornado mais frequentes com a degradação do rio, o que reforça a hipótese de que as condições antrópicas influenciam no grau de suscetibilidade da unidade.

A classificação dos atributos qualifica a unidade como de moderada suscetibilidade à processos erosivos, e baixa suscetibilidade à processos de escorregamentos e processos correlatos.

Apesar da falta de evidência nos trabalhos de campo, a unidade deve ser considerada suscetível a processos de solapamentos de margem.

- *Unidade F:* A unidade se caracteriza por depósito de tálus, com terrenos acidentados de declividade alta, em torno dos 30%, podendo alcançar pontualmente 45%, por encostas convexas com distribuição simétrica de acordo com a Unidade A.

Assim como na Unidade A, o uso do solo não contribui para a aceleração dos processos geológicos, entretanto, a trilha é considerada um condicionante

antrópico, e age como um deflagrador de processos erosivos, uma vez que a exposição do solo gera um caminho preferencial para o escoamento superficial, não sendo identificados sulcos e ravinas fora dos limites da trilha.

Em relação aos processos, a unidade foi classificada como de moderada suscetibilidade à processos erosivos, e moderada suscetibilidade à processos de escorregamento e processos correlatos, com predomínio dos processos gravitacionais sobre os erosivos.

Foi registrada a ocorrência de sulcos durante toda a trilha para subida e descida do Morro Grande, também foi registrada a ocorrência de matacões disseminados por toda unidade.

Apesar da falta de evidência nos trabalhos de campo, e devido às características de instabilidade do depósito, a unidade deve ser considerada suscetível a processos de rastejo.

A classificação foi atribuída devido à composição heterogênea do depósito, a declividade acentuada, e aos registros de processos de rolamento de blocos e erosivos.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A análise, a fotointerpretação e a associação com as características geotécnicas do terreno, baseadas na proposta de Zaine (2011), se mostrou satisfatória para a compartimentação fisiográfica e caracterização das unidades geológico-geotécnicas.

O método adotado, baseado na análise fisiográfica integrada se mostrou adequado para atender os objetivos, além de ter contribuído para a redução de custos e tempo, uma vez que, com a consolidação das fases de contextualização e preparatória, e das etapas de fotointerpretação preliminar e preparação da etapa de campo, foram necessários dois dias de trabalho de campo para coleta de dados.

A etapa de campo foi fundamental para conclusão do estudo, pois permitiu a descrição dos perfis de alteração de solo e sua associação com as características fisiográfica fotointerpretadas, o detalhamento das unidades descritas na etapa inicial, o aperfeiçoamento da caracterização geotécnica preliminar, o ajuste dos contatos das unidades mapeadas, além da diferenciação da Unidade F e da Sub-unidade C1, as quais foram desvinculadas das unidades fisiográficas identificadas na etapa de fotointerpretação preliminar.

A partir da metodologia aplicada foram mapeadas e caracterizadas seis unidades e uma sub-unidade geológico-geotécnicas, com destaque para a unidade C (Filitos com intercalações arenosas em relevo de morros baixos) que representa 86% da área do parque, com nível de informação compatíveis com os objetivos e com a escala de trabalho adotada pelo estudo.

Em relação à evolução do terreno, há predomínio da erosão física sobre a química, ou seja, dos processos morfogenéticos sobre os pedogenéticos, evidenciado pelo perfil de alteração de solo pouco desenvolvido. Sendo assim, os processos geológicos exógenos são os principais responsáveis pela esculturação do relevo.

Com base na comparação entre cobertura vegetal e as unidades mapeadas é possível associar a ocorrência de vegetação densa, a um perfil de solo mais evoluído, presente nos fundos de vales, conseqüentemente, podemos correlacionar a vegetação rasteira com um perfil de solo incipiente que ocorre em meias encostas e topos de morros.

A avaliação de suscetibilidade das unidades verificou que 95% da área do parque possui moderada predisposição à processos erosivos, e que 5% possui alta suscetibilidade, além disso foi identificado um setor crítico. Quando considerado os processos de movimentação de massa, a área se distribui em 88% com baixa possibilidade de ocorrência e 12% com alta.

O setor crítico é caracterizado por processos erosivos acentuados, localizados nos arredores do ponto de campo nº 24, a nordeste da área do parque, onde um trecho do corte da estrada é paralelo à direção da foliação. Tais características possibilitam que a concentração do fluxo hídrico sobre rochas que apresentam bandamento composicional, e que, conseqüentemente, possuem diferentes respostas à solicitação imposta, danifiquem a estrada.

Analisando a localização das estradas em relação à foliação, constatou-se que na porção central e oeste do parque, a maioria das estradas possuem orientação N-S e NW-SE, que podem ser perpendicular a oblíquas à direção da foliação, que é predominantemente E-W nestas áreas, e em declividade predominantemente baixa. Tais características estão associadas à sulcos por concentração de fluxo hídrico nas laterais das estradas.

Na porção leste do parque, além de estradas com orientação N-S e NW-SE, há dois setores, totalizando aproximadamente 1,5 km de extensão, que coincidem com a orientação NE-SW da foliação nesta área. Essa combinação, de acordo com as características do setor crítico identificado, pode causar processos erosivos acentuados.

Constatou-se por meio de análise temporal das fotografias aéreas do ano de 1976/77, que a boçoroca localizada no limite oeste da área de estudo, tem sua origem relacionada a alguma obra de engenharia com movimentação de solo, com início na década de 70 ou até mesmo antes. Sendo assim, a área deve ser tratada como um passivo ambiental que ainda está em evolução, de acordo com o observado em campo e na imagem aérea de 2010/11.

Com relação à evolução dos processos erosivos, observou-se que o desenvolvimento de sulcos e ravinas em boçorocas é dificultado pelas características geotécnicas das unidades, ou seja, o fato do perfil de alteração do solo ser pouco desenvolvido, associado ao substrato rochoso aflorante/subaflorante,

não permite que a evolução do processo se aprofunde em horizontes mais profundos.

O método adotado para avaliação de suscetibilidade categorizou as unidades de forma qualitativa, permitindo a classificação, para processos erosivos, das unidades e sub-unidade, A, B, C, C1, E e F como de moderada possibilidade de ocorrência, e reconhecendo a unidade D como alta. Para processos de movimentos de massa, permitiu a classificação das unidades B, C, D e E como baixa suscetibilidade, e reconheceu as unidades A, F e a sub-unidade C1 como moderada.

Cabe salientar que a classificação reflete a homogeneidade das unidades, entretanto, deve-se destacar a influência e a potencialização, pontual, que o uso do solo pode ter sobre a deflagração dos processos, por exemplo, na boçoroca e na estrada paralela à foliação. Sendo assim, deve-se ressaltar a importância da avaliação ser complementada com as informações de campo e interpretação de quem executa a análise.

As estradas e trilhas são os principais deflagradores dos processos analisados, logo, recomenda-se que não sejam executadas novas estradas, trilhas ou qualquer obra de engenharia sem considerar as propriedades do meio físico, e que, ações corretivas devem ser priorizadas nas estradas localizadas próximas aos setores de cabeceiras (sub-unidade C1), devido ao modelo de evolução das cabeceiras, e nas unidades A e F, pela alta declividade aliada ao alto grau de inconsolidação dos depósitos.

Aponta-se ainda, a necessidade de recuperação da área degradada pela boçoroca, assim como, recomenda-se o controle dos processos deflagrados pelas estradas e trilhas.

Para as estradas deverão ser adotadas medidas mitigadoras, como a instalação de equipamentos de drenagem, como por exemplo, sarjetas, saídas laterais para a água, dissipadores de energia e caixas coletoras; e, de equipamentos de estabilização dos taludes, os quais podem ser: plantio de vegetação, retaludamento, utilização de tecido geotêxtil, biomantas e bioretentores de sedimento.

Para as trilhas deverão ser adotadas medidas para controlar o fluxo de escoamento superficial, como a instalação de dissipadores de energia.

Para todo o parque deverão ser adotadas medidas institucionais para controle das intervenções realizadas no meio físico, como por exemplo, proibir/dificultar a instauração de novas estradas, principalmente em direção paralela a foliação.

O Parque Estadual do Juquery demonstra sofrer pressão antrópica nos diversos meios, por exemplo, o meio físico ocupado nos limites do parque por presídios, favela, polo industrial, e pela presença de áreas comprovadamente contaminadas (Apêndice A); e o meio biótico, por ser alvo de fogo criminoso e perda de habitat para espécies.

Além das pressões supracitadas, o parque ainda é alvo de conflitos com pescadores, desova de cadáveres em suas áreas lindeiras e rota de fugas de detentos.

O Rio Juqueri e sua área de várzea, mostraram sofrer as consequências da antropização das áreas lindeiras, estando visualmente com a qualidade das águas comprometidas, eutrofizado, com as margens degradadas, e com acentuado processo de assoreamento.

Com os resultados obtidos espera-se que esta pesquisa possa contribuir, fornecendo subsídios, no desenvolvimento de instrumentos de gestão ambiental para a área de estudo.

Por fim, salienta-se a importância da realização de estudos de análise integrada em parcerias entre prefeituras e/ou órgãos competentes, visando o mapeamento de áreas de maior abrangência, como por exemplo, bacias hidrográficas, podendo assim embasar políticas públicas compatíveis com as características do meio físico.

REFERÊNCIAS

- AB' SABER, A. O Reservatório do Juquery na área de Mairiporã: estudos básicos para defesa ambiental e ordenação de espaços envolventes. **Geografia e Planejamento**, n. 32, p. 1-28, 1978.
- AGUIAR, R.L. **Análise do mapeamento geotécnico nos processos de gestão ambiental: bases conceituais para aplicação no Distrito Federal (DF)**. 1994. 88 p. Monografia - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1994.
- ALMEIDA, F. F. M. de. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim Instituto Geográfico e Geológico**, São Paulo, n. 41, p. 169-263, 1964.
- ALMEIDA, F. F. M.; AMARAL, G.; CORDANI, U. & KAWASHITA, K. The Precambrian Evolution of South American Cratonic Margin South of Amazon River. In: **The Oceans Basins and Margins** (Nairn & Stelli, Eds.). New York: Plenum, 1973. p. 411 - 446.
- AMORIM, D. G. de A. **Caracterização Geológico-Geotécnica Aplicada a Gestão de Risco no Gasoduto Gasbol, Trecho Ipeúna/SP – Itirapina/SP**. 2012. 91p. Monografia (Graduação em Geologia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2012.
- AUGUSTO FILHO, O. **Cartas de Risco de Escorregamentos: Uma Proposta Metodológica e sua Aplicação no Município de Ilhabela, SP**. 1994. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Carlos, 1994.
- AUGUSTO FILHO, O. Escorregamentos em encostas naturais e ocupadas: análise e controle. In: BITAR, O. Y. (Coord.). **Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente**. São Paulo: ABGE e IPT, 1995. p. 96 – 125.
- AUGUSTO FILHO, O.. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 1, 1992, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABMS/ABGE, 1992. p.721-733.
- BAITELLO, J. B; AGUIAR, O. T. de; PASTORE, J. A.; ARZOLLA, F. A. R. D. P. **Parque Estadual do Juquery: Refúgio de Cerrado no Domínio Atlântico**. São Paulo: Instituto Florestal, 2013. (n. 50). p. 1-46.
- BERGMANN, M. **Caracterização estratigráfica e estrutural da seqüência vulcano-sedimentar do grupo São Roque - Região de Pirapora do Bom Jesus - Estado de São Paulo**. 1988. 152p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1988.
- CAMPOS NETO, M. C.; FIGUEIREDO, M. C. H. The Rio Doce Orogeny, Southeastern Brazil. **Jour. South Amer. Earth Sei.**, 8 (2):143-162, 1995.

CAMPOS NETO, M. da C; BASEI, M. A. S; ARTUR, A. C; SILVA, M. E. da; MACHADO, R; DIAS NETO, C. de M; FRAGOSO CESAR, A. R; SOUZA, A. P. Geologia das Folhas Piracaia e Igaratá. In: IPT– Pró-Minério. **1º Jornada Sobre a Carta Geológica do Estado de São Paulo em 1:50.000**. São Paulo, 1983. p. 55-76.

CAPECHE, Claudio Lucas. **Banco de Imagens**. 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/busca-de-imagens/-/midia/188001/vocoroca;>>. Acesso: 02 nov.2015.

CARNEIRO, C. D. R. **Análise estrutural do grupo São Roque na faixa entre o pico do Jaraguá e a Serra dos Cristais, SP**. 1983. 155p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.

CARVALHO, J. C. Processos erosivos no centro-oeste Brasileiro. **FINATEC**, Brasília, 2006.

CARVALHO, J. C.; LIMA. M. C.; MORTARI, D.. Considerações sobre controle e prevenção de voçorocas. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROÇÃO**, 7, 2001. ABGE

CENDRERO, A. Mapping and evaluation of costal areas for planning. **Ocean & Shoreline Management**, Holanda, v. 12, p. 427 – 462, 1989.

CERRI L. E. S.; AMARAL, C. P. Riscos Geológicos. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S. N. A. de. **Geologia de Engenharia**. 1ed. São Paulo: ABGE, 1998. p.301-310.

CERRI, L. E. S.; ZAINÉ, J. E.; PAULA, J. P. L. de. **Curso: Geologia aplicada ao patrulhamento de rede da COMGÁS**. Material didático. São Paulo, out/2006.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/imprensa/noticias-detalle.aspx?secaold=66&id=2918>>. Acesso em: 15 jan. 2015

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Subsídios para uma política de controle de poluição das águas na sub-bacia do Rio Juquerí (Relatório Técnico)**. São Paulo, 1982.

COOKE, R. V.; DOORKAMP, J. C. **Geomorphology in Environmental Management. A new Introduction**. 2nd edn. Oxford: Claredon Press, 1990. 410p.

CORDANI, U. G.; TEIXEIRA, W. Comentários sobre as determinações geocronológicas existentes para as folhas Rio de Janeiro, Vitória e Iguape. In: SCHOBENHAUS FILHO, C. (coord.). **Carta geológica do Brasil ao milionésimo, folhas Rio de Janeiro (SF-23), Vitória (SF-24) e Iguape (SG-23)**. Brasília: MME/DNPM, 1979. p.175-207.

CORDANI, U. G.; DELHAL, J.; LEDENT, O. Orogenèse superposées dans le Précambrien du Brésil Sud-Oriental (États de Rio de Janeiro et de Minas Gerais). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 3, n. 1, p. 1-22, 1973.

CUNHA, M. L. C.; MENDES, I. A. Proposta de análise integrada dos elementos físicos da paisagem: uma abordagem geomorfológica. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, 3(1), p. 111-120, jan.- jun., 2005.

DANTAS, A. S. L. **Geologia da faixa São Roque e intrusivas associadas na região entre São Paulo e Mairiporã, norte de São Paulo - SP**. 1990. 199p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, 1990.

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL & COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS -DNPM/CPRM. **Projeto Integração Geológica da Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo, 1991. 65p. 28 mapas.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa-SPI, 2006. 306p.

EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO S. A. – EMPLASA. **Carta Geológica da Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo, 1979. Escala 1:50.000. Folha 34.

EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO S. A. – EMPLASA. **Fotografias Aéreas, Projeto Mapeia São Paulo**. São Paulo, 2011a. Resolução espacial: 0,45 metros.

EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO S. A. – EMPLASA. **Ortofoto**. São Paulo, 2011b. Resolução espacial: 1 metro.

EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO S. A. – EMPLASA. **Fotografias Aéreas**. São Paulo, 1976. Escala 1:8.000.

EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO S. A. – EMPLASA. **Folha Topográfica Franco da Rocha (SF-23-Y-C-III-4-NO-C), Bairro dos Valos (SF-23-Y-C-III-4-NO-D), Caieiras (SF-23-Y-C-III-4-NO-E) e Vila Machado (SF-23-Y-C-III-4-NO-F)**. São Paulo, 1980. Escala: 1:10.000.

FAVIS-MORTLOCK, Davis. **Water erosion**. 2005. Disponível em: <http://soilerosion.net/doc/water_erosion.html>. Acesso: 02 nov. 2015.

FERRARI, A. A. P. **Viabilidade da utilização de silte compactado como material de impermeabilização em aterros de resíduos**. 2005. 118 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2005.

FIGUEIREDO, M. C. H.; BERGMANN, M.; PENALVA, R; TASSINARI, C. C. G. Ocorrência de "Pillow Lavas" no Grupo São Roque, Estado de São Paulo. **Ciências da Terra**, 2:6-8, 1982

FUNDAÇÃO DE APOIO À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - FUSP. **Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê**. São Paulo, 2009. V.1/4. 201p.

GIATTI, L. L. **Reservatório Paiva Castro - Mairiporã – SP. Avaliação da qualidade da água sobre alguns parâmetros físicos químicos e biológicos (1987/1998)**. 2000. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Saúde Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

GRANT, K. The PUCE programme for terrain calculation for engineering purpose part 2: procedure for terrain classification. Victoria: CSIRO, 1974. **Tech paper 19**.

HACKSPACHER P. C.; DANTAS, E. L.; SPOLADORE, A.; FELTER, A.H.; OLIVEIRA, M. A. F. de. Evidence of Neoproterozoic Backarc Basin Development in the Central Ribeira Belt, Southeastern Brazil: New Geochronological and Gechemical Constraints from the São Roque – Açungui Groups. **Rev. Bras. Geociências**, 30:110-114, 2000.

HACKSPACHER, P. C.; GODOY, A. M.; OLIVEIRA, M. A. F. Evolução Crustal do Bloco São Roque, na Região Sudeste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, 23(3):260-264, set.,1993

HACKSPACHER, P. C., FETTER, A. H., EBERT, H.D., JANASI, V. A., DANTAS, E. L., OLIVEIRA, M. A. F., BRAGA, I. F., NEGRI, F. A.. Magmatismo HA CA. 660 - 640 Ma no Domínio Socorro: Registros de Convergência Pré-Colisional na Aglutinação do Gondwana Ocidental. **Revista do Instituto de Geociências**, USP, São Paulo, v.3, 85-96p, 2003.

HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R. Origem e evolução da Bacia de São Paulo. In: MESA REDONDA: ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS DA BACIA SEDIMENTAR DE SÃO PAULO, 1980, São Paulo. São Paulo: **Publicação Especial ABGE/SBG**, 1980. p. 47-52.

HASUI, Y.; OLIVEIRA, M. A .F. A Província Mantiqueira: Setor Central. In: Almeida & Hasui (edit.) 1984, **O Precambriano do Brasil**, Edgard Blucher, 344 p., 1984.

HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A. C.; SILVA, L. C.; CAMPOS NETO, M. C.; TROUW, R. A. J. Província Mantiqueira. **Geologia do Continente Sul-Americano**. Rio de Janeiro: Beca, p. 1-13, 2004.

IAEG COMISSION ON ENGINEERING GEOLOGICAL MAPPING; UNESCO. Guide pour la preparation des cartes géotechniques. **Les Press de l'Unesco**, Paris,1976.

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.

INSTITUTO AGRONÔMICO – IAC. **Solos do Estado de São Paulo**, 201-?. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/solosspp/>>. Acesso em: 27 jan. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed., Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_uso_da_terra.pdf>. Acesso em: outubro de 2015.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. PRÓ MINÉRIO/PROMOCET, 1981a. (vol.1). 94p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. PRÓ MINÉRIO/PROMOCET, 1981b. Escala 1:500.000 (vol. 1). 126p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. **Diagnóstico dos processos erosivos e de assoreamento nas Microbacias Itaim, Tapera Grande, Criciúma, Tanque Velho/Abreus e Manguinho, da bacia hidrográfica do rio Juqueri (Relatório Técnico, 119616-205)**. São Paulo, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Desastres naturais e geotecnologias: conceitos básicos**. Santa Maria, 2008.

JORGE, F. N.; UEHARA, K. Águas de Superfície. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S. N. A. de. **Geologia de Engenharia**. 1ed. São Paulo: ABGE, 1998. p. 311-330.

JULIANI C.; BELJAVSKIS P. 1995. Revisão da litoestratigrafia da faixa São Roque/Serra do Itaberaba (SP). **Rev. IG.**, 16(1/2):33-58.

JULIANI C.; HACKSPACHER P. C.; DANTAS E. L.; FELTER, A. H. The Mesoproterozoic volcano-sedimentary Serra do Itaberaba Group of the central Ribeira Belt, São Paulo State, Brazil: implications for the age of the overlying São Roque Group. **Rev. Bras. Geociências**, 30(1):82-86, 2000.

JULIANI, C. O embasamento pré-cambriano da Bacia de São Paulo. In: SEMINÁRIO SOBRE PROBLEMAS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO, 1992, São Paulo. **Atas...** São Paulo: ABAS-ABGE-SBG/NSP, 1992. p.3-20.

JULIANI, C.; BELJAVSKIS, P.; SCHORSCHER, H. D.. Petrogênese do vulcanismo e aspectos metalogenéticos associados: Grupo Serra do Itaberaba na região de São Roque - SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, 1986, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBG, 1986. p.730-747. v. 2.

LOLLO, J. A. **Mapeamento Geotécnico da Folha de Leme - SP: utilização da geomorfologia para a caracterização preliminar de unidades geotécnicas**. 1991. 87 p. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1991.

LUZ, R. A. da. **Geomorfologia da Planície Fluvial do Rio Pinheiros entre os Bairros de Pinheiros, Butantã e Cidade Jardim, São Paulo (SP)**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

MARTINI, L. C. P.; UBERTI, A. A. A.; SCHEIBE, L. F.; COMIN, J. J.; OLIVEIRA, M. A. T. Avaliação da suscetibilidade a processos erosivos e movimentos de massa: decisão multicriterial suportada em sistemas de informações geográficas. **Revista do Instituto de Geociências - USP: Geologia USP - série científica**, São Paulo, v. 6, n. 1, p.41-52, jul., 2006.

MARTINS, P. T. A. **Carta de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo em rodovias**: proposta aplicada a Estrada dos Tamoios (SP-099). Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2012.

MONTEIRO, C. A. **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo – estudo geográfico sob forma de atlas**. São Paulo: FAPESP, 1973. 129 p.

MOROZ, I. C.; CANIL, K.; ROSS, J. L. S. Problemas ambientais nas áreas de proteção aos mananciais da região metropolitana de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v.7, p. 35-48, 1994.

NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE. **Where has all the soil gone? Long time passing**. 2013. Disponível em: <https://soilsmatter.wordpress.com/2013/11/11/where-has-all-the-soil-gone-long-time-passing/> Acesso: 02 nov. 2015.

OLIVEIRA, J.B.; CAMARGO, M.N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B.. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1999. Escala 1:500.000. Acompanha legenda expandida.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology Earth System Sciences**, n.11, p.1633-1644, 2007.

PERROTTA, M. M.; SALVADOR, E. D.; LOPES, R. C.; DAGOSTINO, L. Z.; PERUFFO, N.; GOMES, S. D.; SACHS, L. L. B.; GARCIA, M. G. M.; MEIRA, V.T.; LACERDA FILHO, J. V.; CHIEREGATI, L. A.. Geologia e recursos minerais do estado de São Paulo: sistema de informações geográficas (SIG). **Mapas Geológicos Estaduais**. Escala 1:750.000. São Paulo: CPRM, 2006, 1 CD-ROM. Programa Geologia do Brasil.

PINTO, R. H. **Proveniência e Ambiente de Sedimentação do Grupo São Roque com base na Química de Rocha Total e Datação U-Pb de Zircões Detríticos**. 2012. Tese (Doutorado em Mineralogia e Petrologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

PRANDINI, F. L.; NAKAZAWA, V. A.; FREITAS, C. G. L. de & DINIZ, N. C. Cartografia Geotécnica nos planos diretores regionais e municipais. In: BITAR, O. Y.

(coord.). **Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente**. São Paulo: ABGE e IPT, 1995. p.187-202.

PRESS, F., SIEVER, R., GROTZINGER, J., JORDAN, T. H. Dispersão de Massa. In: **Para entender a Terra**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. Cap. 12, p.291-310.

REIS, F. A. G. V.. **Curso de Geologia Ambiental**: 2001. Ensino a Distância (EAD) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/index.html>>. Acesso em: 20 dez. 2014.

RODRIGUEZ, S. K. **Geologia Urbana da Região Metropolitana de São Paulo**. 1998. 171p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

ROSS, J. & MOROZ, I. C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo: Escala 1:500.000**. São Paulo: Lab. de Geomorfologia - Depto. Geografia – FFLCH – USP / Lab. de Cartografia Geotécnica – Geologia Aplicada – IPT / FAPESP, 1997. Escala 1:500.000 (Volume I). 64 p.

ROSS, J. L. S. Análise e sínteses na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. **Geografia**, Rio Claro, v.9, n.1, p.65-75, 1995.

SANEJOUAND, R. La cartographie géotechnique en France. **Ministère de l'équipement e du logement - D.A.F.U. - A.R.M.I.N.E.S. - L.C.P.C.**, Paris, 1972.

SÃO PAULO (Estado). Decreto n. 8.468, de 8 de setembro de 1976. **Aprova o regulamento da Lei n. 997 de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e controle da poluição do meio ambiente**. Legislação Estadual – Controle de Poluição Ambiental, São Paulo, 1998. p.119.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 10.755, de 22 de novembro de 1977. **Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto n. 8.468 (1), de 8 de setembro de 1976, e dá providências correlatas**. Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, n. 221, 23 de nov. de 1977, p. 1.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 36.859, de 5 de junho de 1993. **Cria o Parque Estadual do Juquery e dá providências correlatas**. Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, v. 103, n. 106, 8 jun. 1993. Seção I, p. 2-3.

SAUERBRONN W. M.; CAETANO-CHANG M. R.; CHANG H. K.; GASTMANS D.. Potencial mineral de rochas metamáficas e metaultramáficas da faixa itapira-amparo para uso em processo de carbonatação mineral no sequestro de CO₂. **Geociências São Paulo**, v.32, n.1, São Paulo, 2013.

TAKIYA, H. **Estudo da Sedimentação Neogênico-Quaternária no Município de São Paulo: Caracterização dos Depósitos e suas Implicações na Geologia Urbana**. 1997. 152p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

TASSINARI, C. C. G.; KAWASHITA, K.; SCHMUSS, R. V.; TAYLOR, P. N.. As idades das rochas e dos eventos metamórficos da região sudeste do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, 1988, Belém. **Anais...** Belém: SBG, 1988. p.2840-2853. v.6.

THEODOROVICZ, A.; THEODOROVICZ A. M. G. **Atlas geoambiental: subsídios ao planejamento territorial e à gestão ambiental da bacia hidrográfica do rio Ribeira do Iguape**. 2 ed. rev. São Paulo: CPRM, 2007.

TINÓS, T.M. **Mapeamento geológico-geotécnico a partir de metodologia de análise integrada: ensaio de aplicação no município de Poços de Caldas - MG**. 2011. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011.

TOMINAGA, L. K. Desastres Naturais – Porque ocorrem?. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do. **Desastres naturais: Conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico/Secretaria do Meio Ambiente/Governo do Estado de São Paulo, 2009. p. 11-23.

VAZ, L.F. Classificação genética dos solos e dos horizontes de alteração de rocha em regiões tropicais. **Solos e Rochas**, São Paulo, 19, (2): p.117-136, 1996.

VEDOVELLO R. e MATTOS, J. T. de.. A utilização de Unidades Básicas de Compartimentação (UBCs) como base para a definição de Unidades Geotécnicas. Uma abordagem a partir do Sensoriamento Remoto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA, 3, 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABGE/UFSC, 1998.

VEDOVELLO, R. **Zoneamento geotécnico por sensoriamento remoto, para estudos de planejamento do meio físico - aplicação em expansão urbana**.1993. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - INPE, São José dos Campos, 1993.

ZAINE, J. E. **Mapeamento geológico-geotécnico por meio do método do detalhamento progressivo: ensaio de aplicação na área urbana do município de Rio Claro (SP)**. 2000. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

ZAINE, J. E. **Método de Fotogeologia Aplicado a Estudos Geológico-Geotécnicos: Ensaio em Poços de Caldas, MG**. 2011. Tese (Livre-docência) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011.

ZUQUETE, L. V., GANDOLFI, N.. Metodologia de mapeamento para áreas municipais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 5, 1987, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABGE, 1987. p.313-321. v.2.

ZUQUETTE, L. V. **Análise Crítica da Cartografia Geotécnica e Proposta metodológica para as Condições Brasileiras**. 1987. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1987.

ZUQUETTE, L.V.; GANDOLFI, N. **Cartografia Geotécnica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ALMEIDA, M. C. J; FREITAS, C. G. L.. Uso do solo urbano: suas relações com o meio físico e problemas decorrentes. In: ENCONTRO REGIONAL DE GEOTECNIA E MEIO AMBIENTE, 1, 1996, São Carlos. **Anais...** São Carlos: 1996. p.195–200.

BERGMANN, M. Litoestratigrafia e paleoambiente do Grupo São Roque na região de Pirapora do Bom Jesus. **Jornadas Científicas - Boletim IG/USP**, São Paulo, Publicação Especial, 9, p. 107-109,1990.

BONUCCELLI, T. J. **Movimentos de Massa em Ouro Preto: importância da ocupação desordenada e caracterização dos fenômenos**. 1999. 191 p. Tese de Doutorado - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos - SP, São Carlos, 1999.

CAETANO, N.R. **Procedimentos metodológicos para o planejamento de obras e usos: uma abordagem geotécnica e geoambiental**. 2006. 163p. Tese de Doutorado – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

CARNEIRO, C. D. R; HASUI, Y; DANTAS, A. S. L.. Contribuição ao Estudo da Litoestratigrafia do Grupo São Roque na Faixa Jaraguá-Cristais - SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1984. p.3212–3226.

CERRI, L. E. S.. Carta geotécnica: contribuições para uma concepção voltada as necessidades brasileiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 6, 1990, Salvador. **Anais...** Salvador: ABGE, 1990. p.309- 317. v.1.

CERRI, L. E. S.; AKIOSSI, A.; AUGUSTO FILHO, O.; ZAINÉ, J .E.. Cartas e mapas geotécnicos de áreas urbanas: reflexões sobre as escalas de trabalho e proposta de elaboração com o emprego do método de detalhamento progressivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 8, 1996, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABGE, 1996. p.537-548. v.2.

CHRISTOFOLETTI, A. A análise da densidade de drenagem e suas implicações geomorfológicas. **Geografia**, São Paulo, v. 4, n. 8, p. 23-42, 1979.

COUTINHO, J. M. V.. Relações litológicas e estruturais da bacia de São Paulo com o Pré-cambriano circunvizinho. In: ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS DA BACIA DE SÃO PAULO (MESA REDONDA), 1980, São Paulo. São Paulo: **Publicação Especial ABGE/SBG**, 1980a. p. 15-23.

HACKSPACHER, P. C.; MORALES, R; ZANARDO, A.; GODOY, A. M.; OLIVEIRA, M. A. F; ARTUR, A. C.. A Tectônica Transcorrente- Transpressiva Brasileira da Folha São Roque-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBG/NSP, 1992. p.348-349. v. 2.

JULIANI, C. **Geologia, petrogênese e aspectos metalogenéticos dos grupos' Serra do Itaberaba e São Roque na região das serras do Itaberaba e da Pedra Branca, NE da Cidade de São Paulo**. 1993. 803 p. 2v. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

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

MORAES REGO, L. F. As formações cenozóicas de São Paulo. **Anuário da Escola Polytecnica**, São Paulo, 2: p.231-267, 1933.

PRANDINI, F.L.. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: 1981. Escala 1:500.000 (Publicação IPT 1183 - Monografias 5).

RIEDEL, P. S. **Estudo das coberturas de alteração de parte do centro leste paulista através de dados de sensoriamento remoto**. 1988. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – INPE, São José dos Campos, 1988.

RODRIGUES, F. H. **Análise Integrada Aplicada ao Mapeamento Geológico – Geotécnico na Escala de 1:20.000 da Estrada de Castelhanos, Ilhabela – SP**. 2012. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2012.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 44.099, de 12 de julho de 1999. **Incorpora ao Parque Estadual do Juquery a área que especifica, situada no município de Franco da Rocha**. Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, v. 109, n. 130, 13 jul. 1999. Seção I, p. 2-3.

SOUZA, N. C. D. C. de. **Mapeamento geotécnico com base na compartimentação por formas de relevo e perfis típicos de alteração**. 1992. Monografia Geotécnica nº2. - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1992.

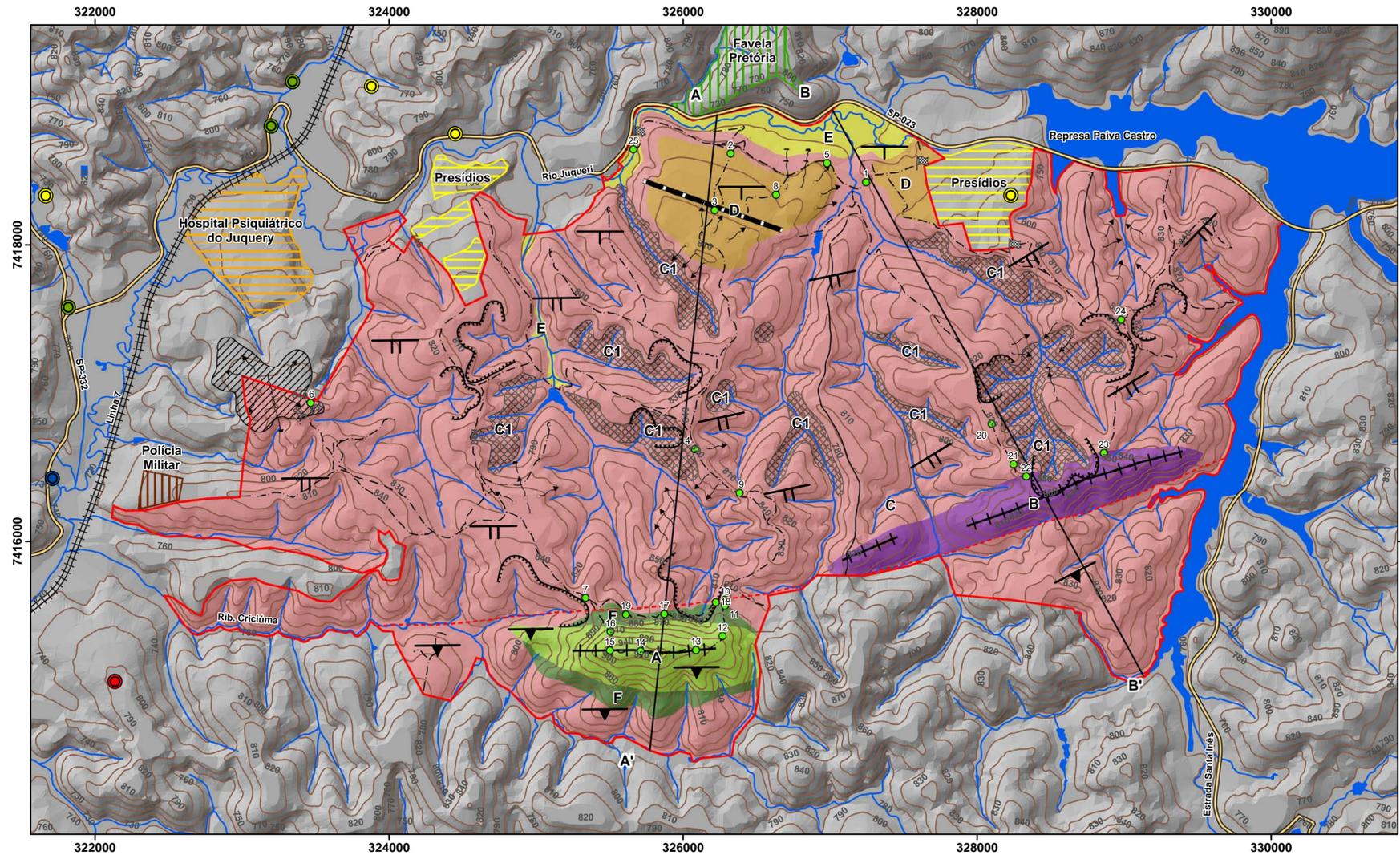
TOMINAGA, L. K. Escorregamentos. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do. **Desastres naturais: Conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico/Secretaria do Meio Ambiente/Governo do Estado de São Paulo, 2012. p. 27-38.

VEDOVELLO, R. **Zoneamento geotécnico aplicado à gestão ambiental, a partir de unidades básicas de compartimentação - UBCs**. 2000. Dissertação (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

ZUQUETTE, L. V.; NAKAZAWA, V. A. Cartas de Geologia de Engenharia. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S. N. A. de. **Geologia de Engenharia**. 1ed. São Paulo: ABGE, 1998. Cap.17, p. 283-300.

APÊNDICE A – MAPA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

MAPA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PARQUE ESTADUAL DO JUQUERY - FRANCO DA ROCHA - SP



LEGENDA

Unidade geológico-geotécnica

- A - Quartzitos e filitos em relevo de morros altos
- B - Veios de quartzo em meio a filitos em relevo de morros altos
- C - Filitos com intercalações arenosas em relevo de morros baixos
- C1 - Cabeceiras de drenagem
- D - Rampas de colúvio
- E - Planícies aluvionares
- F - Depósitos de tálus em sopé de encosta

Conexões geológicas

- Ângulo de mergulho aproximado
- Alto
 - Baixo
 - Médio
 - Falha fotointerpretada

Convenções cartográficas

- Portaria
- Pontos de campo
- Seção transversal
- Ferrovia
- Rodovias
- Trilhas
- Pista de pouso
- Curvas de nível
- Drenagem
- Reservatórios
- Parque Estadual do Juquery

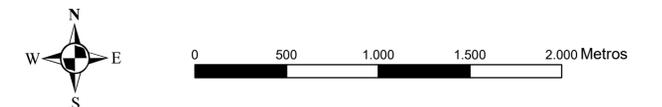
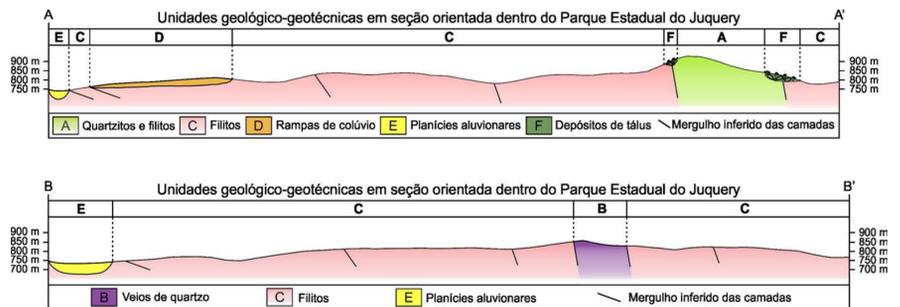
Feições morfológicas

- Cristas alinhadas
- Erosão
- Anfieatro
- Boçoroca

Pontos de interesse

Cadastro de Áreas Contaminadas (CETESB, 2013)

- AC* sob investigação
- AC* com risco confirmado
- AC* em processo de remediação
- AC* em processo de monitoramento
- Favela Pretória
- Polícia Militar
- Hospital Psiquiátrico do Juquery
- Presídios
- * Área Contaminada



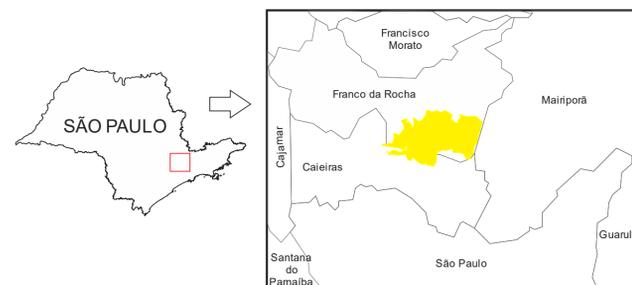
QUADRO DE ANÁLISE FOTOGEOLÓGICA

Unidades geológico-geotécnicas	Contexto local	Análise da densidade textural	Análise das formas e características do relevo					Análise das estruturas geológicas			Análise complementar		
			Rochas e materiais Relevo, Solo	Densidade textural	Amplitude local	Declividade dominante	Forma das encostas	Forma dos vales	Forma dos topos	Feições particulares	Sinuosidade	Tropia	Assimetria de relevo
A	Quartzitos e Filitos em relevo de morros alto	Média	Média	Média	Retilínea	Fechados	Angulosos	∅	—	—	Simétrico	Queda de blocos Escorregamento	Vegetação rasteira Turismo
B	Veios de quartzo em meio a filitos em relevo de morros altos	Média	Média	Média	Côncavo	Fechados	Angulosos	∅	Mistos	Orientada	Pouco simétrica	∅	Vegetação rasteira Vegetação densa Turismo
C	Filitos com intercalações arenosas em relevo de morros baixos	Média	Média	Média	Côncavo a Retilíneo	Fechados	Arredondados	∅	Mistos	Orientada	Pouco simétrica	Boçorocas	Vegetação rasteira Vegetação densa Turismo
D	Rampas de colúvio	Baixa	Pequena	Baixa	Convexa	—	Arredondados	∅	—	—	—	Processos erosivos	Sede do parque; Solo exposto Vegetação rasteira
E	Planícies aluvionares	Baixa	Pequena	Baixa	—	Fechados e Abertos	—	∅	Mistos	Orientada	Pouco simétrica	Solapamento de margem Assoreamento	Mata ciliar Turismo
F	Depósito de tálus em sopé de encosta	Média	Média	Média	Convexa	Fechados	—	∅	—	—	Simétrico	Queda de blocos Escorregamento	Vegetação rasteira Turismo

QUADRO DE INTERPRETAÇÃO FOTOGEOLÓGICA E CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA

Unidades Geológico-Geotécnicas	Permeabilidade intragranular	Relação escoamento superficial/infiltração	Espessura do manto de alteração	Resistência a erosão natural (dureza)	Profundidade do topo rochoso	Espessura de materiais inconsolidados	Grau de escavabilidade	Potencial a erosão linear	Potencial a movimentos de massa gravitacionais	Composição e estrutura	Afloramento e blocos rochosos	Nível de água subterrâneo
A	Baixa	Alta	Baixa	Média	Raso	Delgado	3	Baixo	Moderado	Heterogênea	Presente	Profundo
B	Média	Média	Baixa	Média	Raso	Delgado	3	Moderado	Baixo	Heterogênea	Presente	Variável
C	Média	Média	Baixa	Baixa	Intermediário a Raso	Delgado	3	Moderado	Baixo	Mista	Presente	Variável
D	Alta	Baixa	Média	Baixa	Intermediário	Intermediário	2	Alto	Baixo	Mista	Presente	Variável
E	Alta	Baixa	Média	Baixa	Raso	Espesso	1	Moderado	Baixo	Homogênea	Ausente	Raso/Alforante
F	Média	Média	Média	Média	Intermediário	Intermediário	2	Moderado	Moderado	Mista	Presente	Variável

∅ Sem evidências — Não aplicável

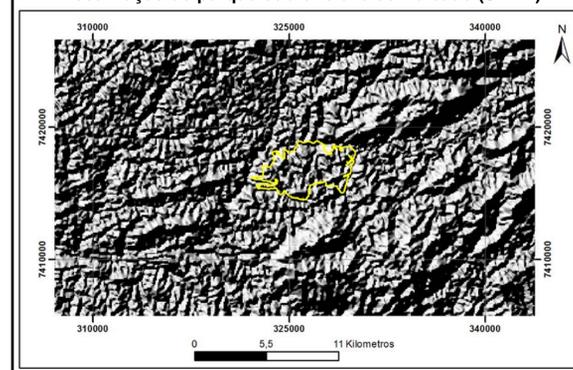


Articulação

3413	3414
3415	3416

Mapas base utilizados
 Folhas 1:10.000
 SF-23-Y-C-III-4-NO-D - 3414
 SF-23-Y-C-III-4-NO-E - 3415
 SF-23-Y-C-III-4-NO-C - 3413
 SF-23-Y-C-III-4-NO-F - 3416
 Fonte: EMPLASA - Ano: 1980/1981

Localização do parque sobre relevo sombreado (SRTM)





UNESP
 Universidade Estadual Paulista
 "Júlio de Mesquita Filho"
 Instituto de Geociências e Ciências Exatas



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Mapeamento geológico-geotécnico por meio de análise integrada no Parque Estadual do Juquery - Franco da Rocha - SP

APÊNDICE A: MAPA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

Escala numérica: 1:20.000

Equidistância das curvas de nível: 20 metros

Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Mediano Central: Fuso 23
 Referência horizontal: Córrego Alegre - MG
 Base Topográfica: EMPLASA, 1981 - Escala 1:10.000
 (Equidistância das curvas de nível: 5 metros)

Danilo Gonçalves de Araújo Amorim
 Orientador: José Eduardo Zaine
 Agosto/2015

Rio Claro, agosto/2015

APÊNDICE B – DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE CAMPO

Ponto	Coordenada X	Coordenada Y	Unidade	Descrição
1	327243	7418420	C	Rocha sub-aflorante composta por filitos alterados com foliação bem marcada na direção E-W, com baixo ângulo de mergulho na direção S; coloração marrom-amarelada, presença de veios de quartzo de 0,5m. Afloramento em talude de corte de estrada com feições erosivas nas laterais da estrada.
2	326322	7418614	D	Solo coluvionar de coloração vermelha, composto por matriz heterogênea, presença de níveis de seixos arredondados a angulosos. Afloramento em talude de corte de estrada com feições erosivas nas laterais da estrada.
3	326214	7418234	D	Solo coluvionar de coloração vermelha, composto por matriz heterogênea, presença de níveis de seixos arredondados a angulosos. Na base do afloramento é visualizado o contato com o filito alterado. Afloramento em talude de corte na área da antiga pista de pouso. Talude subvertical de aproximadamente 4 metros de altura
4	326079	7416621	C	Afloramento em corte de talude de estrada, localizado em topo de interflúvio, com sulcos concentrados nas laterais da estrada. O filito aflora, e sobreposto a ele, há uma camada de solo de cerca de 10 cm; a rocha possui foliação bem definida; há presença de veios de quartzo de pequena espessura (5cm).
5	326978	7418551	D	Solo coluvionar de coloração vermelha, composto por matriz heterogênea e níveis de seixos de quartzo. É possível observar o truncamento de níveis de seixos de quartzo arredondados a angulosos. Afloramento em corte de talude de estrada, com talude subvertical de cerca de 2 metros e feições erosivas nas laterais da estrada.
6	324265	7416933	C	Área degradada, com o desenvolvimento de boçoroca em direção N-S, perpendicular à foliação principal dos filitos (E-W). Notam-se feições de alteração de relevo em toda área degradada.
7	325335	7415618	C	Afloramento em corte de talude de estrada, no sopé do Morro Grande, com sulcos concentrados nas laterais da estrada. O afloramento é composto por filito cinza, com foliação bem definida, baixo grau de alteração, sobreposto por uma camada de solo incipiente (10 cm).
8	326631	7418336	D	Afloramento em talude de corte de estrada, em meia encosta, composto por solo coluvionar de coloração vermelha, composto por matriz heterogênea e uma camada/nível de seixos de quartzo. É possível observar que na intersecção da linha de seixos com o

				leito da estrada, há o desenvolvimento de um processo erosivo acelerado.	
9	326383	7416326	C	Afloramento em topo de interflúvio, com ravinhas com cerca de 70 cm de profundidade nas laterais da estrada. No afloramento o filito possui cerca 1,5m sobreposto a ele, há uma camada de solo de cerca de 10 cm; a rocha possui coloração cinzenta, foliação bem definida pelo bandamento composicional, com direção E-W, com médio ângulo de mergulho para sul.	
10	326286	7415604	C	F	Afloramento em corte de talude de estrada, no sopé do Morro Grande. O afloramento é composto por filito cinza, com foliação bem definida, de direção E-W, com alto ângulo de mergulho na direção S, alternado com camadas quartzosas de aproximadamente 30 cm de espessura. As rochas são sobrepostas a um depósito de tálus com cerca de 60 cm. Foi identificado o rolamento de blocos e sulcos nas laterais da estrada.
11	326284	7415567	F	Afloramento marcado pela intercalação de filitos (róseos a cinzentos), e quartzitos (esbranquiçados). Foram observados muitos fragmentos de rochas rolados, e um processo erosivo (ravina) paralelo à trilha de subida ao Morro Grande. Praticamente não há solo recobrendo as rochas (0 a 10 cm).	
12	326267	7415360	A	Afloramento em meia encosta, marcado pela intercalação de filitos (róseos a cinzentos), menos espessa (cerca de 30 a 60 cm), e quartzitos (esbranquiçados), mais espessos (60 cm a 2 m), ambas com foliação na direção E-W com mergulho subvertical. O perfil de solo é praticamente inexistente (0 a 10 cm), sendo observados fragmentos de rochas e rolamentos de blocos.	
13	326087	7415266	A	Afloramento em meia encosta, próximo ao topo do Morro Grande, composto por camadas métricas de quartzito róseo, com foliação de orientação E-W, com mergulho subvertical, intercalado a camadas delgadas de filito (10 a 30 cm). Foram observados fragmentos de rochas por toda área.	
14	325710	7415259	A	Afloramento no topo do Morro Grande, composto por camadas métricas de quartzito róseo, com foliação de orientação E-W, com mergulho subvertical, intercalado a camadas delgadas de filito (10 a 30 cm). O perfil de alteração do solo é incipiente, variando de 0 a 10 cm de profundidade. Foram observados fragmentos de rochas na superfície de toda a área.	
15	325501	7415263	A	Afloramento no topo do Morro Grande, composto por camadas métricas de quartzito róseo, com foliação de orientação E-W, com mergulho subvertical, intercalado a camadas delgadas de filito (10 a 30 cm). O perfil de alteração do solo é incipiente, variando de 0 a 10 cm de profundidade. Foram observados fragmentos de rochas na superfície de toda a área.	

16	325505	7415389	A	Afloramento no início da descida da trilha do Morro Grande, caracterizada pela ocorrência de muitos fragmentos de quartzito. Ao longo da trilha observou-se a inclinação de arvores, sugerindo a movimentação do solo.
17	325871	7415509	F	Afloramento em talude de corte de estrada que secciona o sopé do Morro, composto por solo de matriz heterogênea de coloração marrom-avermelhada. No perfil de alteração do solo é possível observar diversos blocos arredondados a angulosos, sustentado pela matriz heterogênea. Foram observados processos de rolamento de blocos.
18	326222	7415588	C F	Afloramento em corte de talude em estrada no sopé do Morro Grande. O afloramento é composto, na base, por filito cinza, com foliação bem definida, de direção E-W, com alto ângulo de mergulho na direção S; no topo, o filito é sobreposto por solo rico em blocos de rochas em meio a matriz heterogênea, característico do depósito de tálus. Foram observados processos de rolamento de blocos e de sulcos nas laterais da estrada.
19	325610	7415506	F	Afloramento em talude de corte de estrada que secciona o sopé do Morro, composto por solo de matriz heterogênea de coloração marrom-avermelhada. No perfil de alteração do solo é possível observar diversos blocos arredondados a angulosos, sustentado pela matriz heterogênea. Foram observados processos de rolamento de blocos.
20	328098	7416791	C	O afloramento é caracterizado pelo filito de coloração cinzenta, foliação bem definida pelo bandamento composicional, com direção NE-SW, com médio ângulo de mergulho para sul. O solo que sobrepõe as rochas é pouco desenvolvido, possuindo cerca de 10 cm de espessura. Foi observada a ocorrência de sulcos nas laterais da estrada.
21	328246	7416519	C	O afloramento é caracterizado pelo filito, possui coloração cinzenta, e foliação bem definida pelo bandamento composicional. O solo que sobrepõe as rochas é pouco desenvolvido, com cerca de 10 cm de espessura, e composto por matriz heterogênea e muitos seixos de quartzo ligeiramente angulosos. Foi observada a ocorrência de sulcos nas laterais da estrada.
22	328333	7416436	B	O afloramento é caracterizado pela ocorrência de filitos alterados com foliação principal definida pelo bandamento composicional, e com orientação na direção NE-SW, com alto ângulo de mergulho a SE. Foi observada uma série de veios de quartzo cortando as estruturas dos filitos, esses veios possuem de 5 a 60 cm de espessura. O solo que sobrepõe as rochas é pouco desenvolvido, com cerca de 10 cm de espessura e rico em seixos de quartzo.

				Foi observada a ocorrência de sulcos e ravinas nas laterais da estrada.
23	328860	7416595	B	<p>O afloramento é caracterizado pela ocorrência de filitos alterados com foliação principal definida pelo bandamento composicional, e com orientação na direção NE-SW, com mergulho alto ângulo de mergulho a SE. Foi observada uma série de veios de quartzo cortando as estruturas dos filitos, esses veios possuem de 5 a 60 cm de espessura.</p> <p>O solo que sobrepõe as rochas é pouco desenvolvido, com cerca de 10 cm de espessura e rico em seixos de quartzo.</p> <p>Foi observada a ocorrência de sulcos e ravinas nas laterais da estrada.</p>
24	328978	7417494	C	<p>O afloramento é caracterizado pelo filito de coloração cinzenta, com foliação bem definida pelo bandamento composicional, com direção NE-SW, com médio ângulo de mergulho na direção sul.</p> <p>Localmente são observadas: camadas arenosas mais espessas (cerca de 60 cm), intercaladas a camadas delgadas de filito; veios de quartzo concordante e discordantes a foliação principal; conjunto de falha.</p> <p>Nos arredores deste ponto são observados processos erosivos (ravinas) disseminados no leito da estrada.</p> <p>O solo que sobrepõe as rochas é pouco desenvolvido, possuindo de 0 a 10 cm de espessura.</p>
25	325661	7418643	E	<p>Neste ponto foi verificada a deposição de sedimentos e materiais de construção civil no leito do Rio Juqueri, também foi constatado o acúmulo de algas sobre as águas do rio e o mau cheiro, devido à deposição de esgoto.</p> <p>Em entrevista com um morador, que reside há mais de 40 anos no local, e também é funcionário do parque, foram registradas informações sobre as características naturais do rio nas décadas passadas.</p>