

4.1 MEIO FÍSICO

4.1.1 GEOLOGIA

4.1.1.1 SINOPSE GEOLÓGICA

A área estudada está inserida a oeste e no vale do rio Maria Comprida. A folha geológica que a abrange (Itaipava - SF.23-Z-B-I-4, DRM-1980) apresenta um relevo bastante acidentado e é atravessada de Sul para Norte pelo rio Piabanha. A maioria dos morros culmina entre 700 e 1.000 metros e o nível do rio fica entre 550 e 450 m. Mais ao sul, quase todos os morros atingem entre 1.000 e 1.500 metros e o talvegue mais profundo, que é o rio Preto fica entre 510 e 700 m. No vale do Piabanha, a temperatura média oscila entre 2°C no inverno e 40°C no verão, de acordo com a Figura 1.

O Distrito Central Serrano é constituído, essencialmente, por rochas intrusivas e metamórficas pré-cambrianas que afloram extensamente na maior parte da área, e cujos detritos acumulados dão origem a formações superficiais pouco extensas.

O predomínio absoluto é de rochas quartzo-feldspáticas foliadas, designadas como gnaisses e migmatitos, subdivididas atendendo a um critério mineralógico-textural e genético, em rochas granitóides e gnaisses (eventualmente migmatitos).

As primeiras são rochas de composição granítica a granodiorítica e conservam, pelo menos localmente, vestígios da textura granular hipidiomórfica que, junto com seu caráter nitidamente intrusivo, caracterizam a sua origem ígnea, ou, pelo menos, ultrametamórfica. Os gnaisses são essencialmente paragneisses. Sua textura é puramente metamórfica, devido ao metamorfismo regional e cataclástico, e elas apresentam intercalações estratóides de rocha metamórficas diferentes, como quartzitos e rochas calciossilicatadas. Embora estes estratos não possam ser mapeados em detalhe, eles conferem um caráter distintivo ao conjunto em que se integram. Quanto aos migmatitos, ocorrem em áreas de menores dimensões.

Figura 1- Levantamento Topográfico

Além dos gnaisses, dos migmatitos e das granitóides foliadas, ocorrem na área importantes corpos de granitos destituídos de foliação metamórfica, que podem ter foliação ígnea local. Em escala subordinada, ocorrem rochas de composição quartzodiorítica a quartzogábrica, que também incluem variedades não foliadas e foliadas.

As rochas ígneas não foliadas são os últimos vestígios de uma atividade geológica proterozóica. Os movimentos epirogênicos registrados desde então foram de pouca monta, apagando sucessivamente o registro dos anteriores, até o último episódio de soerguimento da serra do mar, responsável pelas feições fisiográficas atuais e pelas formações superficiais acumuladas.

As rochas do Distrito Central Serrano, também conhecidas como “Suíte” Intrusiva Serra dos Órgãos sofreram uma evolução crustal em ambiente geossinclinal, com a injeção de grande massa de rochas graníticas no estágio médio de desenvolvimento de um ciclo geossinclinal. A tal estágio corresponderia o principal período de dobramento, quando desenvolveu uma zona de soerguimento (central) bordejando a calha geossinclinal e já em um estágio tardio houve nova fase de intrusões graníticas.

As litologias da “Suíte” Intrusiva Serra dos Órgãos foram definidas na porção fluminense da serra do Mar, que recebe a denominação de serra dos Órgãos, compondo uma área compreendida entre os municípios de Petrópolis, a cidade de Bom Jardim e adjacências. Exibe relevo pronunciado e irregular, com até 2.000 metros de altitude, constituído por morros escarpados, com vertentes íngremes e vales profundos.

A fácies sintectônica desta “suíte” forma um corpo principal, contínuo e extenso, que atravessa a porção central do Estado do Rio de Janeiro, com 35 km de largura máxima e cujo eixo maior, com cerca de 100 km de extensão, orienta-se conforme SO-NE.

Os gnaisses facoidais desta fácies acham-se bem expostos nos domínios da cidade do Rio de Janeiro (serra da Carioca, morro da Carioca, morro do Sumaré, morro do Pão de Açúcar, Pedra da Gávea) e no município de Niterói (serra do Malheiro, serra da Tiririca, serra do Cala-Boca) bem como em corpos isolados como o da Ilha Grande, o de Magé, (Granito Suruí) e o de Rio Bonito. Expressam-se em áreas com formas irregulares, exibindo relevo bastante escarpado, compondo inúmeras serras junto à região litorânea do Estado do Rio de Janeiro.

Já a unidade pós-tectônica distribui-se sob a forma de corpos isolados, tanto da região serrana como na baixada fluminense, a saber: em Casimiro de Abreu, Sampaio Correa, Rio Bonito, Rio de Janeiro, Petrópolis, Teresópolis, Nova Friburgo, Mangaratiba e Parati.

Inúmeras rodovias, como a Rio-Belo Horizonte, a Rio-Bahia, e a Rio-Santos, seccionam a unidade permitindo fácil acesso aos afloramentos desta “suíte”.

4.1.1.2 ESTRATIGRAFIA

Foram caracterizadas na folha Itaipava 5 (cinco) entidades básicas de mapeamento (unidades) e uma entidade menor (agrupamento) congregando 2 (duas) unidades com elenco de características em comum.

4.1.1.2.1 ENTIDADE DE MAPEAMENTO

4.1.1.2.1.1 AGRUPAMENTO V (P&V)

Corresponde ao Agrupamento I da folha Petrópolis (Penha et alii, 1979). Em termos cartográficos, podemos dividi-los em 02 (dois) domínios distintos.

O primeiro, relativamente expressivo, é representado pela unidade Santo Aleixo que distribui-se irregularmente nas porções noroeste, sudeste e leste da folha.

O segundo domínio representado pela unidade Bingen ocupa grande parte do quadrante sudoeste da folha, apresentando continuidade para sul na folha Petrópolis.

A passagem entre os 2 (dois) domínios acima descritos é transicional, gradando de tipos migmáticos heterogêneos a tipos homogêneos através de uma zona de transição de limites indefinidos (Penha et alii, 1979). Na folha Itaipava esta passagem não ocorre, estando as unidades Bingen e Santo Aleixo separadas por grades massas do Batólito Serra dos Órgãos.

Entretanto porções restritas migmáticas heterogêneas da unidade Santo Aleixo podem ocorrer restritamente dentro do domínio da unidade Bingen, embora não sejam cartografáveis à escala.

4.1.1.2.1.1.1 UNIDADE SANTO ALEIXO (PCV s.a.)

Morfológicamente, a unidade Santo Aleixo a norte do Batólito Serra dos Órgãos apresenta um relevo moderadamente acidentado, caracterizado pela presença de morros alongados geralmente estruturados paralelamente à foliação NE. Estes morros tem a encosta SE bastante inclinada, geralmente formando paredões desnudos, onde pode-se observar nitidamente o traço da foliação, que mergulha invariavelmente para noroeste. A encosta NW desses morros mostra-se sempre mais suave acompanhando aproximadamente o mergulho da foliação. Grandes vales lineares, estruturados ao longo das falhas e/ou fraturas grosso modo segundo N-S e E-W, apresentam desníveis de até 400 metros. O padrão de drenagem desta unidade é bastante irregular refletindo pouco a foliação das rochas.

A sul do Batólito Serra dos Órgãos, a unidade Santo Aleixo apresenta um relevo extremamente acidentado, com a presença de vales profundamente sulcados, estruturados sobre extensas zonas de falhas, definindo uma malha de direções NE-SW e NW-SE.

No quadrante noroeste da folha, a unidade Santo Aleixo faz contato com a unidade Maria Comprida e com o Batólito Serra dos Órgãos, a sul, e com a unidade São Fidelis, a norte. Seu contato com a unidade Maria Comprida é transicional, sendo localmente deslocado por falha normal de direção NW-SE. Com o Batólito Serra dos Órgãos o contato é brusco, podendo ser definido ou indefinido, O contato norte com a unidade São Fidélis é transicional, essencialmente paralelo à foliação regional.

4.1.1.2.1.1.1.1 UNIDADE SANTO ALEIXO A NORTE DO BATÓLITO SERRA DOS ÓRGÃOS

Em geral exibem estrutura estromática onde se alternam leitos concordantes de biotita gnaisses mesocráticos de granulação fina a média, gnaisses leucocráticos graníticos a pegmatóides, gnaisses meso a melanocráticos ricos em biotita e hornblenda e mais restritamente gnaisses porfiroblásticos.

4.1.1.2.1.1.2. UNIDADE SANTO ALEIXO NOS EXTREMOS LESTE E SUDESTE DA FOLHA

Semelhantemente à unidade Santo Aleixo a norte do Batólito Serra dos Órgãos, são encontrados nos extremos leste e sudeste da folha Itaipava, migmatitos heterogêneos bem diferenciados, predominantemente estromáticos, representativos desta unidade.

4.1.1.2.1.1.2 UNIDADE BINGEN (P6V bg)

Esta unidade, definida durante a cartografia geológica da folha Petrópolis, ocorre principalmente nas partes centrais e ao sul da folha. Suas melhores exposições estão nos cortes e afloramentos ao longo da BR-040, na pedreira de Araras e na localidade de Retiro, próximo à cidade de Petrópolis.

4.1.1.2.1.2 UNIDADE SÃO FIDÉLIS (P6III sf)

A unidade São Fidélis ocorre no extremo noroeste da folha Itaipava, estendendo-se amplamente nas folhas adjacentes (Três Rios, Paraíba do Sul e Miguel Pereira).

Apresenta um relevo mais suave que as unidades precedentes onde predominam morros de formas arredondadas com vertentes abruptas. Sendo rara a presença de escarpas rochosas. Seu padrão de drenagem é mais regular e bem adaptado à foliação regional. Destaca-se em

algumas áreas um padrão retangular, ou em treliça, desenvolvido preferencialmente onde as rochas apresentam uma estrutura cataclástica mais proeminente.

4.1.1.2.1.3 UNIDADE MARIA COMPRIDA (P€mc)

Ocorre como uma faixa irregular de largura variada, bordejando a maior parte do limite norte do Batólito Serra dos Órgãos. Se estende desde o limite oeste da folha Itaipava até as proximidades do Vale do Cedro, onde se acunha. Daí para Posse, o Batólito Serra dos Órgãos faz contato direto com os migmatitos heterogêneos da unidade Santo Aleixo. Faz contato ao norte com a unidade Santo Aleixo, de forma transicional, segundo a direção NE-SW. Uma “ilha” isolada da unidade Maria Comprida, com aproximadamente 30 km², ocorre na porção central da folha Itaipava a sudeste da localidade de Pedro do Rio, onde se encontra totalmente circundada pelo batólito Serra dos Órgãos.

Apresenta um relevo caracteristicamente acidentado, semelhante ao do Batólito Serra dos Órgãos, sendo porém, em geral, um pouco mais suave, onde é menos frequente a presença de escarpas desnudas. Seu relevo destaca-se consideravelmente daquele na unidade Santo Aleixo, que lhe faz contato a norte, principalmente na parte oeste da folha. Parte da Serra das Araras, localmente denominada Serra da Maria Comprida, onde se situa o pico homônimo, é constituída por rochas dessa unidade.

4.1.1.2.1.4 OUTRAS LITOLOGIAS

As ocorrências aqui descritas são as que não foram mencionadas durante a descrição das unidades de mapeamento. São elas: pegmatitos, leucogranito, diabásio e aluviões.

4.1.1.2.1.4.1 PEGMATITOS

Os pegmatitos, na forma de veios centimétricos a métricos ocorrem em toda a área, contendo vários tipos de litologias. Constatou-se a presença de 2 gerações: uma anterior ao leucogranito aplítico e outra posterior. De um modo geral são pegmatitos homogêneos

compostos de feldspato e quartzo não ultrapassando os 40 cm de espessura. Ocasionalmente contém cristais de magnetita.

4.1.1.2.1.4.2 LEUCOGRANITO

No Vale do Bonsucesso aflora um leucogranito de granulação fina à média, (por vezes gnaissificado), praticamente sem minerais máficos. Microscopicamente tem uma textura granular-xenomórfica composta principalmente por quartzo e feldspato (microclina, k-feldspato e raros plagioclásios). Biotita e mais raramente hornblenda ocorrem em pequenas quantidades.

4.1.1.2.1.4.3 DIABÁSIO

Diques de diabásio de espessura variando de centímetros até 50 metros, com direção geral SW-NE, atravessam todas as unidades mapeadas. Localmente pode ser observado na forma de blocos arredondados e esfoliados no solo. Alguns destes blocos chegam a 1 m de diâmetro.

4.1.1.2.1.4.4 ALUVIÕES

Depósitos de várzea, de idade quaternária, são constituídos de areias feldspáticas selecionadas e/ou argilas sílticas orgânicas. Ocorrem principalmente na porção central da folha distribuídos ao longo do Vale do rio Piabanha. Depósitos menores, restringem-se a preenchimentos de vales estruturados sobre falhas e/ou fraturas, como ocorre nos rios do Fagundes, Maria Comprida, Bonito, da Cidade e das Araras.

Tratam-se de sedimentos inconsolidados, constituídos por camadas ou lentes alternadas de argila arenosa e areia argilosa, que formam as planícies de inundação dos rios e cuja espessura máxima observável nas barrancas destes rios não ultrapassa 6 metros.

Estes aluviões não são contínuos, aparecendo entre trechos não encachoeirados nos cursos.

4.1.1.3 ESTRUTURA REGIONAL

Ao longo de um extenso alinhamento, desde São Paulo ao Espírito Santo, passando por Mangaratiba, Rio de Janeiro, Magé, Nova Friburgo e Campos, no estado do Rio de Janeiro, ocorrem intrusivas graníticas homófonas ou pouco foliadas, consideradas pós-tectônicas, mas que realmente se mostram cataclasadas posteriormente à tectônica orogênica, sendo a cataclase possivelmente ligada ao soerguimento da Serra do Mar.

4.1.2 GEOMORFOLOGIA

4.1.2.1 GEOMORFOLOGIA REGIONAL

Geomorfologicamente, a região estudada, encontra-se no Domínio das Faixas de Dobramentos Remobilizados.

Este Domínio dispõe-se ao longo de todo o litoral do Estado do Rio de Janeiro, limitando com o Domínio do Escudo Exposto e com partes da Bacia e Coberturas Sedimentares do Paraná e dos Remanescentes de Cadeias Dobradas.

As Faixas de Dobramentos Remobilizados caracterizam-se pelas evidências de movimentos crustais, com marcas de falhas, deslocamentos de blocos e falhamentos transversos, impondo nítido controle estrutural sobre a morfologia atual. Este controle estrutural pode ser evidenciado pela observação das extensas linhas de falhas, com orientação estrutural dominante NE-SW, escarpas de grandes dimensões e relevos alinhados, coincidindo com os dobramentos originais e/ou falhamentos mais recentes, que por sua vez atuaram sobre as antigas falhas. Os processos morfoclimáticos que têm submetido todo o conjunto não obliteraram os traços das estruturas primárias.

O Domínio está representado na área mapeada pela Região Geomorfológica das Escarpas e Reversos da Serra do Mar.

A Serra dos Órgãos estende-se desde Itaguaí até São Fidélis e Campos de Goytacazes, apresentando-se, inicialmente, bem próxima à costa e interiorizando-se, posteriormente, a partir de Nova Iguaçu. Situa-se entre as Colinas e Maciços Costeiros, de um lado e os Alinhamentos de Cristas do Paraíba do Sul, de outro, com exceção do trecho correspondente ao município de Itaguaí, onde atinge o mar. Responde por um forte controle estrutural sobre a rede de drenagem, tanto no que diz respeito aos rios que descem da escarpa em direção às baixadas do litoral, quanto aos que se dirigem para o rio Paraíba do Sul, orientados que são pelas fraturas e falhas. Sua porção meridional é caracterizada por escarpas escalonadas, divididas em espigões que se precipitam em direção às baixadas e colinas. Nelas identificam-se picos e serras de grandes altitudes e de perfis alcantilados: Serra dos Garcias (Papucaia), do Sambé (Rio Bonito) e Estrela (Petrópolis/Magé), Pico do Dedo de Deus (Guapimirim) e Pedra do Sino (Teresópolis), por exemplo. A partir de Nova Friburgo, as escarpas esfacelam-se, isto é, perdem continuidade, transformando-se numa série de pontões e serras isoladas, como a de Rio Bonito, a de São Bernardo (Macaé) e a do Macabu (Trajano de Moraes), por exemplo. A porção voltada para o Vale do Paraíba do Sul, isto é, o reverso da Serra dos Órgãos, é caracterizado por diversos tipos de modelados, desde maciços graníticos e morros com acentuados desníveis altimétricos até morros em meias-laranjas e alvéolos intermontanos. Uma sequência de alinhamentos de cristas e serras paralelas mascara a divisão entre as escarpas e o reverso da serra em questão.

4.1.2.2 GEOMORFOLOGIA LOCAL

A área investigada situa-se numa importante província fisiográfica de expressão regional, o "Domínio Serrano", em que é identificado um notável acidente orográfico da região sudeste, a Serra dos Órgãos, localizada na porção meridional-leste da folha Itaipava.

Com menor significado regional, porém com caráter expressivo na área destacam-se, a Serra das Araras na porção centro-oeste da folha, a Serra do Taquaril como segmento anterior na porção nordeste e dela separada pelo vale do Rio Piabanha (que corta toda a folha na direção aproximadamente norte-sul), a serra do Cantagalo a leste, a Serra das

Combotas a noroeste e a Serra da Estrela do canto sudoeste e próximo a cidade de Petrópolis.

Esses domínios se caracterizam pelo relevo acentuado, escarpado, com cotas médias acima dos 1.000,00 onde se destacam picos bastante elevados, entre eles o Escalavrado (1.400m), o Dedo de Deus (1.675m), o Nariz do Frade (1.915m), a Agulha do Diabo (2.100m), o Açu, (2.230m), a Pedra do Sino (2.263m), todos situados na Serra dos Órgãos e Maria Comprida (1.926m) na Serra de Araras. A cota máxima encontrada na folha é correspondente a Pedra do Sino, ponto culminante da Serra dos Órgãos. A cota mínima em torno de 500m encontra-se na porção mais setentrional da folha, no Vale do Rio Fagundes.

O mais importante divisor de águas é a Serra dos Órgãos, de direção NE-SW, coroado ao norte e ao sul por vales consequentes, entre os quais se destacam os dos rios, Soberbo e Bananal na vertente marinha e do Piabanha, com uma série de tributários (Jacó, Bonfim, Itamarati) na vertente do Paraíba do Sul. Outros divisores de água de direção NE-SW estão presentes na porção setentrional da folha, como representados pelas Serras das Araras, Taquaril, e Cambotas separando sub-bacias de tributários do Paraíba do Sul. De um modo geral, verifica-se uma notável adaptação da rede de drenagem à estrutura, particularmente ao fraturamento de direção NE-SW observado por toda a região, com o desenvolvimento de padrões paralelos, subparalelos e subordinadamente dendríticos.

Predominam montanhas assimétricas com escarpas abruptas, de contornos sinuosos onde uma série de pontas em forma de "canino" ou "pães de açúcar" se orientam obliquamente à direção do escarpamento geral NE-SW. Linhas de fraturas principalmente NE-SW, atacadas por talwegues, geram cristas e vales retilíneos, de entalhes profundos ou decapitados pela erosão progressiva. Para a Serra dos Órgãos, trata-se na concepção de Birot (1959), de uma série de pontas orientadas obliquamente à direção geral do escarpamento e realçadas pela erosão diferencial. Os setores retilíneos correspondem a linhas de fratura exploradas por talwegues que mordem a massa erguida com perfeita nitidez tanto no setor Petrópolis como no de Teresópolis.

Ainda referente a Serra dos Órgãos, citando Kling (1956), a grande parte do seu relevo deve ser atribuída ao ciclo pós-gondwana que aí se formou um divisor cenozóico. Esse investigador, situou o alto da serra como modelado no terciário inferior (ciclo Sul-Americano), tendo os seus vales se desenvolvido no Terciário superior.

COMPLEXO IMOBILIÁRIO HOTELEIRO ESPORTIVO

Capítulo 4.1- Meio Físico

Para Birot (1959) trata-se de um imenso "gipfelflur", dominado por maciços residuais mais elevados, como a região do Dedo de Deus que ultrapassa os 1.000m. O destacamento dos núcleos mais resistentes pela erosão diferencial, leva muitas vezes, a individualização de "pães de açúcar" como na região de Petrópolis.

Segundo vários autores, Ruella (1944), Martone (1944), Lamego (1963), Asmus e Ferrari (1978), Penha *et alii* (1979) entre outros, a Serra dos Órgãos seria um escarpamento devido principalmente a uma falha (escarpa de linha de falha).

Na região de Secretário, observa-se como principais feições, o Vale do Rio Maria Comprida tendo ao sul a Serra das Araras, com paredões desnudos, lisos e escarpados, formados por litologias do Batólito Serra dos Órgãos e da Unidade Maria Comprida, refletindo a homogeneidade das mesmas, destaca-se o Pico da Maria Comprida. Mais ao norte ocorrem morros mais suaves, apresentando menos exposições rochosas, em geral como pequenas escarpas verticalizadas, bastante irregulares e intensamente fraturadas, formadas pelos migmatitos estromáticos heterogêneos da Unidade Santo Aleixo.

4.1.2.2.1 AVALIAÇÃO DA DINÂMICA DO RELEVO

As considerações aqui feitas têm como objetivo analisar e qualificar o relevo de acordo com a morfodinâmica atual, alertando-se para a importância desta dinâmica na interação dos diversos componentes ambientais. O conhecimento dos dados referentes a vulnerabilidade do relevo, possibilita o esclarecimento do papel desempenhado pelos processos de modelagem em relação ao desenvolvimento da área. Na região estudada, foi individualizada a classe morfodinâmica dos modelados desnudacionais de interflúvios e vertentes.

A categoria de dissecação do relevo pode ser considerada como alta, comportando relevos de dissecação diferencial, orientados conforme a estrutura, constituindo cristas assimétricas, com escarpas muito íngremes que coalescem com rampas de colúvio e colinas convexas sustentadas por gnaisses e quartzitos.

O desequilíbrio morfodinâmico resulta da intensa utilização de encostas com declividades bem acentuadas ocupadas com pastagens. Contribui para esta instabilidade a presença de

cobertura coluvial espessa, de texturas argilosas ou areno-argilosas provenientes da alteração das rochas. Esta massa de materiais facilmente mobilizáveis favorece a atuação dos processos morfogenéticos, produzindo deslocamentos de camadas e quedas de blocos, principalmente nas encostas, onde a desagregação mecânica é estimulada pelo arranjo e pela orientação litológica.

A forte erosão linear, aprofundando os vales estruturais, funciona como um fator importante da aceleração da instabilidade do relevo. A alteração dos leitos fluviais, devido ao aumento da carga sedimentar, afeta o escoamento e conseqüentemente, desequilibra o desempenho hidrodinâmico, com graves repercussões sobre o relevo, principalmente durante o período das cheias.

4.1.3 PEDOLOGIA

As classes de solos encontrados na área, constituintes de unidades distintas, terão aqui, suas principais características físicas, morfológicas e mineralógicas apreciadas.

De acordo com os critérios usados para estabelecimento e subdivisão das classes de solos, aplicados pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS), podemos reconhecer os seguintes horizontes na área de pesquisa:

- **Horizonte Câmbico:** Horizonte subsuperficial, caracterizado por um baixo grau de desenvolvimento evidenciado pela presença de minerais primários e de fácil decomposição ainda presentes, como feldspatos e micas, são, em geral, álicos e apresentam pouca diferenciação do horizonte A para o B. Nas áreas de floresta Ombrófila Densa são recobertos por uma camada de restos vegetais.
- **Horizonte B Latossólico:** Horizonte mineral subsuperficial, que apresenta um estágio avançado de intemperismo, caracterizado pela quase total ausência de minerais facilmente intemperizáveis, pela concentração de argilas tipo 1:1 e minerais primários resistentes ao intemperismo.

A classificação dos solos da área pesquisada, segundo o Projeto RADAMBRASIL, abrange solos diversos, distintos entre si, basicamente, pelo relevo onde se desenvolvem, assim:

- **Relevo forte e ondulado:** Encontra-se nas partes mais elevadas (encostas), temos aí, a seguinte associação:
 - Cambissolos, não hidromórficos, textura argilosa, álicos, com pouca diferenciação do horizonte A para o B;
 - Latossolo Vermelho-Amarelo Câmbico, textura argilosa, álicos e com horizonte A moderado.
 - Solos litólicos.
- **Relevo plano:** Encontra-se nas partes mais baixas, como os fundos de vale e as baixadas; apresenta o seguinte solo:
 - Latossolo Vermelho-Amarelo, não hidromórfico, profundo, textura argilosa, álico, apresenta horizonte B latossólico.

4.1.3.1 CAMBISSOLOS

Possuem textura média ou argilosa, com ocorrência de textura muito argilosa, são bem a moderadamente drenados e rasos a profundos. São álicos na grande maioria, com saturação de alumínio maior que 50%, seguidos pelos distróficos.

Ocorrem nas regiões serranas em relevo montanhoso e escarpado, com floresta Ombrófila Densa e nos planaltos com relevos menos acidentados.

O perfil típico deste solo foi classificado pela EMBRAPA, possuindo as seguintes características:

- Classificação: Cambissolo húmico, álico, textura média, fase rochosa, relevo montanhoso.
- Situação e declividade: Perfil situado na encosta, no terço inferior da elevação, com cerca de 65% de declividade.

- Altitude: 950,0 m.
- Litologia e formação geológica: Gnaiss granitos.
- Material originário: Cobertura relacionada com produtos de meteorização das rochas supracitadas.
- Relevo regional: Forte ondulado.
- Erosão: Laminar ligeira.
- Drenagem: Bem drenado.
- Vegetação primária: Floresta Ombrófila Densa.
- Uso atual: Capoeiras.

4.1.3.2 LATOSSOLOS

Os Latossolos compreendem solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico. Variam de coloração do vermelho ao amarelo e gamas intermediárias.

O perfil típico deste solo na área pesquisada foi determinado em uma amostra coletada e analisada pela EMBRAPA, que possui as seguintes características:

- Situação e declividade: Perfil situado na encosta, no terço inferior da elevação, com cerca de 45% de declividade.
- Altitude: 870,0 m.
- Litologia e formação geológica: Gnaiss granitos.
- Material originário: Cobertura relacionada com produtos de meteorização das rochas supracitadas e cobertura pouco distinta de retrabalhamento coluvial.
- Relevo regional: Forte ondulado.

- Erosão: Laminar ligeira.
- Drenagem: Bem drenado.
- Vegetação primária: Floresta Ombrófila Densa.
- Uso atual: Mata rala de regeneração secundária.

4.1.4 GEOLOGIA LOCAL

Considerando-se área de estudo como a localização de seis fazendas (Aroeira, Água Santa, São Carlos, São José, Maquiné e Secretário), conforme demonstrado no Mapa de Localização (Fig 1).

Na área de estudo ocorrem três unidades litológicas, descritas e identificadas através de pesquisa bibliográfica conjuntamente com os trabalhos realizados em campo. As unidades estão discriminadas abaixo-

Unidade Santo Aleixo (PCVsa) é constituída por rochas metamórficas denominadas de gnaisses graníticos migmatizados e migmatitos. Estes litotipos apresentam estrutura bandada, foliações, granulação fina a média e coloração variando de cinza escura a cinza claro em função da concentração de minerais máficos e félsicos. Representam a maior parte dos afloramentos das áreas de estudo. Localmente podem ocorrer corpos porfiríticos com textura grossa e foliação marcada por minerais centimétricos de composição feldspática.

- 1) **Batólito Serra dos Órgãos** (PCgrgn) é constituído por rochas metamórficas de composição granito gnáissica, coloração cinza escura, granulação grossa e foliação incipiente. Representa pequena ocorrência na porção sudeste da área de estudo.
- 2) **Depósitos de Várzea** (Qhf) são constituídos por intercalações de materiais não consolidados nas frações areia, silte e argila orgânica e ocorrem de maneira restrita preenchendo as calhas dos vales com menores declividades.

Com relação à geologia estrutural da área esta está representada por falhas, fraturas, zonas de cisalhamento e foliações gnáissicas que apresentam suas direções estruturais NE-SW e

seus mergulhos ocorrem predominantemente no sentido NW associados ao *trend* regional. No geral, as rochas aflorantes nas seis fazendas apresentam-se pouco fraturadas. As poucas fraturas observadas são descontínuas e fechadas, geradas por alívio de pressão durante a ascensão do batólito. Essa característica explica as várias nascentes temporárias observadas em todas as áreas. Esse fato é um agravante na questão dos deslizamentos das encostas, pois após exceder a capacidade máxima de armazenamento do aquífero primário (camada de solo), o qual é diretamente proporcional à espessura do solo, reduz tanto o nível de coesão entre as partículas do solo quanto o atrito com a superfície da rocha, favorecendo a ocorrência de deslizamentos.

A partir da identificação das unidades litológicas e as estruturas nela ocorrentes, pode-se concluir que a região de estudo possui uma geomorfologia montanhosa, moderadamente acidentada, composta por cristas, eventualmente escarpadas, com vales profundos e estreitos alinhados aos padrões estruturais. As encostas com direção NW possuem declividades mais suaves e faces geralmente planas. As encostas de maior declividade possuem formas convexas e apresentam direção SE.

A área de estudo apresenta altitudes médias acima dos 750 metros, onde as variações estão entre 500 e 950 metros. A menor altitude está localizada ao longo do vale do rio Maria Comprida situada na porção que compreende o limite norte da Fazenda Secretário e a altitude máxima encontra-se na porção sudoeste da Fazenda Aroeira.

Os solos que ocorrem na área de estudo estão diretamente relacionados ao tipo de rocha, processos de intemperismo, declividade, transporte e deposição destes materiais.

É recorrente em algumas regiões da área estudada a ocorrência de voçorocas em diferentes estágios de evolução. Em geral, mostram similaridade nas direções preferenciais e diferenças entre suas dimensões e feições morfológicas. Mapa Geológico Local (**ANEXO 15**).

4.1.4.1 INTERPRETAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

4.1.4.1.1 FAZENDA AROEIRA

Na área denominada Fazenda Aroeira ocorrem as unidades geológicas Santo Aleixo (PEVsa) e Depósitos de Várzea (Qhf). Mapa Geológico Local (**ANEXO15**).

A unidade Santo Aleixo é constituída por gnaisses e migmatitos, com alternância de bandas claras e escuras, contínuos e de espessuras variáveis (Figura 02). A textura destas rochas varia de média a fina. Os depósitos de Várzea (Qhf) são constituídos por materiais inconsolidados na fração areia, silte e argila orgânica.

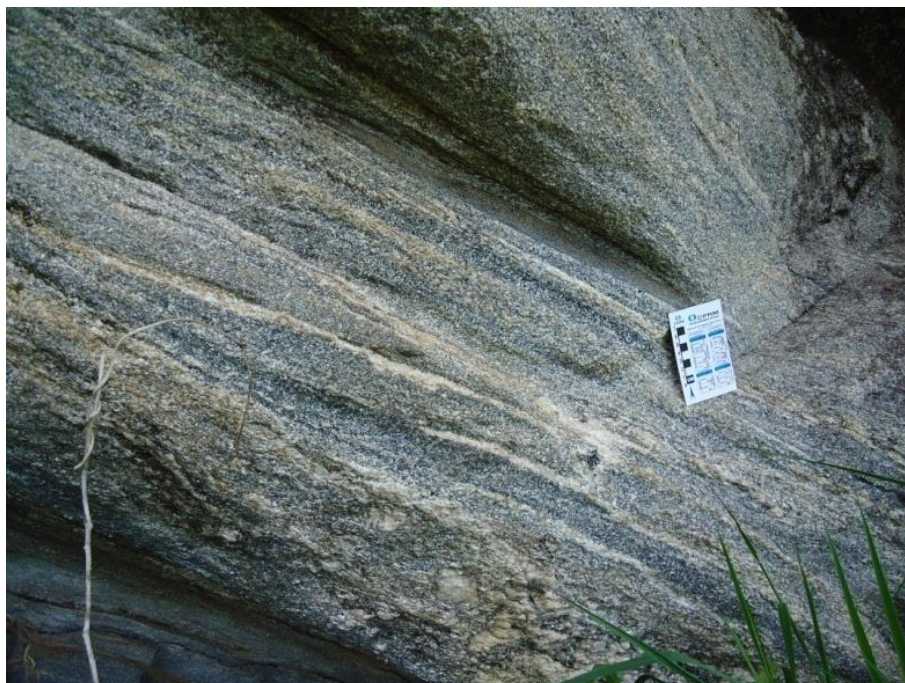


Figura 02. Estrutura típica da Unidade geológica Santo Aleixo.

4.1.4.1.1.1 GEOMORFOLOGIA

A fazenda Aroeira apresenta um conjunto de três vales escalonados, evidenciados pela formação de patamares com diferentes altitudes entre suas bases. Partindo do limite leste da área em direção ao limite oeste podemos observar o aumento progressivo destas altitudes. Estes patamares estão separados por cristas retilíneas, parcialmente aplainadas no topo e com extremidades côncavas orientadas para norte (Fig. 3).



Figura 03 -Visão de sul para norte mostraaspecto geral da Fazenda Aroeira.

4.1.4.1.1.2 VOÇOROCAS

A maior concentração de voçorocas foi identificada na porção centro leste da área e apresentam um padrão de direção NE. Com o mapeamento foi possível identificar que a

rocha gnáissica bandada responde de maneira diferenciada aos agentes de alteração. Os minerais máficos são menos resistentes ao processo e o resultado desta alteração forma sulcos mais profundos nas bandas onde há maior concentração destes minerais. Em função desta alteração gera-se uma via, no contato solo/rocha alterada, facilitadora para a percolação de água e a partir daí desenvolver os processos erosivos que formam estas voçorocas (Figuras 04 e 05). Fica claro que este processo é consequência de um somatório de fatores, mas neste caso a condição do substrato rochoso tem papel relevante e pode estabelecer um padrão destes processos erosivos. Mapa Geológico Local (**ANEXO 15**).



Figura 04- Processo inicial a montante da voçoroca relacionado com a percolação de água no contato solo/rocha alterada.



Figura 05 -Setas indicam o estreito canal a montante da voçoroca por onde avançará o processo erosivo.

4.1.4.1.2 FAZENDA ÁGUA SANTA

4.1.4.1.2.1 GEOLOGIA

Na área denominada Fazenda Água Santa ocorrem às unidades geológicas Santo Aleixo (PEVsa) e Depósitos de Várzea (Qhf). Mapa Geológico Local (**ANEXO 15**).

A unidade Santo Aleixo é constituída por gnaisses e migmatitos com bandamento marcante, com alternância de bandas claras e escuras, contínuos e de espessuras variáveis, podendo atingir dimensões centimétricas nos níveis biotíticos ou anfibolíticos, subordinados aos leitos claros constituídos de quartzo e/ou feldspato, mais espessos. A textura varia de média a fina. Os depósitos de Várzea (Qhf) que são constituídos por materiais inconsolidados na fração areia, silte e argila orgânica. Área em continuidade física com a Fazenda Aroeira na porção leste.

COMPLEXO IMOBILIÁRIO HOTELEIRO ESPORTIVO

Capítulo 4.1- Meio Físico

4.1.4.1.2.2 GEOMORFOLOGIA

A fazenda Água Santa é caracterizada por apresentar cristas aplainadas com encostas convexas e declividades moderadas no extremo norte da área. Na porção central ocorre uma depressão com forte declividade e direção noroeste (Figura 06). No extremo sul da área as altitudes ficam maiores configurando uma crista parcialmente escarpada. Um único e curto vale ocorre na área acompanhando a forte declividade na direção noroeste.



Figura 06 -Vista no sentido SE-NW mostrando a estrutura do vale central da área.

4.1.4.1.2.3 VOÇOROCA

Encontra-se, na porção oeste desta área, parte da estrutura erosiva de uma voçoroca. Apresenta direção da abertura N/NE, onde a exposição de solo em corte permite diferenciar o contraste entre dois níveis sotopostos. O superior é composto por latossolo amarelado, síltico arenoso, sem fragmentos de rocha, característico da condição de alto topográfico. O

inferior é formado por latossolo avermelhado, siltico argiloso, com preservação das estruturas originais da rocha, característico da condição de meia encosta. Pode-se notar que direção do processo erosivo nesta voçoroca é coincidente com as direções apontadas para este tipo de estrutura na Fazenda Aroeira. Mapa Geológico local (**ANEXO 15**).

4.1.4.1.3 FAZENDA SÃO CARLOS

4.1.4.1.3.1 GEOLOGIA

Na área denominada Fazenda São Carlos ocorrem às unidades geológicas Santo Aleixo (PCVsa) e Depósitos de Várzea (Qhf). Mapa Geológico Local (**ANEXO 15**). A unidade Santo Aleixo é constituída por gnaisses e migmatitos com bandamento marcante, com alternância de bandas claras e escuras, contínuos e de espessuras variáveis (Fig. 7).

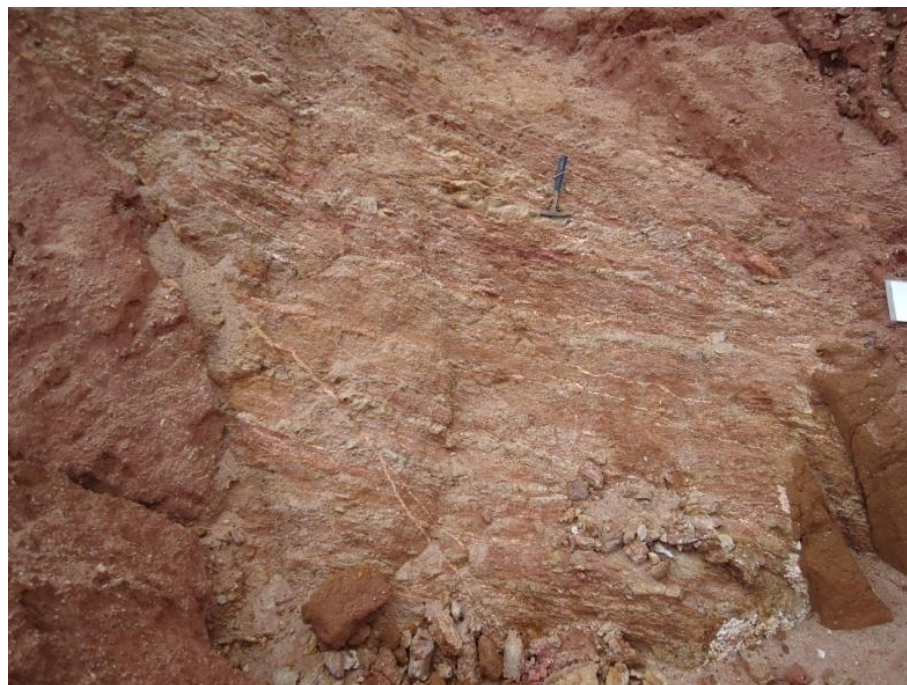


Figura 07 -Zona de cisalhamento composta por rocha gnáissica muito alterada, coloração avermelhada, friável e mergulho

COMPLEXO IMOBILIÁRIO HOTELEIRO ESPORTIVO



Figura 08- Gnaiss porfiroblástico, textura grossa evidenciada por lineações de minerais centimétricos e composição feldspática.

4.1.4.1.4 FAZENDA SÃO JOSÉ

4.1.4.1.4.1 GEOLOGIA

Nesta área foram identificadas a unidade Santo Aleixo (PEVsa) e Depósitos de Várzea (Qhf). A unidade Santo Aleixo é constituída por gnaisses e migmatitos com bandamento marcante, com alternância de bandas claras e escuras, contínuos e de espessuras.

4.1.4.1.4.2 VOÇOROCA

A ocorrência de voçorocas predomina na porção noroeste da área com direção da abertura N/NE com aproximadamente 80 metros de largura por 180 metros de comprimento e 10 metros de profundidade. A grande exposição de solo em corte permite diferenciar nitidamente o contraste entre dois níveis opostos (Figura 08). Pode-se notar que a direção do processo erosivo nesta voçoroca é coincidente com as direções apontadas para este tipo de estrutura nas fazendas Aroeira e Água Santa. Mapa Geológico local (**ANEXO 15**).



Figura 08 - Visão leste/oeste da ocorrência de voçoroca.

4.1.4.1.5 FAZENDA MAQUINÉ

4.1.4.1.5.1 GEOLOGIA

Nesta área podem ser identificadas as unidades Santo Aleixo (PCVsa) e Depósitos de Várzea (Qhf). A unidade Santo Aleixo é constituída por gnaisses e migmatitos com bandamento marcante, com alternância de bandas claras e escuras, contínuos e de espessuras variáveis (Fig 09).



Figura 9- Provável zona de cisalhamento composta por gnaiss alterado (coloração amarela esbranquiçada).

4.1.4.1.5.2 GEOMORFOLOGIA

A fazenda Maquiné apresenta uma longa depressão que corta toda a extensão da área com direção aproximada NW/SE. As encostas localizadas à esquerda desta estrutura apresentam declividade forte a moderada e vales curtos e rasos. Na porção NE da área ocorrem paredões lisos e escarpados com forte declividade (Figura 10).



Figura 10 - Visão S-N mostrando o vale que corta toda a área com as feições escarpadas da porção NE ao fundo.

4.1.4.1.6 FAZENDA SECRETÁRIO

4.1.4.1.6.1 GEOLOGIA

Nesta área podem ser identificadas as unidades, Santo Aleixo (PCVsa), Batólito Serra dos Órgãos (PCgrn) e a unidade Depósitos de Várzea (Qhf).

4.1.4.1.6.2 GEOMORFOLOGIA

A fazenda Secretário apresenta nas proximidades da porção central um largo vale com direção NE/SW que corta toda sua extensão. É configurado por uma faixa de forma retangular e retilínea de fraca declividade. As encostas localizadas tanto à esquerda quanto à direita desta estrutura apresentam declividades moderadas e vales curtos e rasos. Na porção centro-sul da área, ocorrem paredões lisos e escarpados com forte declividade. Ocorre também na porção oeste uma crista dissecada com encostas elevadas, planas e abruptas com sentido NW.

4.1.5 RECOMENDAÇÕES

Os dados levantados durante a campanha de campo possibilitaram o zoneamento de diferentes tipos de corpos rochosos e suas principais estruturas, solos, declividade e geomorfologia nas seis áreas estudadas. A ocorrência de voçorocas em diferentes estágios evolutivos, principalmente na Fazenda Aroeira e de maneira mais pontual nas Fazendas Água Santa, São José e Maquiné, inspiram cuidados relativos à construção de vias de acesso e prédios, pois, são áreas potencialmente instáveis.

É recomendável o refinamento dos estudos geológicos com sondagens mistas e a revisão dos projetos estruturais das obras a serem implementadas nestes locais.

4.1.6 LEVANTAMENTO GEOFÍSICO

O levantamento geofísico objetivou, através de levantamento em campo, a aquisição de dados que auxiliassem na detecção de anomalias ou assinaturas geofísicas

correlacionáveis a zonas de falhas/fraturas geológicas no corpo de rocha são, assim como quanto a estimar a espessura do intervalo solo/rocha alterada nas seis fazendas pesquisadas.

4.1.6.1 TRABALHOS EXECUTADOS

Os levantamentos de eletrorresistividade com arranjo dipolo-dipolo foram efetuados em três áreas, Fazenda Secretário, Fazenda Maquiné e afluente do rio da Maria Comprida, próximo ao centro da cidade de Secretário. O perfil de caminhamento elétrico na Fazenda Secretário teve o objetivo de confirmar uma fratura geológica encaixada no rio da Maria Comprida, mapeada pelo levantamento geológico. O segundo perfil de caminhamento elétrico dipolo-dipolo foi executado em um afluente do rio da Maria Comprida, localizado próximo ao centro do distrito de Secretário. O objetivo desse perfil foi verificar a existência de uma provável fratura geológica encaixada nesse afluente e, em caso positivo, projetar essa fratura para dentro da área da Fazenda Maquiné. Após confirmar a existência da fratura nesse afluente e projetá-la para dentro da Fazenda Maquiné, foi executado um caminhamento elétrico dipolo-dipolo nessa fazenda para confirmação da suspeita da continuidade desta fratura.

4.1.6.1.1 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1.6.1.1.1 INTERPRETAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

4.1.6.1.1.1.1 FAZENDA AROEIRA

Falhas/fraturas regionais embora constem nos levantamentos bibliográficos não foram observadas durante a campanha de campo nesta fazenda, pois configuram estruturas inferidas em mapeamentos com escaladas de trabalho pequenas, por isso, não foram realizados trabalhos com caminhamento elétrico. Para estimar a espessura do solo local,

foram executadas nove sondagens elétricas verticais (SEVs), distribuídas em função de fatores de distribuição estatística e fatores de variação do solo local. A localização das SEVs pode ser vista no Mapa SEVs e Caminhamentos Elétricos (**ANEXO 16**).

4.1.6.1.1.1.2 FAZENDA ÁGUA SANTA

Nesta fazenda foram realizadas quatro SEVs. Os locais e a quantidade das SEVs é função direta dos indicativos da variação do solo local. Mapa SEVs e Caminhamentos Elétricos (**ANEXO 16**).

Assim como na Fazenda Aroeira, a área da Fazenda Água Santa apresenta três modelos de camadas geoeletricas que podem ser associadas a geologia local. A primeira camada corresponde a um solo siltico argiloso (tramo resistivo); a segunda camada possui um segmento (tramo) resistivo-condutivo, representando a passagem de solo para rocha alterada, e por vezes com intervalos constituídos de blocos isolados de rocha sã. A terceira camada corresponde ao intervalo de rocha compacta (tramo resistivo).

4.1.6.1.1.1.3 FAZENDA SÃO CARLOS

Em função da pouca variação do solo local, foi executada apenas uma sondagem elétrica vertical (SEV) na área da Fazenda São Carlos. Mapa SEVs e Caminhamentos Elétricos (**ANEXO 16**).

4.1.6.1.1.1.4 FAZENDA SÃO JOSÉ

Assim como na Fazenda São Carlos, foi executada uma SEV na Fazenda São José. Mapa SEVs e Caminhamentos Elétricos (**ANEXO 16**). O local da SEV foi escolhido em função da área ser representativa dos solos observados em campo.

4.1.6.1.1.1.5 FAZENDA SECRETÁRIO

Na Fazenda Secretário foram executados cinco sondagens elétricas verticais (SEVs) e um perfil de caminamento elétrico dipolo-dipolo. Enquanto o objetivo das SEVs foi o de estimar a espessura do intervalo de solo/rocha alterada, o do caminamento elétrico foi o de confirmar uma fratura geológica mapeada durante os trabalhos de mapeamento geológico regional e local, de direção norte-sul. A localização das SEVs e dos perfis de caminamento elétrico podem ser visualizados no Mapa SEVs e Caminhamentos Elétricos (**ANEXO 16**).

A partir das interpretações das SEVs (modelamento matemático), principalmente as—que estão localizadas tanto dentro da zona de fratura quanto da zona de inundação do Rio Maria Comprida, verifica-se a intercalação de camadas de sedimentos de planície de inundação (areias, siltes e argilas), inter-digidadas com camadas de sedimentos de canal (cascalhos, areias) depositadas ao longo do tempo geológico. Em termos geotécnicos, recomenda-se maior detalhamento da geofísica em caso de construção de obras civis de médio ou grande porte nas áreas de planície de inundação do rio Maria Comprida.

4.1.6.1.1.1.6 FAZENDA MAQUINÉ

Através de análise do mapa geológico local e em conjunto com reconhecimento de campo, foi identificada uma provável zona de fratura encaixada em um afluente localizado na margem direita do rio Maria Comprida com indicação de seu prosseguimento para dentro da área da Fazenda Maquiné. Mapa Geológico Local (**ANEXO 15**).

4.1.6.2 RECOMENDAÇÕES

Os dados dos perfis de caminamento elétrico confirmaram a ocorrência de fraturas geológicas dentro das áreas das fazendas Maquiné e Secretário. Na Fazenda Aroeira a falha/fratura representada com base na pesquisa bibliográfica tem caráter inferido e não apresentou em campo características para sua comprovação. Nas fazendas São Carlos, São José e Maquiné ficou caracterizada em campo a ocorrência de provável zona de

cisalhamento compressional de orientação NE, representada como inferida a partir da ocorrência de duas zonas de cisalhamento isoladas e alinhadas, ver mapa Geológico Local (**ANEXO 15**). As estruturas geológicas confirmadas ou inferidas nas áreas de estudo representam locais com possibilidade de risco geológico e devem ser levadas em consideração quando da construção de edificações com médio a grande porte.

Quanto aos dados das sondagens elétricas verticais (SEVs), os resultados aqui apresentados permitem concluir que o objetivo proposto foi alcançado, qual seja o de determinar a profundidade do topo da rocha e espessura de solo em vários pontos da área, as quais deram subsídios tanto para o mapeamento de solos quanto para os trabalhos de identificação das áreas de riscos.

Deve ser levado em conta que tanto variações laterais de resistividade, relevo “acidentado” da área quanto a falta de sondagens para a parametrização dos dados, contribuíram para o aumento do erro nas interpretações da SEVs.

Recomendamos, portanto, pesquisas geofísicas detalhadas, através de SEVs e caminhamento elétrico de detalhe, com sistema de malhas, para o caso de edificações nas áreas citadas.

4.1.7 MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO GEOLÓGICO

Em muitos municípios do país tem sido frequente a ocorrência de movimentos de massa capazes de causar prejuízos de alto custo, mortes e pânico às populações.

Tal problemática, comum em ambientes montanhosos do meio tropical úmido, está diretamente associada ao processo geológico de evolução natural das encostas, que ocorre tanto em áreas de mata virgem quanto, e principalmente, em áreas urbanas degradadas. Buscando apresentar informações técnicas capazes de auxiliar na tomada de decisão quanto a implantação de edificações e espaços de convivência, foram analisados os dados geológicos de âmbito regional, aliado às informações coletadas em expedições de campo, conjuntamente com as informações proveniente das sondagens elétricas verticais (SEVs).

Além destes dados, informações topográficas e geomorfológicas foram levadas em consideração (IPT, 2007).

4.1.7.1 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

São apresentadas as atividades de análise e setorização de risco de processos de instabilização de encostas realizadas na área do futuro complexo imobiliário hoteleiro e esportivo no município de Petrópolis, distrito de Secretário, região serrana do Rio de Janeiro.

4.1.7.2 IDENTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS SUPERFICIAIS OCORRENTES

Esta atividade objetivou identificar a tipologia dos processos geodinâmicos passíveis de ocorrer na área de estudo e capazes de causar acidentes. A identificação desses processos foi realizada principalmente durante as expedições de campo e nas características geomorfológicas e geológicas do meio físico.

4.1.7.3 METODOLOGIA DE MAPEAMENTO DE RISCO GEOLÓGICO

Por se tratar de área montanhosa, Mapa de Elevação (ANEXO 13), sujeitas a eventos de instabilização de encostas considerados de natureza predominantemente natural, o enfoque norteador deste estudo é o de desastre natural. No entanto, a ação do homem está marcadamente presente, induzindo a ocorrência de processos superficiais de instabilização, principalmente por intervenções por desmatamento, criação de bovinos e cortes e aterros, que alteram as condições de estabilidade natural das encostas.

Os eventos de risco aqui tratados resumem-se a processos naturais, de movimentos de massa mobilizando solo e rocha, em encostas e ao longo de cursos d'água naturais,

capazes de danificar ou causar desastres potenciais em áreas localizadas nas proximidades, dado o processo fenomenológico de ocorrência desses eventos que possui tanto uma mecânica de evolução natural, deflagrada por chuvas intensas, em períodos bem estabelecidos, associado à presença dos fatores antrópicos decorrentes da ausência de um gerenciamento adequado da paisagem, que tendem a modificar desfavoravelmente a suscetibilidade natural dos terrenos aos processos de instabilização de encostas.

Foram considerados, para a análise de risco, os seguintes condicionantes naturais: solo, geologia, declividade, fraturas e hidrografia. Cada condicionante foi dividido em classes de suscetibilidade, de acordo com sua estrutura e vulnerabilidade ao movimento de massa. As classes receberam valores de 1 (um) até 4 (quatro), dependendo da intensidade do risco. A lógica adotada foi de que quanto menor o valor da classe, menor será o risco. Os Quadros de 1 a 5 apresentam os condicionantes e a sua divisão de acordo com as classes de suscetibilidade.

Quadro 1- Declividade e suas classes de suscetibilidade.

Declividade	Classes	Valor
3-8%	Muito Baixo	1
8-20%	Baixo	2
20-45%	Médio	3
45-75%	Alto	4
>75%	Muito Alto	5

Quadro 2- Distância dos cursos d'água e suas classes de suscetibilidade.

Distância - curso d'água (m)	Classes	Valor
>100	Baixo	1
0-100	Muito Alto	4

Quadro 3- Distância das fraturas e suas classes de suscetibilidade.

Distância – Fratura (m)	Classes	Valor
>400	Baixo	1
200-400	Médio	2
100-200	Alto	3
0-100	Muito Alto	4

Quadro 4- Tipos de Solos e suas classes de suscetibilidade.

Tipo de Solo (m)	Classes	Valor
-------------------------	----------------	--------------

Depósitos de Várzea	Baixo	1
Latossolo Amarelo	Baixo	1
Rochoso	Médio	2
Latossolo Vermelho + Matacões	Alto	3
Latossolo Vermelho	Muito Alto	4

Quadro 5- Tipos de rochas e suas classes de suscetibilidade.

Geologia	Classes	Valor
Depósitos de Várzea	Baixo	1
Unidade Santo Aleixo	Médio	2
Batólito Serra dos Órgãos	Alto	3

A identificação das áreas de risco foi feita segundo Oliveira *et al.* (2006) no qual, por meio da aplicação de um algoritmo do tipo média ponderada (Equação (1)). O algoritmo foi aplicado a uma estrutura matricial raster, sendo que cada célula (pixel) correspondeu a uma unidade territorial com um índice de risco (IR). O tamanho do pixel utilizado foi de 10. O mapa digital de suscetibilidade a movimentos de massa foi gerado de acordo com as classes apresentadas no **Quadro 6**.

Quadro 6–Índices de risco e suas suscetibilidades.

Índice de Risco (IR)	Classes	Valor
1,0 – 1,6	Baixo	1
1,6 – 2,2	Médio	2
2,2 – 2,8	Alto	3
2,8 – 4,0	Muito Alto	4

4.1.7.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando que o comportamento dos terrenos frente à erosão resulta das características intrínsecas dos elementos do meio físico, onde a deflagração dos processos é determinada pelo tipo de uso do solo, pode-se dizer que uma área de baixa ou média suscetibilidade à erosão pode vir a desenvolver processos erosivos de grande magnitude se o uso nela estabelecido tiver uma alta capacidade de indução à erosão, tornando-a, assim, uma área de alto risco. As áreas de alta e muito alta suscetibilidade poderão ser consideradas de médio e

baixo risco se o tipo de uso do solo oferecer certa proteção, diminuindo a indução aos processos erosivos.

O Mapa Temático de Distribuição e Classificação das Áreas de Risco (**ANEXO 17**) apresentou três classes, sendo elas de alto, médio e baixo risco, que foram mapeadas dentro dos limites de cada uma das seis Fazendas. No geral, as áreas apresentaram um grau de risco de baixo a médio, exceção apenas para a Fazenda Aroeira (porção S da área), que apresentou alto risco na sua porção SE.

Assim, o uso e ocupação, como variável dinâmica, exerce papel importante na determinação das áreas de risco de erosão, processo catalisador de deslizamentos de encostas. Na medida em que ocorrem transformações na paisagem, ou seja, substituição de áreas com cobertura vegetal natural por atividades agrícolas e/ou expansão de áreas urbanas, e que não há um planejamento adequado, os diferentes tipos de uso poderão contribuir em diferentes níveis para o potencial de indução à erosão e, conseqüentemente, a riscos geológicos potenciais.

Estas recomendações estão voltadas especialmente para o controle das feições erosivas instaladas (voçorocas) e para evitar a deflagração de novos processos e estão baseadas em leis ambientais que servem de suporte para a orientação do planejamento e constituem instrumentos de fiscalização para a manutenção adequada do uso do solo.

4.1.7.5 CONCLUSÃO

A análise integrada dos condicionantes naturais e antrópicos responsáveis pela deflagração dos processos erosivos é fundamental para a indicação de áreas favoráveis e com restrições à ocupação. Por isso a investigação detalhada do meio físico, dos processos e dos tipos de usos que atuam diretamente no desenvolvimento da erosão, conseqüentemente provocando situações de degradação ambiental constituem a chave para a identificação das áreas de risco.

A aplicação da metodologia para a geração do Mapa Temático de Distribuição e Classificação das Áreas de Risco apresentou resultados importantes para a determinação de

um plano de prevenção de erosão, o qual deve fazer parte do planejamento de implantação do complexo imobiliário hoteleiro e esportivo, considerando o disciplinamento legal do uso e ocupação do solo, além da elaboração de um código de obras específico para o controle da erosão e recuperação de áreas degradadas.

4.1.8 CARACTERIZAÇÃO DOS POSSÍVEIS PROCESSOS EROSIVOS, DE SEDIMENTAÇÃO, ESTABILIZAÇÃO DOS SOLOS E ENCHARCAMENTO (RISCO HIDROMETEOROLÓGICO)

Apresenta-se neste item a avaliação e caracterização dos processos erosivos, de sedimentação e estabilização dos solos para a área de estudo, onde se procurou averiguar a ocorrência dos processos atuais. Assim, no bojo da relação de processos geomorfodinâmicos passíveis a serem verificados na área de estudo, aborda-se também neste relatório a indicação das áreas sujeitas a alagamentos ou encharcamentos, caracterizando assim, em sua totalidade os riscos hidrometeorológicos na área de estudo.

Cabe ressaltar que os processos geomorfodinâmicos presentes na área do empreendimento estão intimamente relacionados aos processos geológicos naturais que buscam o equilíbrio de suas estruturas e as atividades antrópicas, com a implementação de pastagens e abertura inadequada de vias de acesso. Estas são as causas ou agentes da aceleração/intensificação dos processos geomorfodinâmicos, ou mesmo, no desencadeamento de novos fenômenos (processos erosivos e movimentos coletivos de massa), cujos efeitos podem se manifestar sobre a paisagem geomorfológica local.

Caracteriza-se, a seguir, os locais, formas, dinâmica e resultados na paisagem geomorfológica local, nos quais os processos morfodinâmicos pretéritos e atuais se manifestam na área de estudo.

4.1.8.1 CARACTERIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE SEDIMENTAÇÃO

A região do empreendimento apresenta a maior parte das áreas com relevo caracterizado por fortes declives, conformadas essencialmente por cristas retilíneas e encostas

montanhosas, associadas a vales curtos e pouco profundos. Tais aspectos morfológicos e morfográficos são ratificados pelas informações contidas no Mapa de Elevação (ANEXO 13) e no Mapa de Declividade (**ANEXO 14**) da área de estudo.

Os processos erosivos na área de estudo atuam de modo mais acentuado em setores com a presença de solos com pouca cobertura vegetal, associados a encostas com declividades onduladas a fortemente onduladas.

As formas de relevo da área de estudo são passíveis da ocorrência das tipologias de processos erosivos listadas no **Quadro 7**.

Quadro 7- Relação de tipologias, processos, causas e seus potenciais efeitos na paisagem geomorfológica da área de estudo.

Tipologia	Processo	Escoamento	Potenciais Efeitos na Paisagem
Laminares	Escorregamentos de Pequenas Proporções.	Escoamento Superficial Difuso (<i>runoff</i>) em associação com escoamento subsuperficial	Remoção da camada superficial do solo dos topos e vertentes e deposição nos setores mais rebaixados do relevo. Mudanças morfológicas do relevo.
Híbridos/Complexos	Voçoramento	Escoamento superficial difuso (<i>runoff</i>) em associação com escoamento subsuperficial e ao substrato rochoso	Remoção da camada superficial e subsuperficial do solo das vertentes e deposição em setores mais rebaixados do relevo. Mudanças morfológicas do relevo.

Na área analisada constatou-se a ocorrência de pequenos escorregamentos associados a cortes de estradas e processos de voçorocamento em encostas com declividades acentuadas utilizadas como pastagem.

Tal quadro contribui para o surgimento destas feições erosivas, que comparativamente ocorrem de maneira restrita na área de estudo demonstrando variabilidade na associação dos processos geradores.

Tais fenômenos estão registrados no Mapa Geológico Local (**ANEXO 15**) e seguem exemplificados por meio das Figuras 11 e 12 a seguir.



Figura 11-. Início de processo erosivo de tipologia laminar (linha em vermelho) em área montanhosa, com índices de declividade entre 20-45°.



Figura 12- Processo erosivo de tipologia híbrido/complexo em área de relevo ondulado, com índices clinométricos entre 8-20°, onde observa-se o alargamento das feições da voçoroca.

Na área de estudo foram identificados fenômenos caracterizados como voçorocas ativas em função da considerável instabilidade dos materiais, quando associadas a declividades moderadas a fortes e também com a estruturação do bandamento do substrato rochoso sendo suficiente para acelerar a propagação deste processo erosivo.

Contudo, há de se destacar que a partir das informações e observações em campo e no escritório, de forma geral, a incidência de processos erosivos é baixa para a área de estudo, com exceção da porção sul, conforme demonstrado no Mapa Geológico Local (ANEXO 15), onde foi mapeada a maior concentração de voçorocas ativas. Este processo erosivo condiz com as unidades geomorfológicas do tipo forte ondulado, denotando assim elevado risco hidrometeorológico nestas áreas.

4.1.8.2 CARACTERIZAÇÃO E SEDIMENTAÇÃO DOS SOLOS

Quanto aos processos de sedimentação (colmatação), cabe destacar que estes estão diretamente relacionados à disponibilidade de materiais depositados ao longo das vertentes ou a áreas próximas aos fundos de vale, que por processos de transporte difuso e/ou concentrados acabam sendo carregados em direção aos canais de drenagem fluvial.

O assoreamento dos canais de drenagem vai depender também de variáveis físicas, mais precisamente, no que condiz às características dos materiais disponíveis para transporte, especificamente, sua origem, formato, granulometria e densidade.

A resposta do sistema hidrológico local em relação às entradas no sistema de sedimentos vai se configurar na sua maior ou menor capacidade de transporte, que depende também diretamente da quantidade de água que participa do sistema. A verificação da intensidade de processos erosivos nas encostas, em especial, os derivados de fluxos laminares, estará relacionada intimamente às condições de uso e ocupação do solo característico para a bacia hidrográfica como todo.

No geral, a área de estudo apresenta poucos pontos relacionados à ocorrência de processos de sedimentação. Estes são mais representativos no trecho da área que acompanha o vale do rio da Maria Comprida, onde os valores clinométricos (declividade) são menores. Mapa de Declividade (**ANEXO 14**)

Normalmente, a colmatação age de forma contínua e lenta a partir das bordas para o centro das áreas afetadas, e ocorre principalmente em corpos hídricos com baixa energia para carregamento das partículas transportáveis. Embora se trate de processo natural, as ações antrópicas intensificam a tendência de sedimentação/colmatação de corpos hídricos localizados, preferencialmente, nas porções mais baixas do relevo. Assim, de acordo com a avaliação ora apresentada, pode-se afirmar que a área de estudo apresenta acumulação fluvial de maior risco hidrometeorológico na calha do rio da Maria Comprida já que os demais locais com possível ocorrência de sedimentação são as inseridas nos relevos ondulados e com energia mais elevada dificultando este processo de sedimentação.

4.1.8.3 ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS

A possibilidade de ocorrência de movimentos de massa (solo) de caráter rúptil na área de influência do empreendimento está de forma intrínseca relacionada às características geológicas regionais, tendo como um fator catalisador as interferências antrópicas desenvolvidas de forma a não respeitar os limites e limiares inerentes aos materiais constituintes das formas de relevo.

Na área de estudo, apresentam maior potencialidade para desestabilização dos solos os setores referentes às encostas dos relevos com forte declive (Mapa de Declividade- **ANEXO 14**) são nestes setores que se observam a ocorrência de cicatrizes ou marcas ligadas a movimentos gravitacionais (Figura 13). Estas marcas estão relacionadas ao processo de instabilização dos materiais pedológicos, visto que foram expostos aos agentes erosivos pluviais e gravitacionais.



Figura 13- Linha tracejada mostra cicatriz de provável movimento gravitacional associado a corte de estrada. Porção noroeste da Fazenda Aroeira.

A tipologia relacionada a tais eventos morfodinâmicos nada mais são que a reação do sistema morfológico em busca de novos perfis de equilíbrio frente às modificações impostas a geometria das formas e das estruturas físicas inerentes aos materiais geopedológicos buscando organizarem-se de forma estável.

Assim, no que condiz a estabilização do solo da área de estudo pode-se avaliar a partir dos dados geomorfológicos, que há considerável estabilidade estrutural apresentada pelo solo, onde o risco hidrometeorológico tende a ser baixo, em áreas localizadas nos altos topográficos não rochosos, portanto, áreas mais aptas do ponto de vista da estabilidade dos solos para a implantação do empreendimento.

4.1.8.4 ENCHARCAMENTOS

Por meio das análises dos produtos cartográficos da área em questão em consonância com as observações e informações levantadas em campo, pode-se indicar como áreas de maior potencial à ocorrência de alagamentos ou encharcamentos, os setores constituídos pelo canal de drenagem fluvial do rio da Maria Comprida (Mapa de Declividade- **ANEXO 14**).

A calha fluvial do rio da Maria Comprida, configura-se do ponto de vista morfológico como o setor territorial da área de estudo de maior risco hidrometeorológico em relação a encharcamentos ou alagamentos, sendo assim, menos aptos à implantação do empreendimento.

4.1.8.5 DEFINIÇÃO DAS ÁREAS SUSCEPTÍVEIS A INUNDAÇÃO

Por meio das análises dos produtos cartográficos da área em questão em consonância com as observações e informações levantadas em campo, pode-se indicar como áreas de maior potencial à ocorrência de alagamentos ou encharcamentos, os setores constituídos pelo canal de drenagem fluvial do rio da Maria Comprida (Mapa de Declividade – **ANEXO 14**).

A calha fluvial do rio da Maria Comprida, configura-se do ponto de vista morfológico como o setor territorial da área de estudo de maior risco hidrometeorológico em relação a encharcamentos ou alagamentos, sendo assim, menos aptos à implantação do empreendimento.

4.1.9 CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DO TERRENO E SEU ENTORNO, INCLUSIVE AS ÁREAS BREJOSAS OU ENCHARCADAS, INTERMITENTES OU NÃO.

As bacias hidrográficas da região do empreendimento foram definidas tomando o exutório mais a jusante, dentro de cada empreendimento e respeitando a topografia local para seu traçado. Assim, foram definidas 11 bacias, apresentadas na Figura 14.

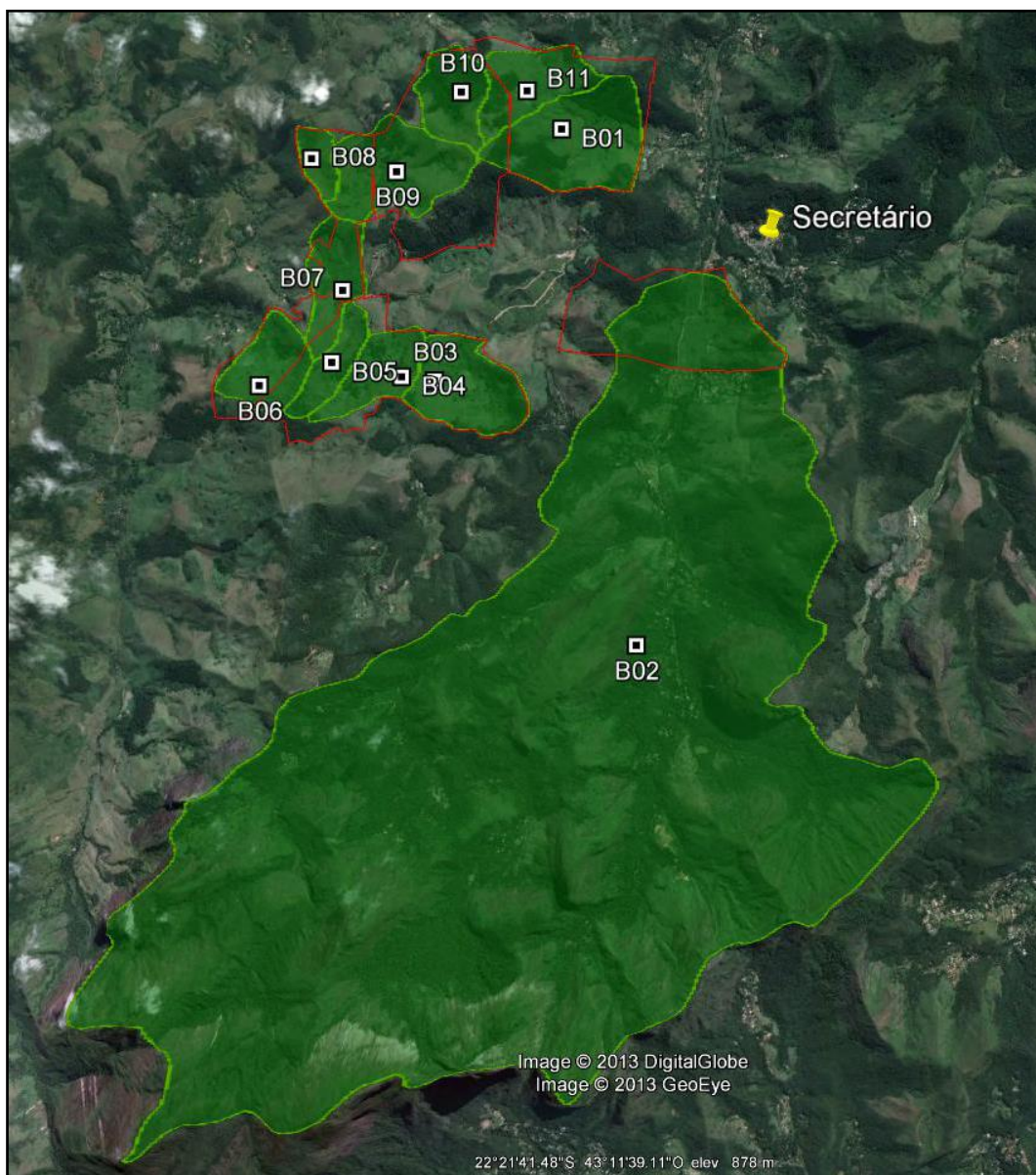


Figura 14: Bacias hidrográficas da região (Fonte: *Google Earth*).

Para determinação das vazões de cheia dos rios afluentes ao empreendimento, foi utilizado um software desenvolvido na UFRJ, o Sistema HIDROFLU, capaz de calcular o tempo de concentração e elaborar a chuva de projeto.

4.1.9.1 DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA NA QUAL O EMPREENDIMENTO SE ENCONTRA

O Mapa georreferenciado na qual a bacia hidrográfica se encontra, está disponível no **ANEXO 21**.

4.1.9.2 CÁLCULO DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração é usualmente utilizado, dependendo da metodologia considerada, para o cálculo de hidrogramas ou de vazões máximas de projeto. Em bacias de pequeno porte, a chuva crítica é, frequentemente, definida como aquela que apresenta duração igual ao tempo de concentração da bacia.

4.1.9.3 CÁLCULO DA CHUVA DE PROJETO

A chuva de projeto foi elaborada considerando as seguintes hipóteses:

- tempo de recorrência de 25 anos;
- duração da chuva igual ao tempo de concentração da bacia;
- intensidade de chuva calculada a partir da equação IDF do posto pluviométrico de Fagundes;

- distribuição espacial da chuva homogênea sobre toda a bacia;
- distribuição temporal da chuva calculada a partir do Método SCS.

O tempo de recorrência adotado para calcular a chuva de projeto foi de 25 anos, considerando a recomendação do Ministério das Cidades para estudos e projetos de macrodrenagem (Brasil, 2004).

Para o cálculo da chuva de projeto, utilizou-se a equação IDF calculada para a estação pluviométrica de Fagundes, cuja localização está detalhada no **Quadro 8** e apresentada na 15.

Quadro 8- Dados de localização da Estação Fagundes

Nome:	Fagundes
Código:	2243014
Latitude:	-22.2997
Longitude:	-43.1781

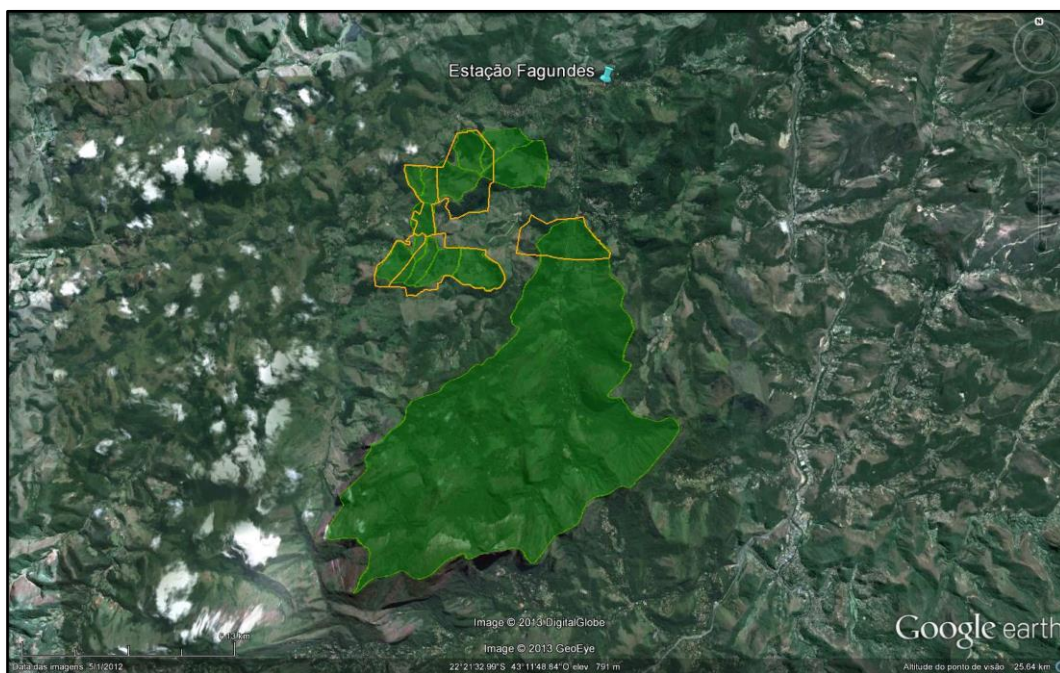


Figura 15: Estação Pluviométrica de Fagundes.

Fonte: *Google Earth*

Esta estação está localizada a cerca de 5 km da sede do empreendimento, no município de Petrópolis (RJ), sob responsabilidade da Agência Nacional das Águas (ANA) e operada pela CPRM Serviços Geológico do Brasil. Sua série histórica data de Julho de 1938 à Junho de 2011 e apresenta valores diários de chuva.

O método de separação da chuva efetiva adotado foi o *Soil Conservation Service* (SCS), considerando como valor para Curva Número (CN), médio para toda a bacia, 70.

Tendo como base todos os pontos descritos anteriormente, foram obtidas as vazões de cheias (Q_{cheia} TR25) dos afluentes ao empreendimento, com auxílio do Sistema HIDROFLU, as quais estão apresentadas no **Quadro 9**.

Quadro 9- Vazão de cheia dos afluentes ao empreendimento

Bacia	Área (km ²)	Comprimento do rio principal (km)	Declividade do rio principal (m)	Tempo de concentração (min)	Q_{cheia} TR25 (m ³ /s)
B01	1,41	1,773	0,1720	30	3,25
B02	33,24	11,293	0,0762	190	84,06
B03	0,98	1,13	0,0575	19	1,44
B04	0,57	1,112	0,1268	18	0,76
B05	0,39	1,172	0,1024	20	0,61
B06	0,71	0,542	0,0923	10	0,13
B07	0,62	0,594	0,0303	11	0,21
B08	0,27	0,79	0,2177	13	0,17
B09	1,21	1,121	0,1231	19	1,78
B10	0,71	0,774	0,0775	13	0,46
B11	0,81	0,538	0,1022	10	0,15

4.1.10 CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA (CLIMA, ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO, PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS, MÉDIAS E DISTRIBUIÇÃO ANUAL, TEMPERATURA MÁXIMA, MÉDIA E MÍNIMA, UMIDADE RELATIVA DO AR, VENTOS PREDOMINANTES, DIREÇÃO E VELOCIDADE DOS VENTOS, DISTRIBUIÇÃO E FREQUÊNCIA)

4.1.10.1 CLIMA

A Região Sudeste, é a região brasileira que possui a maior variedade de tipos de clima. Isso ocorre, especialmente, pela formação geomorfológica, que interfere na dispersão das massas e correntes de ar, e pelo gradiente latitudinal, que proporciona uma variedade de temperaturas e grau de insolação na região.

Dessa forma, desde o clima subtropical da região sul, até o clima semi-árido, do nordeste, podem ser representados no sudeste brasileiro.

O planalto de serras do Leste-Sudeste se caracteriza por serras acidentadas e com picos acima de 2000 metros, relevo este que, por causa da altitude, proporciona uma redução das temperaturas médias, amenizando o clima tropical úmido, característico do Estado do Rio de Janeiro.

Segundo os estudos de Zoneamento Ambiental da APA Petrópolis (Ecotema, 2003), verifica-se que, especificamente sobre a Serra do Mar, o clima tropical de altitude é predominante. O relevo, extremamente acidentado, com a ocorrência de grandes desvios de altitude funciona como um paredão orográfico às massas do litoral fluminense. Dessa forma, massas de ar quente-úmidas são bloqueadas, concentradas e obrigadas a ascender a grandes altitudes, muitas vezes maior do que 2000m.

Sendo assim, o clima local é caracterizado por uma transição entre os climas quentes das latitudes baixas e mesotérmico do tipo temperado das latitudes médias.

Nessa situação, o contato das massas de ar litorâneas com o ar frio da região alto-serrana, ocasionam o desencadeamento das chuvas e tempestades, que são constantes sobre a

Serra do Mar. Essas chuvas no período dos meses de verão são muito concentradas e, implicam, em muitas vezes em situações de calamidade pública na região de Petrópolis.

O clima local é classificado, segundo Köppen, como Cwb – tropical de altitude, com chuvas bem distribuídas durante todo o ano. A estação chuvosa é bem definida, embora não ocorra seca, registrando-se as maiores precipitações de outubro a abril, sendo dezembro, janeiro e fevereiro o trimestre mais chuvoso, devido à atuação das frentes e das chuvas de verão. Nos meses de inverno, entre junho e agosto, registram-se as menores precipitações em toda a região. A seguir, na Figura 16, encontra-se o diagrama ombrotérmico da estação de Petrópolis.

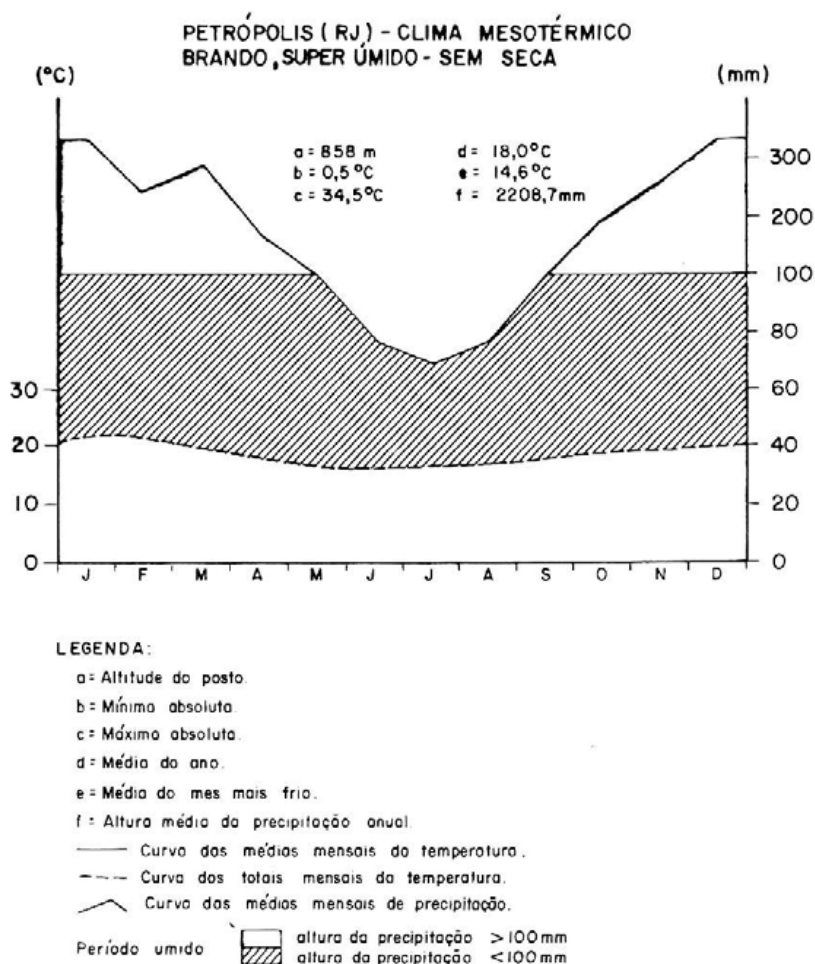


Figura 16- Diagrama Ombrotérmico de Petrópolis segundo Gaussen.

Fonte: Revista Brasileira de Geografia – 1972 (IBGE).

4.1.10.2 ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO

O índice pluviométrico refere-se à quantidade de chuva (em mm) por metro quadrado em determinado local e em determinado período. Para determinação do índice pluviométrico da região, foram utilizados dados do posto de Fagundes, cuja localização já fora apresentada no item “4.2” deste relatório. Obteve-se, para o posto em questão, uma série histórica total de 74 anos, dos quais, depois de descartadas as inconsistências, foram utilizados 56 anos de medições.

O índice pluviométrico anual para a região do empreendimento, considerando a média de 56 anos, corresponde a 1.148,07mm. O período chuvoso compreende os meses de novembro a março, com índices pluviométricos mensais superiores a 100mm. Já o período mais seco, com índice inferior a 30mm, compreende os meses de junho a agosto. A variabilidade ao longo do ano, com base nos dados analisados, está apresentada no **Quadro 10**.

Quadro 10- Índice pluviométrico

Mês	Índice pluviométrico (mm)
Janeiro	221,47
Fevereiro	142,18
Março	130,10
Abril	55,45
Maio	36,41
Junho	17,15
Julho	22,47
Agosto	20,37
Setembro	53,31
Outubro	93,99
Novembro	143,91
Dezembro	211,27
Total anual	1.148,07

A Figura 17 permite comparar o índice pluviométrico anual – valor médio – com os valores obtidos ao longo da série histórica analisada.

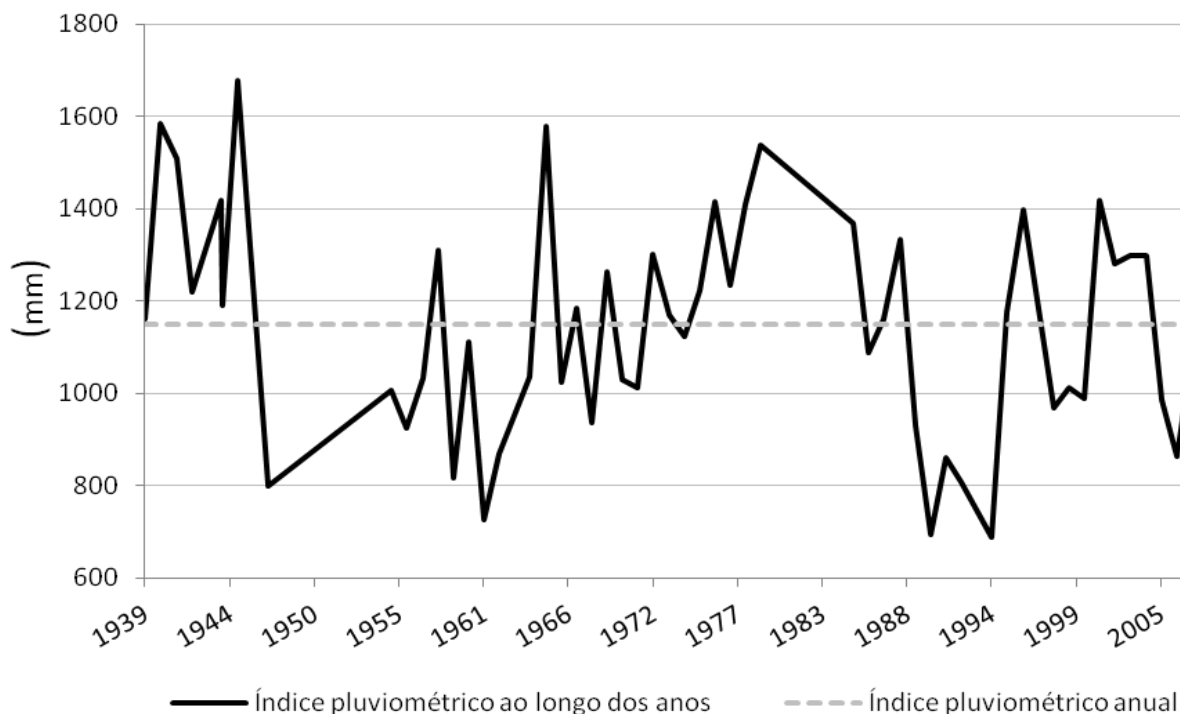


Figura 17- Índice pluviométrico ao longo da série histórica analisada.

O empreendimento está localizado depois da Serra de Petrópolis, na chamada região de encosta de sotavento. As regiões de sotavento tendem a ter índices pluviométricos menores que na encosta de barlavento. Isso ocorre porque a umidade, vinda da corrente de ar que sopra do oceano para o continente, tem dificuldade de ultrapassar a Serra de Petrópolis, precipitando antes.

Essa característica hidrológica foi fundamental para a escolha da estação pluviométrica, definida como a estação de Fagundes, que, diferente de outras existentes na área de estudo, se encontra na encosta menos úmida da montanha.

4.1.10.3 PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS MENSAIS

Os valores de precipitações máximas mensais na região do *Complexo Imobiliário Hoteleiro Esportivo* foram estabelecidos a partir da observação do maior valor de chuva diária,

encontrado em cada mês da série histórica analisada. Além disso, também foram calculadas as médias mensais. O **Quadro 11** e o **Quadro 12** apresentam, respectivamente, estes resultados.

Quadro 11- Máxima precipitação (mm/dia) ao longo dos meses.

Mês	Máxima Precipitação (mm/dia)	Ano de ocorrência
Janeiro	134,3	1943
Fevereiro	91,0	1978
Março	126,0	1945
Abril	78,0	1958
Maio	57,2	1987
Junho	33,7	2004
Julho	43,8	1972
Agosto	44,0	1979
Setembro	70,6	1996
Outubro	83,0	1956
Novembro	91,4	1960
Dezembro	106,0	1974

Quadro 12- Precipitação média (mm/dia) ao longo dos meses.

Mês	Precipitação Média (mm)
Janeiro	51.18
Fevereiro	35.99
Março	40.09
Abril	24.45
Maio	17.97
Junho	9.51
Julho	11.02
Agosto	11.13
Setembro	20.46
Outubro	30.85
Novembro	37.44
Dezembro	48.22

4.1.10.4 DETERMINAÇÃO DAS DISTRIBUIÇÕES MÉDIAS DE TEMPERATURA

Uma metodologia indicada para a determinação das distribuições médias de temperatura é baseada na análise das temperaturas diárias de um posto climatológico próximo e com a mesma altitude que o local de estudo.

Com base em informações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o posto climatológico mais próximo ao Empreendimento é o posto Teresópolis, distante 25 km da sede do empreendimento. Localizado no município de Teresópolis-RJ, este posto climatológico está registrado sob o código 83744 da OMM (Organização Meteorológica Mundial) e está aproximadamente 274m acima da região do Complexo Imobiliário Hoteleiro Esportivo. Assim, foi preciso realizar um ajuste nos dados climatológicos obtidos.

Segundo as recomendações do INMET para o cálculo de temperatura no Brasil, existe uma variação de 0,65°C a cada 100m de altitude. Assim, considerou-se que a temperatura da

região, que se encontra 274m abaixo do posto de Teresópolis, é, aproximadamente, 1,78°C maior que no ponto em que está localizado o posto climatológico.

Para o estudo em questão, foram consideradas informações do intervalo entre os anos 1990 a 2011 e os resultados estão apresentados no **Quadro 13**.

Quadro 13- Distribuições médias de temperatura

Janeiro	Mínima	20.65
	Média	25.07
	Máxima	29.48
Fevereiro	Mínima	20.74
	Média	25.62
	Máxima	30.49
Março	Mínima	19.97
	Média	24.51
	Máxima	29.06
Abril	Mínima	18.51
	Média	23.24
	Máxima	27.97
Maiο	Mínima	15.55
	Média	20.26
	Máxima	24.97
Junho	Mínima	13.97
	Média	19.13
	Máxima	24.30
Julho	Mínima	13.89
	Média	18.91
	Máxima	23.94
Agosto	Mínima	14.37
	Média	19.90
	Máxima	25.43
Setembro	Mínima	16.42
	Média	20.70
	Máxima	24.97
Outubro	Mínima	17.84
	Média	22.37
	Máxima	26.91
Novembro	Mínima	18.87
	Média	23.01
	Máxima	27.14
Dezembro	Mínima	20.11
	Média	24.28
	Máxima	28.44

4.1.10.5 VELOCIDADE E DIREÇÃO DOS VENTOS

Os ventos são responsáveis pela homogeneização do ar, espalhando a umidade proveniente da evapotranspiração local, das frentes frias e da evaporação do oceano trazida pelo Anticiclone do Atlântico.

Sendo assim, existem basicamente três tipos de circulação atmosférica, em função de sua energia:

Provocada pelas Frentes Frias

A de maior energia é a proveniente dos ventos que acompanham as frentes frias. Esses vêm do Sul e quando encontram a Serra do Mar tomam a direção Sudoeste- Nordeste na Serra do Couto e das Araras. Esta circulação é predominante e, quando acontece, ocupa toda a área da APA.

Em diversos locais, ainda devido às frentes frias, podemos ver a ocorrência de ventos localizados, devido ao relevo, como na Serra da Estrela e Corrêas. Esses ventos trazem chuva forte e durável.

Oriunda do deslocamento do Anticiclone do Atlântico. A segunda circulação importante, em termos de energia, é a oriunda do deslocamento do Anticiclone do Atlântico para Oeste, gerando um vento Leste, que traz umidade do oceano para a área.

Essa circulação concentra umidade nas cabeceiras das bacias, podendo trazer chuva fina e durável por perturbação orográfica, ou chuva forte por perturbação convectiva.

Oriunda da Orografia

A terceira circulação é a circulação local, gerada pelas brisas térmicas que ocorrem nas bacias hidrográficas.

Os ventos gerados vão de jusante para montante durante o dia levando umidade para a parte alta das bacias. Durante a noite a situação se inverte e os ventos ocorrem de montante para jusante trazendo umidade para a parte baixadas bacias, amenizando e diminuindo o calor sensível com o aumento do calor latente.

Os dados da predominância dos ventos, direção e velocidade, foram obtidos pela Estação de Avelar, distrito do município de Paty do Alferes – RJ, que está operante desde 1971 (INMET).

Abaixo, no **Quadro 14**, seguem os dados da Estação.

Quadro 14- Dados da Estação Meteorológica de Avelar

Estação Meteorológica de Avelar	
Latitude	-22.35
Longitude	-43.41
Altitude (metros)	507.00

O **Quadro 15** fornece dados da direção do vento, e a velocidade média e velocidade máxima média, no período de 31/05/2008 a 31/12/2012, coletados na Estação de Avelar, Paty do Alferes.

Quadro 15- Direção, velocidade média e velocidade máxima média do vento. Estação de Avelar.

Data	Hora (h)	Direção	Velocidade Média	Velocidade Máxima Média
31/05/2008	00:00	18	1,27957	2
30/06/2008	00:00	18	1,3	2
31/07/2008	00:00	18	1,268817	3
31/08/2008	00:00	18	1,354839	3
30/09/2008	00:00	18	1,455556	3
31/10/2008	00:00	18	1,451613	3
30/11/2008	00:00	18	1,277778	2

31/12/2008	00:00	18	1,236559	2
31/01/2009	00:00	18	1,236559	2
28/02/2009	00:00	18	1,142857	3
31/03/2009	00:00	18	1,290323	2
30/04/2009	00:00	18	1,177778	2
31/05/2009	00:00	18	1,172043	2
30/06/2009	00:00	18	1,144444	2
31/07/2009	00:00	18	1,107527	2
31/08/2009	00:00	18	1,16129	2
30/09/2009	00:00	18	1,122222	2
31/10/2009	00:00	18	1,204301	3
30/11/2009	00:00	18	1,144444	2
31/12/2009	00:00	18	1,215054	2
31/01/2010	00:00	18	1,204301	3
28/02/2010	00:00	18	1,238095	3
31/03/2010	00:00	18	1,107527	2
30/04/2010	00:00	18	1,088889	2
31/05/2010	00:00	18	1,064516	2
30/06/2010	00:00	18	1,1	2
31/07/2010	00:00	18	1,150538	2
31/08/2010	00:00	18	1,043011	2
30/09/2010	00:00	18	1,277778	3
31/10/2010	00:00	18	1,322581	3
30/11/2010	00:00	18	1,188889	3
31/12/2010	00:00	18	1,11828	3
31/01/2011	00:00	18	1,215054	2
28/02/2011	00:00	18	1,261905	3
31/03/2011	00:00	18	1,107527	2
30/04/2011	00:00	18	1,166667	2
31/05/2011	00:00	18	1,096774	2
30/06/2011	00:00	18	1,177778	2
31/07/2011	00:00	18	1,150538	3
31/08/2011	00:00	18	1,182796	3
30/09/2011	00:00	18	1,577778	3
31/10/2011	00:00	18	1,612903	3
30/11/2011	00:00	18	1,422222	3
31/12/2011	00:00	18	1,301075	3
29/02/2012	00:00	18	1,360465	2
31/03/2012	00:00	18	1,430108	2
30/04/2012	00:00	18	1,333333	2
31/05/2012	00:00	18	1,387097	2

COMPLEXO IMOBILIÁRIO HOTELEIRO ESPORTIVO

30/06/2012	00:00	18	1,366667	2
31/07/2012	00:00	18	1,408602	2
31/08/2012	00:00	18	1,44086	3
30/09/2012	00:00	18	1,344444	3
31/10/2012	00:00	18	1,333333	3
30/11/2012	00:00	18	1,322222	3
31/12/2012	00:00	18	1,193548	2