

**Estudo Geoambiental do Médio
Alto Curso do Rio Grande (RJ)
Subsídios ao Planejamento
Ambiental de Paisagens Rurais
Montanhosas da Serra do Mar**

ISSN 1678-0892

Dezembro, 2012

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Solos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 212

**Estudo Geoambiental do Médio
Alto Curso do Rio Grande (RJ)**

**Subsídios ao Planejamento
Ambiental de Paisagens Rurais
Montanhosas da Serra do Mar**

Braz Calderano Filho

Helena Polivanov

Antônio José Teixeira Guerra

Emílio Velloso Barroso

César da Silva Chagas

Sebastião Barreiros Calderano

Waldir de Carvalho Júnior

Guilherme Kangussu Donagemma

Rio de Janeiro, RJ

2012

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1024. Jardim Botânico. Rio de Janeiro, RJ
CEP: 22460-000
Fone: (021) 2179 4500
Fax: (021) 2274 5291
Home page: www.cnps.embrapa.br
E-mail (sac): sac@cnps.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Daniel Vidal Pérez

Secretário-Executivo: Jacqueline Silva Rezende Mattos

Membros: Ademar Barros da Silva, Cláudia Regina Delaia, Maurício Rizzato Coelho, Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Ana Paula Dias Turetta, Fabiano de Carvalho Balieiro, Quitéria Sônia Cordeiro dos Santos.

Supervisão editorial: Jacqueline Silva Rezende Mattos

Revisão de texto: André Luiz da Silva Lopes

Normalização bibliográfica: Ricardo Arcanjo de Lima

Edição eletrônica: Felipe Ferreira Lisboa Luz
Jacqueline Silva Rezende Mattos

2ª edição

E-book (2012)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Solos**

C146e Calderano Filho, Braz.

Estudo geoambiental do médio alto curso do Rio Grande (RJ) / Braz Calderano Filho... [et al.]. — Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2012.

66 p. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892 ; 212).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: < <http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes> >.

Título da página da Web (acesso em 21 dez. 2012).

1. Diagnóstico geoambiental. 2. Modelo digital de elevação. 3. Manejo de recursos naturais. I. Polivanov, Helena. II. Guerra, Antônio José Teixeira. III. Barroso, Emílio Velloso. IV. Chagas, César da Silva. V. Calderano, Sebastião Barreiros. VI. Carvalho Junior, Waldir de. VII. Donagemma, Guilherme Kangussu. VIII. Título. IX. Série.

CDD (21.ed.) 574.5

© Embrapa 2012

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
1. Introdução	9
2. Material e Métodos	11
2.1 Área de Estudo	11
2.2 Metodologia	14
3. Resultados	24
3.1 Relevo	24
3.2 Clima	30
3.3 Vegetação	32
3.4 Uso e Cobertura das Terras	34
3.5 Aspectos Geológicos	39
3.6 Solos do Médio Alto Curso do Rio Grande	42
3.7 Correlações, Considerações e Distribuição dos solos	44
3.8 Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras	50
3.9 Aspectos Socioeconômicos	52
3.10 Áreas de Proteção Legal	56
4. Conclusões	59
5. Referências	60

Estudo Geoambiental do Médio Alto Curso do Rio Grande (RJ) Subsídios ao Planejamento Ambiental de Paisagens Rurais Montanhosas da Serra do Mar

Braz Calderano Filho¹

Helena Polivanov²

Antônio José Teixeira Guerra²

Emílio Velloso Barroso²

César da Silva Chagas¹

Sebastião Barreiros Calderano¹

Waldir de Carvalho Júnior¹

Guilherme Gangussu Donagemma¹

Resumo

O estudo teve o objetivo de produzir informações físico-bióticas dos elementos componentes da paisagem, visando fornecer subsídios para o planejamento geoambiental de paisagens rurais montanhosas na serra dos Órgãos, ocupadas com agricultura familiar. Com suporte de geotecnologias, o trabalho combinou técnicas de mapeamento digital, produtos de sensoriamento remoto, sistema de informação geográfica (SIG) e modelo digital de elevação (MDE), buscando otimizar os mapeamentos temáticos no campo e facilitar a geração de mapas derivados e interpretações úteis ao planejamento da área. Os procedimentos utilizados envolveram a geração de bancos de dados digitais nos SIGs, e a geração de dados básicos, através de mapeamentos e prospecções de campo, classificação digital de imagens e digitalizações em tela, sendo produzidos mapas de solos, litologia, relevo e declividade, uso e cobertura da terra, incluindo vegetação e avaliação da aptidão agrícola das terras. Esses mapas foram associadas com informações socioeconômicas, de

¹ Pesquisador Embrapa Solos.

² Professor UFRJ - Departamento de Geologia.

pluviosidade e de áreas protegidas por legislação específica ou reservas existentes, constituindo assim, um conjunto de informações agro-socioambientais em meio digital, necessárias ao SIG para análises, cruzamentos e geração de mapas interpretativos úteis ao planejamento da área. Os resultados produzidos permitiram discriminar e caracterizar aspectos físicos e ecológicos dos elementos componentes da paisagem, contribuindo para a melhor compreensão dos recursos ambientais com suas potencialidades e limitações, além de contribuir para planejamento geoambiental e elaboração do plano de manejo conservacionista da área.

Palavras-chave: Diagnóstico geoambiental, Modelo digital de elevação, Classificação digital de imagens, Manejo de recursos naturais.

Geoenvironmental Study of the High Middle Course Rio Grande (RJ) - Subsidies to the Environmental Planning of Rural Mountainous Landscape of Serra do Mar

Abstract

This research work aimed to produce information biophysical elements of the landscape components, to provide data for planning of the geoenvironmental mountainous countryside Serra do Mar mountain region, under family farming. With the support of geo-technologies, the study used techniques of digital mapping, remote sensing products, geographic information system (GIS) and digital elevation model (DEM), in order to optimize the thematic mapping in the field and facilitate the generation of maps and interpretations derived useful to the planning area. The procedures used involved the generation of digital data in GIS, and the generation of basic data through mapping and field surveys, classification of digital images and scans the screen, and produced soil maps, lithology, relief and slope angle, land use and cover, including vegetation and assessment of the suitability of agricultural lands. These maps were associated with socioeconomic, rainfall and areas protected by specific legislation or existing reserves, therefore, a set of agro-socio-environmental information in digital media necessary for GIS analysis, intersections and generate interpretive maps useful for planning area. The results obtained allowed us to identify and characterize the physical and ecological components of the elements of the landscape, contributing to a better understanding of the environment with its potential and limitations, and to contribute to geo-environmental planning and preparation of the management plan of the conservation area.

Keywords: *Geo-environmental assessment, digital elevation model, digital image classification, management of natural resources.*

1. Introdução

O planejamento ambiental é um instrumento dirigido para programar o uso do território, as atividades produtivas, o ordenamento dos assentamentos humanos e o desenvolvimento da sociedade, em congruência com a vocação natural da terra, o aproveitamento sustentável dos recursos e a proteção e qualidade do meio ambiente (MATEO, 1997). A sua execução envolve uma complexidade de parâmetros, incluindo variáveis ecológicas, econômicas, sociais e políticas e, tem como propósito garantir o uso adequado e racional dos recursos naturais e de suas condições ecológicas, mantendo a capacidade de sustentação dos ecossistemas e a proteção ambiental (MATEO, 1994, 1997).

As áreas montanhosas da serra dos Órgãos, além de abrigar ecossistemas frágeis ocupados por pequenos produtores em regime de agricultura familiar, apresentam diferentes paisagens, formas de uso e ocupação das terras. Em virtude de características geoambientais locais, como características topográficas do relevo montanhoso, solos com textura variável, vertentes íngremes ou com pendentes longas e altos índices de precipitação local, suas terras são consideradas de elevada vulnerabilidade natural, tanto a processos erosivos, como a movimento de massas e escorregamentos. Fatores que aliados à pressão de uso da terra, reduzida cobertura vegetal em certas áreas, atividades antrópicas não planejadas, práticas agrícolas inadequadas e falta de alternativas técnicas apropriadas à realidade local, intensificam os processos erosivos e de perda de solo fértil, contribuindo para o avanço no estágio de degradação dos recursos (solo-água-biodiversidade).

A falta de informações básicas para dar suporte às demandas de planejamento, uso e manejo das terras, particularmente, nas áreas de relevo movimentado, com fortes limitações ao uso e severas restrições da legislação ambiental vigente, onde áreas sem aptidão ou de aptidão restrita para o uso com lavouras anuais são cultivadas, contribui para agravar ainda mais esse quadro (CALDERANO FILHO et al., 2007, 2009a). É necessário, portanto, implantar planos de manejo adequados às condições de solo e relevo destas áreas, a fim de possibilitar o uso sustentável das terras, e minimizar os efeitos da degradação ambiental.

Em um processo de planejamento, o estudo da distribuição espacial dos elementos físicos-bióticos componentes da paisagem, em escala adequada e compatível com os requisitos do planejamento municipal, torna-se uma ferramenta útil para o uso e manejo sustentável dos recursos naturais, principalmente do solo e da água. A busca da sustentabilidade passa pelo conhecimento das variáveis ambientais no seu conjunto, no planejamento das atividades produtivas e na avaliação dos riscos ambientais (CALDERANO FILHO, 2003).

Nesse sentido, realizou-se o diagnóstico geoambiental da área de influência do Médio Alto Curso do Rio Grande, com o objetivo de caracterizar e analisar a estrutura da paisagem (incluindo aspectos físicos e ecológicos), onde foram estudados clima, relevo, solo, vegetação, uso das terras, incluindo rede de drenagem, estrutura fundiária, suscetibilidade dos solos à erosão, aptidão agrícola das terras e declividade, através da geração de modelos digitais de elevação MDEs, todos na escala 1:50.000, além de levantar informações socioeconômicas, de pluviosidade, da estrutura geológica e perfil tecnológico dos agricultores locais, buscando assim, explicar a natureza física do ambiente por intermédio da caracterização e mapeamento de seus componentes e fornecer informações básicas para o planejamento geoambiental de paisagens rurais montanhosas na serra dos Órgãos, ocupadas com agricultura familiar.

Dessa forma, os elementos geobiofísicos componentes da paisagem, foram mapeados, caracterizados, analisados e associados com informações das ações humanas que se manifestam nesses ecossistemas. O diagnóstico geoambiental da área de influência do Médio Alto Curso do Rio Grande, possibilitou o conhecimento dos recursos da terra, a distinção de áreas potencialmente agricultáveis daquelas destinadas à preservação e recuperação ambiental, subsidiando a indicação de formas viáveis de exploração racional das terras.

Estudos nessa linha tem sido feitos de forma bastante variada e diferenciada, em função de aspectos relacionados à metodologia utilizada e aos objetivos da aplicação. Exemplos de trabalhos assim são encontrados em Tricart e Kiewitdejonge (1992); Witter et al. (1991, 1993a, 1993b); Silva (1993);

Schaefer (1997); Dantas (2001); Dias (2002); Calderano Filho (2003); Calderano (2005); Reckziegel e Robaina (2006); Calderano Filho et al., (2010), entre outros.

O trabalho consistiu também na construção de um Banco de Dados Espaciais, em ambiente SIG, composto de mapas temáticos na escala 1:50.000 e imagens de satélites. O uso de sistemas de informações geográficas (SGIs) em estudos ambientais constituem atualmente tecnologia adequada para auxiliar na elaboração de propostas de manejo ambiental. As vantagens de sua utilização, além da análise espacial, advêm da velocidade e forte apelo gráfico na apresentação dos resultados (TAGLIANI, 2003; CÂMARA et al., 2000).

Os resultados aqui apresentados correspondem a parte dos documentos cartográficos produzidos com o diagnóstico geoambiental para a área de estudo, como os mapas de solos, MDE, declividade, geologia e uso e cobertura das terras, incluindo a metodologia de trabalho e a descrição sucinta referente a cada tema. O estudo justifica-se como uma contribuição para o conhecimento e caracterização de áreas de ecossistemas fragilizados na serra dos Órgãos, ocupadas com agricultura familiar. Os resultados produzidos contribuem para a melhor compreensão dos recursos ambientais com suas potencialidades e limitações, além de gerar subsídios para o planejamento geoambiental e elaboração de um plano de manejo conservacionista da área.

2. Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

Localizada na região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, região de influência do médio alto curso do Rio Grande, sub-bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, a área de estudo com aproximadamente de 468.500 ha, abrange parte dos municípios de Nova Friburgo, Bom Jardim, Cordeiro, Trajano de Moraes, Casimiro de Abreu e Duas Barras (Figura 1). Engloba parte das folhas topográficas da FIBGE, Quartéis (SF-23-Z-B-III-3), Cordeiro (SF-23-Z-B-III-1), Trajano de Moraes (SF-23-Z-B-III-2) e Duas Barras (SF-23-Z-B-II-2) e Casimiro de Abreu (SF-23-Z-B-III-4). Faz limites ao sul e a oeste com o município de

Nova Friburgo, ao norte com os municípios de Duas Barras e Cordeiro e a leste com o município de Trajano de Moraes.

O acesso a região é feito pelas rodovias RJ-116 e RJ-146 que atravessa todo o município de Bom Jardim de oeste a leste, onde alcança Trajano de Moraes, além de uma malha municipal de estradas vicinais, que facilitam o acesso às áreas rurais e o escoamento da produção agropecuária. A área produz café, flores ornamentais e é uma das maiores produtoras de olerícolas da região Serrana, além da pecuária de leite e corte. Bom Jardim, juntamente com os municípios de Cantagalo, Carmo, Cordeiro, Duas Barras, Macuco, Nova Friburgo, Petrópolis, Santa Maria Madalena, São José do Vale do Rio Preto, São Sebastião do Alto, Sumidouro, Teresópolis e Trajano de Moraes, integram à região Serrana do Estado do Rio de Janeiro. A Figura 1 ilustra a localização da área.

De acordo com a Emater-RJ (1994, 2001), a região Serrana se caracteriza por ser uma das mais importantes consumidoras de agrotóxicos do país. É nessa região de Mata Atlântica, denominada Serra do Mar, onde ocorrem as principais fontes dos mananciais que abastecem a cidade do Rio de Janeiro, trecho do vale do rio Paraíba do Sul e outras áreas do estado nas baixadas próximas à serra, como Macaé, Campos e Região dos Lagos (MENDES, 2006). É também na região Serrana onde se constata a maior extensão e o maior percentual de florestas em relação à sua área total, situação privilegiada devido às condições de relevo montanhoso, geralmente impróprio para o uso agrícola.



Figura 1. Área de estudo, no contexto da região Serrana do Estado do Rio de Janeiro.

De acordo com Atlas... (2001), atualmente o Estado do Rio de Janeiro está ocupado por apenas 17% de Mata Atlântica, cujos remanescentes se localizam, em sua maioria, em áreas de Terras Montanhosas. As Terras Montanhosas são as unidade morfológicas cujos solos estão mais susceptíveis à processos de perda, sobretudo por erosão (ROSS, 1996).

A área insere-se na unidade geomorfológica “reverso das colinas e maciços costeiros do planalto da serra dos Órgãos”, unidade definida por (DANTAS et al., 2001), pelos sistemas de relevo domínio de morros elevados e domínio montanhoso, com ocorrência de alvéolos de relevo suave, subordinados ao domínio montanhoso, onde predomina morros e escarpas aguçadas e amplitudes de elevação entre 480 a 1.620 m, com média de 1.050 m. Onde predomina, segundo Mendes et al. (2007), Matos et al. (1980), Rio de Janeiro (1982) e Mendes et al. (2004), unidades Neoproterozóicas pertencentes ao Segmento Central da Faixa Móvel Ribeira (Ciclo Brasileiro/Pan-Africano), constituídas preferencialmente de rochas ortoderivadas pertencentes ao Complexo Rio Negro (conjunto de ortognaisses e migmatitos), associados a rochas do Batólito Serra dos Órgãos (ortognaisses granodioríticos), intercaladas a faixas de gnaisses paraderivados do Grupo Paraíba do Sul (leucognaisses e rochas metassedimentares) e rochas ígneas de composição granodiorítica a granítica, mais raramente gabróica, que intrudiram estas unidades. Em menor extensão, ocorrem depósitos aluviais inconsolidados de consistência arenosa, arenoargilosa e siltoargilosa.

O clima é do tipo tropical mesotérmico úmido, com temperaturas bem distribuídas o ano todo e pouco ou nenhum déficit hídrico (NIMER, 1977; FAPERJ, 1980). O verão é brando, com temperatura média anual de 18°C e mínimas de 13°C no inverno, sendo junho e julho os meses mais frios. A precipitação média anual, segundo dados das estações meteorológicas localizadas na área variaram de 1.254,1 mm a 1.596,2 mm anual, concentrados no verão, sendo janeiro o mês de maior índice, com 516,8 milímetros (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2007). A vegetação natural é representada pela floresta tropical perenifólia e subperenifólia nas partes altas e a floresta tropical subperenifólia de várzea nas partes baixas. A distribuição espacial da vegetação está condicionada aos níveis altimétricos do terreno e a intensidade das interferências antrópicas.

Na área, como em toda região Serrana, a agricultura é praticada nas encostas dos estreitos vales, até as cabeceiras de drenagem. A característica topográfica de relevo montanhoso e o intenso regime pluviométrico, potencializam os processos erosivos, intensificando as perdas de solo, além do carreamento de agrotóxicos e de fertilizantes para os rios, causando poluição e contaminação ambiental.

2.2 Metodologia

A metodologia adotada partiu da geração de dados básicos no campo através de mapeamentos temáticos do meio físico, geração de mapas via classificação digital de produtos de sensoriamento remoto, com suporte de geoprocessamento e SIG, construção de uma base de dados espaciais em SIG, aquisição de dados e armazenamento em meio digital, via digitalizações na tela e determinações analíticas, envolvendo etapas de campo, laboratório e escritório. A etapa de campo englobou as atividades de coleta de amostras, mapeamentos e geração de dados básicos na escala 1:50.000.

Como material cartográfico básico, foram utilizadas cartas topográficas da FIBGE, na escala 1:50.000, com curvas equidistantes de 20 m, folhas Quartéis, Cordeiro, Trajano de Moraes, Duas Barras e Casimiro de Abreu; imagens do sensor Landsat5 TM com resolução 30 x 30 m, de outubro de 2005, correspondente a órbita/ponto 216/075, adquiridas no site do INPE e fotografias aéreas na escala 1:20.000, anos de 1970 e 2000 e aparelho de GPSMAP.

2.2.1 Etapas de Geoprocessamento

As informações cartográficas necessárias foram trabalhadas de forma digital e diretamente incorporados a uma base de dados espaciais, desenvolvida em ambiente SIG, gerando um banco de dados no ArcGIS 9.2, na projeção UTM, fuso 23S, Datum Córrego Alegre, com implementação de produtos de sensoriamento remoto, fotografias aéreas e mapas temáticos produzidos. Nas etapas de geoprocessamento e uso do SIG, utilizou-se os laboratórios do IGEO/UFRJ (departamentos de Geologia e Geografia) e da Embrapa Solos.

As cartas topográficas foram unidas no SIG para compor a área de estudo, a

seguir foram editadas, extraindo para a área de interesse os layers de drenagem, limites, estradas, edificações, pontos cotados e curvas de nível. Numa etapa posterior, a topologia foi colocada nas curvas de nível, efetuados os ajustes e eliminadas as informações inconsistentes, obtendo-se, dessa forma, a base cartográfica digital na escala 1:50.000. As imagens Landsat5 TM disponíveis estavam no formato geotif, na projeção UTM, Datum WGS84 e foram transformadas para o Datum Córrego Alegre, zona 23S. As fotografias aéreas em formato TIF foram georreferenciadas, padronizando 10 pontos por foto e erro máximo aceitável de 10 m.

Foram utilizados neste estudo três conjuntos distintos de MDEs. O primeiro gerado a partir de curvas de nível, o segundo obtido com os dados do ASTER GDEM e o terceiro obtido com os dados do DEM/SRTM. O modelo DEM/SRTM alcança precisão cartográfica até a escala 1:100.000 (SANTOS et al., 2005), em escala detalhadas os dados degradam a precisão. Na escala usada neste trabalho, o melhor resultado foi obtido com o MDE derivado da ferramenta Topo to Raster do programa ArcGIS Desktop (ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, 2006). Os MDEs do SRTM e do ASTER são disponibilizados gratuitamente a partir dos sites <http://srtm.csi.cgiar.org> e <http://imsweb.aster.erdasc.org.jp>. Para compor a área de estudo, foram baixados os modelos do SRTM 30 e do Áster Gdem, fornecidos no formato Geotif, coordenadas WGS84. A seguir, foram criadas duas máscaras, sendo recortada a área de interesse deste estudo. Os MDEs finais foram projetados no ArcGIS Desktop 9.2 para a projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Zona 23S, Datum Córrego Alegre.

A partir das feições digitalizadas e armazenadas na base cartográfica, elaborou-se o modelo digital de elevação (MDE) da área, com resolução espacial de 15m, utilizando-se a ferramenta Topo to Raster do programa ArcGIS Desktop (ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, 2006; HUTCHINSON, 1989), que emprega um método de interpolação especificamente projetado para criar modelos digitais do terreno hidrologicamente corretos. Para a geração do MDE, foram efetuados ajustes topológicos e direcionais da hidrografia, das curvas de nível e dos pontos cotados. Com auxílio do software, a rede hidrográfica foi editada, obtendo-se uma rede de arcos simples, conectados e orientados na direção do escoamento. Da mes-

ma forma, as curvas de nível foram ajustadas à hidrografia para assegurar sua coerência. Numa etapa de pós-processamento, procedeu-se a limpeza das depressões espúrias contidas no MDE.

Foi realizada uma avaliação da qualidade dos MDEs em termos da representação dos aspectos da superfície, conforme sugerido por Hutchinson e Gallant (2000) e Wise (2000), que são: a) análise do número e extensão das depressões espúrias; b) comparação entre a drenagem mapeada e a drenagem derivada pelos diferentes MDEs; c) comparação entre as curvas de nível derivadas e as curvas de nível originais; e d) análise das bacias de contribuição derivadas. De acordo com Hutchinson e Gallant (2000), as curvas de nível derivadas de um MDE fornecem uma avaliação sensível sobre a estrutura do terreno e é bastante útil devido a sua sensibilidade aos erros de elevação na fonte de dados. Deste modo, foi realizada uma comparação visual entre as curvas de nível derivadas a partir dos MDEs com as curvas de nível originais. Neste procedimento também foi utilizado o módulo Spatial Analyst do ArcGIS Desktop 9.2.

De acordo com Fernandes e Menezes (2005), o método baseado na triangulação (TIN) para geração de MDE é bastante eficiente em áreas de relevo acidentado. No entanto, o módulo *Topogrid*, que utiliza a hidrografia e outros corpos de água como elementos de descontinuidade e suavização, possibilita um sensível aumento da precisão dos modelos gerados (FERNANDES; MENEZES, 2005).

A partir do MDE corrigido e isento de depressões espúrias, foi gerada a grade com a declividade da área e extraídas outras variáveis morfométricas de interesse como direção do fluxo, fluxo acumulado, orientação das vertentes, perfil de curvatura, plano de curvatura e imagem de sombreamento do relevo, utilizando-se o módulo 3D Analyst do ArcGIS Desktop 9.2. Estas variáveis, segundo Minasny e McBratney (2002), representam atributos morfométricos e possuem relação direta com a formação dos solos na área de estudo.

O atributo de declividade é a primeira derivada do MDE, obtida diretamente através do comando "Slope" da extensão "Spatial Analyst". Este representa

a máxima taxa de mudança entre células e determina quão intenso é o movimento da água na vertente. Já a curvatura é uma segunda derivada do MDE e, em seu processamento, são ainda gerados os grids perfil de curvatura e plano de curvatura, que é classificada como côncava, plana ou convexa. Esta é obtida pela ferramenta "Curvature". Este atributo faz inferência sobre o comportamento do escoamento da água na vertente.

Esses grids foram utilizados juntamente com os produtos de sensoriamento remoto como material cartográfico básico nas etapas de prospecções e mapeamentos de campo, delimitação de bacias de captação, verificação de limites entre unidades de mapeamento, identificação de diferentes tipos de solos e pedoambientes e caracterização das unidades geombientais.

Numa etapa final aprontou a base de dados espaciais definitiva (BDE), onde foram feitos os ajustes na base cartográfica digital (contendo as curvas de nível, limites, drenagem, pontos cotados e infraestrutura viária), edições, ajustes e elaboração final dos mapas temáticos produzidos com o diagnóstico geoambiental, (solos, geologia, relevo e declividade, vegetação, uso e cobertura das terras).

Complementou-se a base de dados com as informações de pluviosidade e de áreas protegidas por legislação específica ou reservas existentes, constituindo assim, um conjunto de informações em meio digital, padronizadas na projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), fuso 23S e *Datum* Córrego Alegre, necessárias ao SIG, para análises, cruzamentos e geração de novos mapas interpretativos úteis ao planejamento como o de aptidão agrícola e agroecológica das terras e vocação agroambiental da área, todos na escala 1:50.000, os quais auxiliaram na análise integrada e elaboração do planejamento geoambiental da área.

Utilizou-se os programas ArcGIS 9.2, Spring 5.02, Photoshop 5.0, IrfanView e Excel, tanto para análises, cruzamentos e geração de mapas, como para armazenamento e manipulação de dados geocodificados e informações contidas na BDE. As fases seguidas se resumem nos seguintes módulos: entrada de dados; armazenamento e gerenciamento da base de dados; interação; transformação e análises; exibição e saída de dados.

Processamento digital de imagens

O processamento digital de imagens de satélites visou a classificação de uso e cobertura da terra correspondente à data de obtenção das imagens, incluindo a vegetação, e abrangeram procedimentos que visaram a obtenção de informações da superfície terrestre, contidas nas imagens de satélite da área de estudo. A classificação consiste em associar cada pixel da imagem a uma determinada "classe" de informações temáticas que descrevem um objeto real (CROSTA, 1992). No SPRING, o processamento digital de imagens consta de vários procedimentos, descritos em detalhes em Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2000), entre eles, a segmentação de imagens por crescimento de regiões, uma técnica de agrupamento de dados, na qual somente as regiões adjacentes espacialmente podem ser agrupadas (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2000). O processo de segmentação consiste na extração de objetos relevantes para as aplicações desejadas. É utilizado inicialmente para separar regiões onde as propriedades espaciais e espectrais irão juntar áreas com a mesma textura.

Os classificadores por regiões utilizam, além da informação espectral de cada pixel, a informação espacial que envolve a relação entre os pixels e seus vizinhos. Esse foi o procedimento utilizado neste trabalho, ele é aplicado às imagens brutas como etapa antecedente à classificação e com o objetivo de diferenciar classes de uso e cobertura da terra. Os classificadores Iseog e distância de Battacharya são algoritmos de classificação não-supervisionado e supervisionada disponíveis no programa SPRING para classificar regiões de uma imagem segmentada. Consiste em agrupar regiões a partir de uma medida de similaridade entre elas.

Após o mapeamento e classificação digital de imagens, é possível editar e converter o mapa. Exemplos envolvendo estes processos de classificação podem ser vistos em Moreira et al. (1998); Vences (2003); Duarte et al. (1999) apud Narvaes e Santos (2009). Neste trabalho foram utilizados os dois processos de classificação, supervisionado e não supervisionado, apoiados em trabalhos de campo sistemáticos para obtenção de amostras georreferenciadas com auxílio de GPS das áreas de treinamento.

Uso e cobertura das terras: o mapa de uso e cobertura das terras foi confeccionado por classificação digital (supervisionada e não supervisionada), com base em imagens do satélite Landsat 5, ano de 2005, e auxílio do programa Spring e de forma híbrida, com base na aplicação conjunta de uma classificação supervisionada e posterior classificação visual, a partir da análise de fotografias aéreas digitais anos de 1970 e 2000, com validação de trabalho de campo e apoio de equipamento de GPS, onde foram coletadas informações e discriminadas as diferentes classes de uso e cobertura da terra.

Com auxílio do SPRING, a partir da imagem Landsat 5 ano de 2005, bandas 2 a 7, excluindo a banda 6, gerou-se o mapa de uso por classificação não supervisionada e supervisionada. Na classificação não supervisionada, utilizou-se o classificador Iseseg, no módulo imagem/segmentação e classificação do SPRING. O tipo de classificação utilizada leva em conta a agregação de pixel, que se baseia nas características estatísticas de uma região, obtidas por uma segmentação anterior. Num primeiro momento, as classes rotuladas foram floresta, pastagem, cultivos, afloramentos, solo exposto, água e área urbana. O algoritmo para comparar as regiões da imagem com as classes que foram discriminadas no Spring foi a distância de Battacharya, onde cada região é incluída na classe temática com a qual apresenta menor distância de Battacharya. Todo o processo seguiu as seguintes etapas: imagem / segmentação / contexto / extração de regiões e classificação. O tipo de classificação utilizada leva em conta a agregação de *pixel*, que se baseia nas características estatísticas de uma região, obtidas por uma segmentação anterior. A segmentação consiste na extração de objetos relevantes para as aplicações desejadas. As classes consideradas foram floresta, pastagem, cultivos, solo exposto, água, área urbana, afloramento de rocha e mata com afloramento. Tanto na geração quanto na edição final destes mapas é imprescindível a associação de atividades de campo prévias e de checagem, para ajustes e correções posteriores no mapa gerado.

Na forma híbrida, a classificação foi feita com base na aplicação conjunta de uma classificação supervisionada e posterior classificação visual, a partir da análise de fotografias aéreas digitais, com validação de trabalho de campo. Neste procedimento, a aplicação conjunta da classificação supervisionada com suporte de fotografias aéreas 1:20.000 e classificação visual, com

auxílio de trabalho de campo e apoio de equipamento de GPS, onde foram coletadas informações sobre as diferentes classes de uso e cobertura da terra, como auxílio na discriminação final, os resultados foram os mais coerentes com as características geoambientais dominantes na área de interesse, refletindo melhor a realidade da área.

Os pontos checados no campo foram transferidos e sobrepostos às fotografias aéreas, auxiliando na interpretação das diferentes classes de uso da terra. Nas áreas onde houve mudanças no uso da terra e desmatamentos, foram utilizadas imagens atualizadas disponíveis no programa Google Earth. Para isso, os pontos coletados no campo foram exportados no formato kml e incorporados no Google Earth, a seguir foram digitados na tela os polígonos de interesse, que foram novamente exportados em kml e convertidos em formato shape.

Nesse mapa as classes discriminadas foram floresta, afloramentos de rocha, pastagem, cultivos, água, área urbana e mata com afloramentos. A carta de vegetação natural foi atualizada com informações de campo e auxílio de fotointerpretação e delimitada junto com o mapa de uso e cobertura. Nos ajustes finais, o mapa de uso busca contemplar todas as transformações em que o uso da terra alterou a vegetação original, de modo a fornecer um quadro geral da situação atual da área amostrada e o grau de conservação de seus habitats.

Geologia: extraída das cartas geológicas 1:50.000, folhas Cordeiro e Quartéis de Matos et al. (1980) e, Duas Barras e Trajano de Moraes, Rio de Janeiro (1982). Com auxílio de SIG, as folhas adquiridas no formato Tiff foram georreferenciadas e cortadas com auxílio de uma máscara, extraindo a área de interesse. A seguir, editaram-se os polígonos com as informações litológicas e os pontos de ocorrências, conforme a legenda constante nas cartas geológicas. Estes arquivos foram sobrepostos as informações de rede de drenagem e de áreas urbanas atualizadas, advindas da BDE produzida para a área, resultando em um mapa geológico com informações atualizadas de áreas urbanas e corpos d'água.

2.2.2 Etapa de Laboratório

Visando as caracterizações químicas, físicas e mineralógicas, as amostras dos perfis de solo coletados foram enviadas aos laboratórios de solo da Embrapa e de mineralogia do Departamento de Geologia da UFRJ. As determinações de rotina em levantamentos pedológicos são feitas na terra fina seca ao ar, proveniente do fracionamento subsequente à preparação da amostra. Os resultados de análises são referidos à terra fina seca a 105°C. A descrição detalhada dos métodos utilizados em análises para caracterização dos solos está contida no manual de métodos de análise de Solo (EMBRAPA, 1979).

Análises Físicas: calhaus e cascalhos; terra fina; porosidade total; análise granulométrica (areia, silte e argila); argila natural; argila dispersa em água; grau de floculação; relação silte/argila; densidade real e aparente (uso de cilindros de 50 cm³); umidade: 1/3 ou 1/10 e 15 atm; cálculo de água disponível.

Análises Químicas: pH em água e cloreto de potássio (KCl) normal; carbono orgânico; nitrogênio total e relação C/N; fósforo assimilável; Complexo sortivo (cálcio e magnésio trocáveis; potássio e sódio trocáveis; valor S (soma de cátions trocáveis): alumínio extraível; acidez extraível (H⁺ + Al⁺⁺⁺); hidrogênio extraível; e valor V% (percentagem de saturação de bases); valor T (capacidade de troca de cátions); percentagem de saturação com Na⁺; percentagem de saturação por Al⁺⁺⁺; ataque sulfúrico (SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃, TiO₂, K₂O e Na₂O, relação Al₂O₃/Fe₂O₃), carbonatos, sais solúveis e mineralogia das argilas.

2.2.3 Etapa de Campo

No campo, com objetivo de estudar “in loco” os elementos componentes da paisagem e produzir o diagnóstico geoambiental, foram mapeados solos, uso e cobertura das terras, efetuados ajustes na rede de drenagem, na declividade, na litologia e coletadas informações de áreas de proteção legal, de pluviosidade e socioeconômicas. Para o diagnóstico foram considerados, também, parâmetros referentes ao relevo, erosão, drenagem, pedregosidade, rochosidade, vegetação original, transformações na paisagem, uso agrícola, solos, observações referentes a geologia, clima, ação da água nas encostas e perfil tecnológico dos agricultores locais.

Os trabalhos de campo foram orientados para verificação da diversidade dos aspectos físicos, das atividades antrópicas e dos problemas de degradação e conflitos relacionados ao uso dos recursos naturais, de modo a fornecer um quadro geral da situação atual da área amostrada e o grau de conservação de seus habitats. A área foi percorrida através de transecções, onde foram feitas coleta de amostras de solos, com a finalidade de auxiliar a classificação pedológica, descrição morfológica de perfis e coleta de perfis trincheiras de solos para caracterizações analíticas, coletados pontos de campo com auxílio de GPS, observações "in loco" e registro fotográfico dos detalhes considerados de interesse. Foram realizadas também, campanhas de campo específicas para coleta de dados referente ao mapeamento de uso e cobertura da terra, para comprovação da verdade terrestre, após a classificação digital de imagens de satélites e ajuste finais nos mapas produzidos.

Solos: a prospecção e identificação dos solos foram executadas segundo o método de exame intensivo com trabalho de campo e observações a pequenos intervalos, que permitiram visualizar a sequência de distribuição dos solos na paisagem e estabelecer a legenda preliminar. Estes serviços compreenderam a coleta de amostras de solo para posterior análise em laboratório, mapeamento com apoio nos produtos de sensoriamento remoto, MDE, declividade, curvas de nível, fointerpretação de fotografias aéreas e observação da diversidade dos aspectos fisiográficos do terreno e suas relações com o meio. Considerando as características morfológicas dos solos, aspectos fisiográficos do terreno e em função da grande variação espacial, a pequenas distâncias em muitos dos atributos dos solos, foram coletados 40 perfis completos de solos, 37 amostras extras de horizontes A e B e checados 356 pontos de campo. Os perfis escolhidos e pontos de amostragem encontram-se em pontos distintos da paisagem, não constituindo topossequências, e foram localizados de forma a representar as várias classes e tipos de solos que ocorrem na área, buscando obter uma certa representatividade das diferentes situações fisiográficas, além de sua distribuição geográfica. Os pontos checados foram marcados com o GPSMAP e posteriormente transferidos para a base digital.

Com os resultados das análises das amostras enviadas ao laboratório, foi elaborada a legenda de identificação dos solos. As determinações analíticas

seguiram o manual de métodos de análise de solo (EMBRAPA, 1979). Para as descrições morfológicas, seguiu-se as normas e definições contidas em Embrapa (1988) e Lemos e Santos (1996). A classificação dos perfis de solo seguiu o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2006).

2.2.4 Etapas de Gabinete

No gabinete, foram efetuadas as interpretações dos dados analíticos e descritivos dos perfis e amostras extras de solos, interpretações das correlações de campo para cartografia final, interpretação da aptidão agrícola das terras, padronização de dados climáticos, elaboração de legendas definitivas, ajustes finais e confecção dos mapas definitivos correspondentes às diferentes fases de trabalho, mais as fases seguidas com o uso dos SIGs e manipulação da BDE.

Aptidão agrícola das terras: a avaliação da aptidão agrícola das terras, método de Ramalho e Beek (1995), foi efetuada com base na fisiografia da área, nas observações de campo, nos resultados analíticos das amostras de solo coletadas e nas informações extraídas do levantamento de solos da área.

Dados climáticos: as informações climáticas foram obtidas nas cinco estações meteorológicas administradas pela ANA e operadas pela CPRM na bacia hidrográfica do rio Grande, com monitoramento quase que contínuo dos valores de precipitações, já os valores de temperatura são inexistentes.

A estação de Bom Jardim vem sendo monitorada desde 1941 e possui uma série histórica de 1941 a 2007. As estações de Barra Alegre e Vargem Alta possuem séries históricas de 1966 a 2007, já a estação de Ponte Bersort não possui dados de uma série amostral longa, o acompanhamento começou só em 2003. Nos limites com o município de Nova Friburgo fica localizada a estação Ponte Dona Mariana. Os dados estão disponíveis na Agência Nacional de Água, site da HIDROWEB, em (<http://hidroweb.ana.gov.br>). Utilizou-se apenas os dados das estações de Barra Alegre e Bom Jardim, por possuírem séries mais longas.

Outras informações: as informações sobre o comportamento tecnológico e organizacional dos produtores rurais teve por base as informações fornecidas pela Emater-RJ (1994, 2001) e no relatório do Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro (2005, 2007).

3. Resultados

3.1 Relevô

A região apresenta alto potencial de vulnerabilidade a eventos de erosão e movimentos de massa, devido ao gradiente elevado do relevo montanhoso dominante, associado às interferências antrópicas, expansão das atividades econômicas e índices de precipitação local. Em geral, os terrenos mais íngremes e elevados preservam a cobertura florestal, atenuando um pouco o potencial erosivo demonstrado pela região.

Complementando as informações sobre a geomorfologia da área, após a geração do modelo digital de elevação (MDE) com tamanho de células de 15 m (mde15), foram derivados vários componentes do MDE como: declividade, aspecto, curvatura, plano e perfil de curvatura, acumulação do fluxo, direção do fluxo e sombreamento do relevo. Esses grids foram produzidos também com a finalidade de alimentar a classificação supervisionada dos solos por rede neural artificial. A Figura 2 mostra o MDE da área, com tamanho de células de 15 metros.

Um aspecto relevante no planalto da região Serrana é a ocorrência de alvéolos de relevo suave, subordinados ao domínio montanhoso. Esses alvéolos, produzidos pela dissecação mais efetiva de uma determinada rede de drenagem ou condicionados por degraus estruturais, favorecem a implantação dos sítios urbanos e o desenvolvimento das atividades agrícolas na região (DANTAS, 2001). Nesse setor montanhoso do planalto destacam-se os núcleos urbanos de Bom Jardim, Monnerat, Amparo, São José do Ribeirão, Barra Alegre, Dr. Elias, Trajano de Moraes, Visconde de Imbé, Manuel Moraes, São Sebastião do Alto e Santa Maria Madalena, e, nos terrenos menos elevados, as localidades de Duas Barras, Cordeiro, Cantagalo, Santa Rita da Floresta, Euclidelândia e Macuco (DANTAS, 2001).

Na área de estudo, as amplitudes de elevação variam de 480 a 1.620 m, com média de 1.050 m (Figura 4), o que é uma grande amplitude de cotas altimétricas. Os vales são estreitos com vertentes de altitudes diferenciadas e relevo acidentado típico da serra do Mar, possuindo uma intensa malha de

pequenos cursos d'água, que drenam satisfatoriamente toda a área. Compreende parte da bacia e curso do rio Grande, um dos formadores do rio Dois Rios, que engorda seu fluxo ao receber as águas do rio Bengala e tributários, dos ribeirões São José, São Domingos, Santo Antônio, Capitão e do córrego Barra Alegre, seus principais tributários e coletores de águas na área de estudo. Esses cursos d'água são os principais receptores de sedimentos carregados das encostas e levados até o rio Grande. As menores altitudes, cotas de 480 até 550 m, circundam o médio curso do rio Grande, próximo à divisa com o município de Cordeiro; e a mais alta, de 1.620 m, delimita os divisores d'água nas cabeceiras dos ribeirões Santo Antônio e Pito Aceso, próximo ao Alto do Mundo Novo.

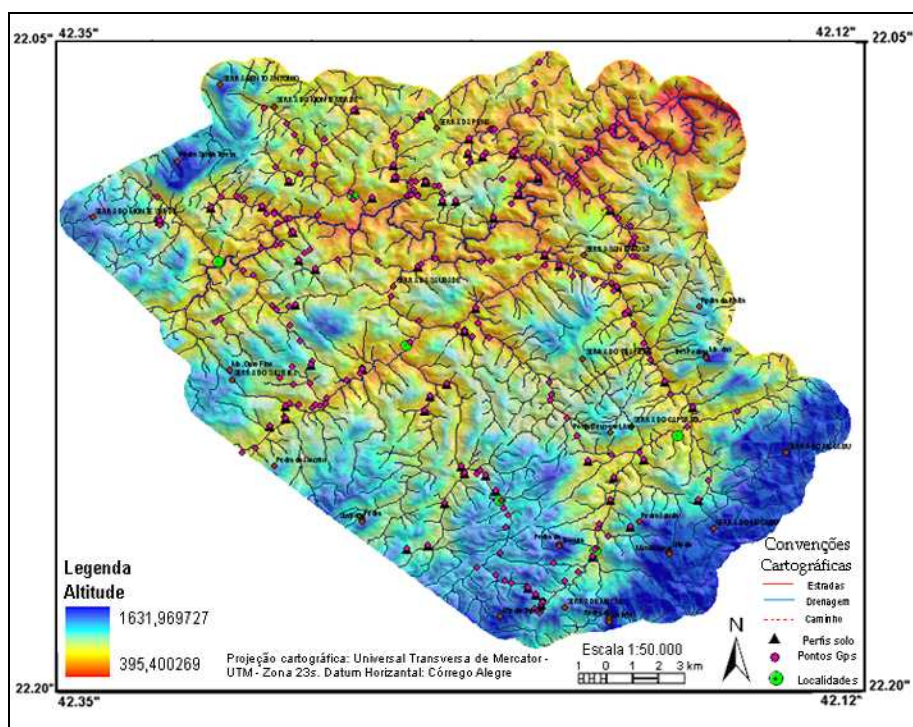


Figura 2. Modelo Digital de Elevação.
Fonte: Calderano Filho (2010).

Os maiores declives estão associados sempre com as áreas das colinas e maciços costeiros do planalto da Serra dos Órgãos, unidade definida por Dantas (2001), pelo domínio predominante de morros elevados e montanhas e os menores se associam com as áreas cobertas pelos sedimentos do Quaternário. As áreas de várzea que não são muitas, pois muitas vezes os rios correm encaixados entre morros elevados, apresenta relevo plano a suave ondulado, com 0 a 8% de declive em quase toda a sua extensão. Em alguns locais a várzea é entulhada, observando-se variações de altitude e natureza dos sedimentos, principalmente nas áreas de alvéolos. A drenagem no ambiente de várzea é impedida, com solos imperfeitamente drenados. As encostas do vale são íngremes ou discretamente abauladas. Devido à natureza dos solos muito porosos e declive favorável, a drenagem interna é boa. Observa-se, no entanto, em pequenas porções de anfiteatro e áreas de depósitos de Tálus, solos imperfeitamente drenados.

Os blocos rochosos e salientes apresentam-se como enormes blocos que se destacam nos pontos mais proeminentes da topografia, a dezenas de metros acima dos vales, com aspecto de montanhas desnudas sujeitas à esfoliação, apresentando sulcos, onde se fixa vegetação rasteira de líquens, musgos e bromélias. O paredão descoberto muito raramente tem continuidade até o fundo do vale, nesse setor destaca-se a Pedra de Santa Tereza e a Pedra Aguda.

O mapa de declividade foi classificado em seis classes de relevo: plano (0-3%), suave ondulado (3-8%), ondulado (8-20%), forte ondulado (20-45%), montanhoso (45-70%) e escarpado (> 70%), Figura 3. A definição de intervalos de classes de declives utilizadas está de acordo com Embrapa (2006). Pela tabela 1, verifica-se que 69,24% da área do município apresentam declividade superior a 20%, sendo que 43% em relevo forte ondulado (20-45%), 20,02% relevo montanhoso (45-75%) e 6,22% apresentam relevo escarpado (> 75%). As áreas de relevo ondulado (8-20%) ocupam 20,83% e as áreas de relevo plano (0-3%) e suave ondulado (3-8%) ocupam 9,93% das terras e estão relacionadas com os sedimentos do Quaternário.

O mapa de declividade, junto com as feições identificadas na fotointerpretação dos produtos de sensoriamento remoto, serviu entre outros

fins, para apoiar a cartografia dos solos no campo pelo método tradicional. Desta forma, o delineamento das unidades de mapeamento superpõe-se às classes de declives especificadas no mapa.

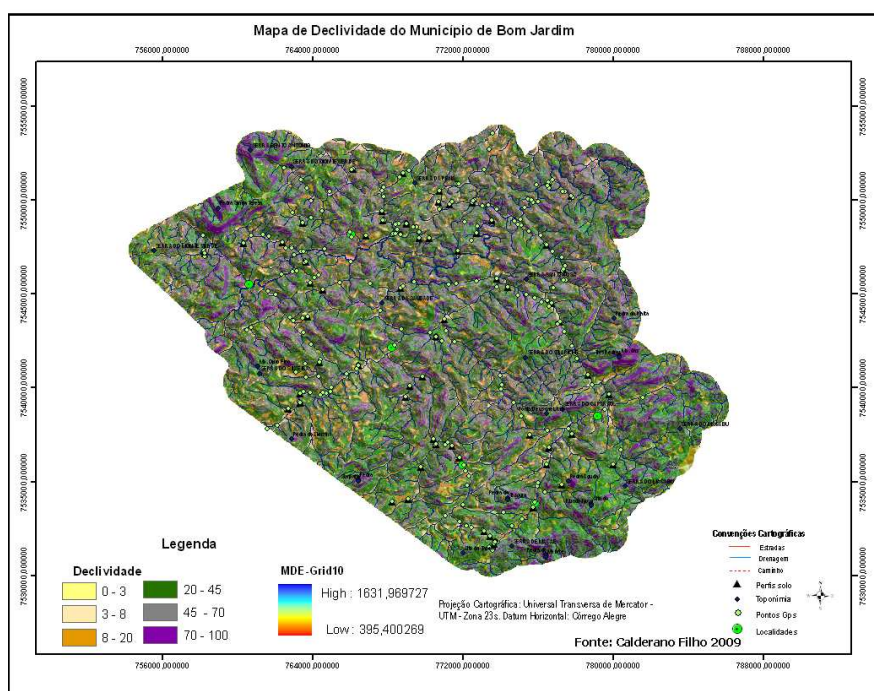


Figura 3. Distribuição das classes de declive em percentagem e em graus.
 Fonte: Calderano Filho (2010).

Tabela 1. Distribuição das classes de declividade.

Classe de declive	Área (ha)	%
Plano	862,74	1,78
suave ondulado	3.950,22	8,15
Ondulado	10.096,10	20,83
forte ondulado	20.841,69	43,00
Montanhoso	9.703,50	20,02
Escarpado	3.014,77	6,22
Total	48.469,06	100,00

A elevação apresenta a distribuição das classes de altitudes ou patamares hipsométricos, em intervalos verticais equidistantes. Entre as outras variáveis derivadas do MDE, o aspecto representa a direção da declividade e pode ser observado na figura 4, com as faces classificadas como Norte, Leste, Sul e Oeste, trata-se de um modelo numérico de terreno com valores contínuos de 0 a 360. Na área de estudo não existe uma direção preferencial das faces das vertentes, Norte, Sul, Leste e Oeste.

O sentido do escoamento superficial contém valores reais associados às células, a Figura 4c mostra o escoamento superficial acumulado sendo sobreposto pela hidrografia vetorial, atribuindo-se uma cor para os valores associados das células. Células menores que 200 representam a hidrografia vetorial obtida da carta topográfica do IBGE e células maiores ou iguais a 200 representam a drenagem numérica da área. A segmentação da área em sub-bacias hidrográficas menores pode ser visualizado na Figura 4d. Nota-se que algumas pequenas bacias estão delimitadas, tanto na parte sul quanto na parte oeste da área, sendo que as mesmas aparecem associadas a segmentos de drenagem incompletos, em razão de os limites da área de estudo terem sido extraídas da articulação de cinco folhas topográficas do IBGE.

As duas curvaturas mais comumente computadas são: plano de curvatura (taxa de variação do aspecto ao longo da curva de nível) e perfil de curvatura (taxa de variação da declividade ao longo da linha de fluxo). O perfil de curvatura é importante para caracterizar mudanças na velocidade do fluxo de água e processos relacionados ao transporte de sedimentos. Por sua vez, o plano de curvatura mede a propensão da água convergir ou divergir à medida que atravessa o terreno (GALLANT; WILSON, 2000). De maneira geral, para toda a área de trabalho os resultados obtidos indicam uma predominância de formas de relevo retilíneas (valores intermediários) sobre o côncavo (valores negativos) e o convexo (valores positivos), quando consideramos os temas perfil e plano de curvatura. Para o tema curvatura, as formas côncavas e convexas praticamente se igualam. Embora nenhuma relação explícita tenha sido detectada durante as observações de campo no que diz respeito à distribuição dos solos na paisagem, o perfil de curvatura foi utilizado para tentar melhorar a discriminação dos solos (Figura 5).

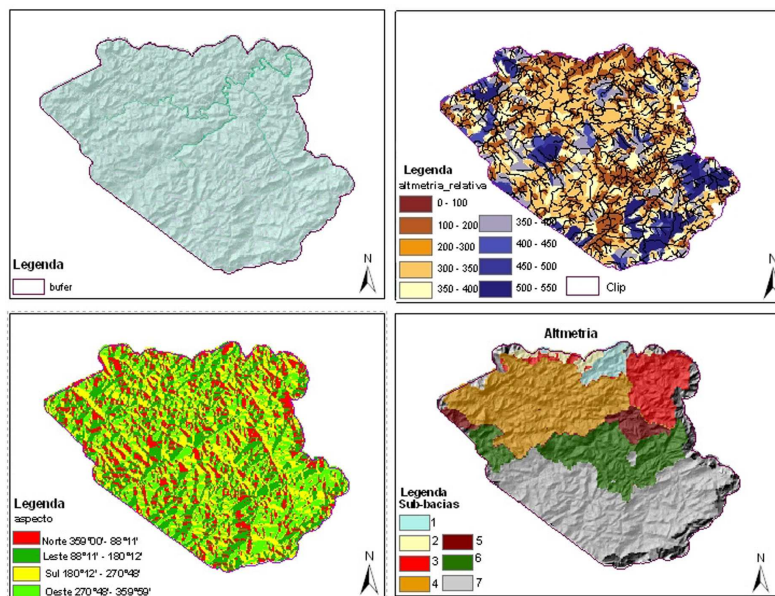


Figura 4. Representação dos temas aspecto, altimetria relativa, escoamento superficial acumulado e sub-bacias hidrográficas da área de estudo. Fonte: Calderano Filho (2012).

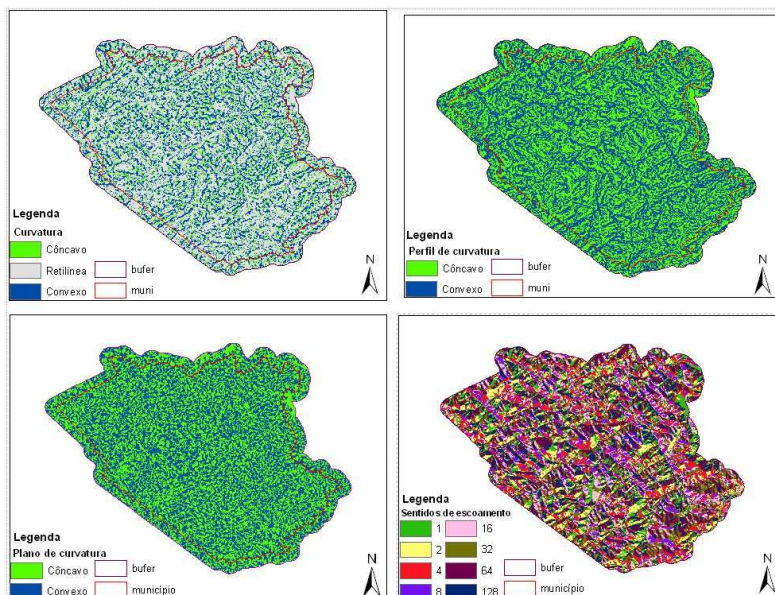
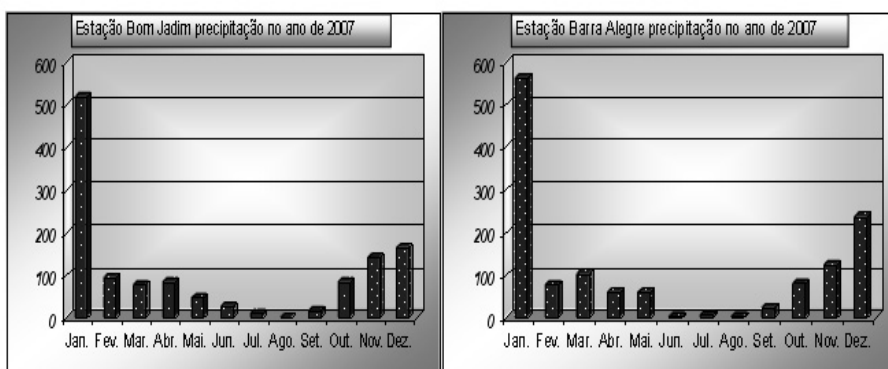


Figura 5. Representação dos temas relativos à curvatura, perfil de curvatura, curvatura plana e sentidos de escoamento possíveis.

3.2 – Clima

Pela predominância de superfícies altas, o clima na região é ameno, o tipo climático predominante na área é o tropical mesotérmico brando super úmido (NIMER, 1977; FAPERJ, 1980). A temperatura média anual é de 17,8°C. O verão é brando, com temperaturas médias variáveis de 18,3°C a 21,4°C, no inverno a média varia entre 13°C a 16,8°C, sendo junho e julho os meses mais frios. Comparados a outros municípios da região Serrana, Bom Jardim e Nova Friburgo apresentam um clima mais seco em decorrência de estarem abrigados pela encosta da serra (NIMER, 1977). A precipitação média anual, segundo dados da estação meteorológica de Bom Jardim, é de 1.536 mm, concentrados no verão (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2007).

Como mencionado no item 2.2.4, todas as estações meteorológicas ficam na bacia hidrográfica do rio Grande, uma sub-bacia do rio Paraíba do Sul. Utilizou-se apenas os dados das estações de Barra Alegre e Bom Jardim, por possuírem séries mais longas, a estação de Vargem Alta possui dados duvidosos e falhados, enquanto a estação Ponte Bersort só está disponível dados a partir de 2003. Nas figuras 6 e 7 são apresentadas a distribuição mensal das precipitações pluviais no ano de 2007, para as estações de Bom Jardim e Barra Alegre, e nas figuras 8 e 9 as séries históricas de 1966 a 2007 para as estações de Bom Jardim e Barra Alegre.



Figuras 6 e 7. Distribuição mensal das precipitações pluviais no ano de 2007.
Fonte: baseado em Agência Nacional das Águas (2007).

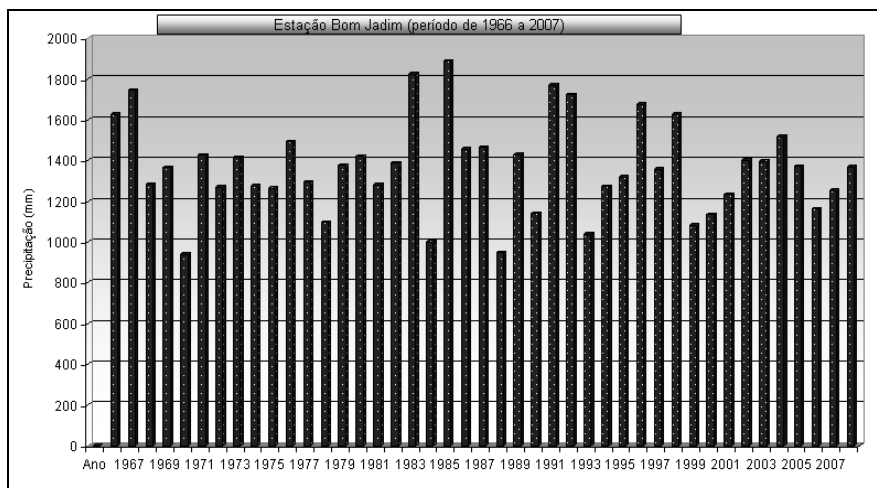


Figura 8 - Normais climatológicas da estação de Bom Jardim, série 1966-2007.

Fonte: Agência Nacional das Águas (2007).

A posição de Bom Jardim confere-lhe uma pluviosidade anual bastante elevada, concentrada no verão. Baseado nas normais climatológicas da estação de Bom Jardim, série 1941-2007 (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2007), a média de precipitação anual da estação Bom Jardim foi de 1.367,1 mm, sendo dezembro o mês de maior índice, com 264,5 milímetros. A estação mais seca, coincidente com o período frio, ocorre de maio a setembro, sendo junho (27,9 mm), julho (20,8 mm) e agosto (22,2 mm), os meses de menor precipitação, porém não é significativa, porque as temperaturas são baixas e a evaporação é relativamente fraca. O ano de maior precipitação durante toda a série foi o de 1952 com o total de chuva acumulado de 2.229 mm. O mais seco foi o de 1963 com chuva anual de apenas 538,7 mm.

Baseado nas normais climatológicas da estação de Barra Alegre, série 1966-2007 (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2007), a média de precipitação anual da estação Barra Alegre foi de 1.327,9 mm, sendo dezembro o mês de maior índice, com 248,3 milímetros. A estação mais seca, coincidente com o período frio, ocorre de maio a setembro, sendo junho (29,1 mm), julho (22,4 mm) e agosto (22,6 mm) os meses de menor precipitação. O ano de maior precipitação durante toda a série foi o de 1983 com o total de chuva acumulado de 2.068,4 mm. O mais seco foi o de 1990 com chuva anual de apenas 848,5 mm (Figura 9).

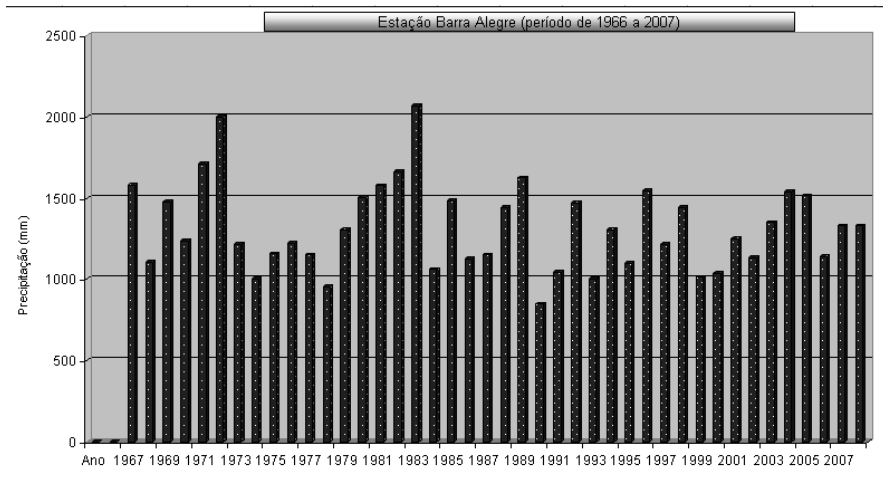


Figura 9. Normais climatológicas da estação de Barra Alegre, série 1966 - 2007.
Fonte: Agência Nacional das Águas (2007).

Vale ressaltar que os dados apresentados visam, apenas, fornecer um apanhado geral da área. Para uma análise mais confiável ao planejamento agrícola local, deve-se avaliar as condições da realidade local por sub-bacias hidrográficas.

3.3 – Vegetação

A cobertura vegetal predominante em praticamente toda a área de estudo é de floresta tropical perenifólia e subperenifólia, caracterizada assim por apresentar vegetação exuberante, com formações densas e espécies arbóreas de grande porte. São domínios florísticos correlacionáveis com a Floresta Ombrófila densa e mista. Suas folhagens pouco se alteram durante o ano, mesmo nos meses de menor precipitação pluviométrica (Figura 6). Além destas formações, em ambientes de acumulação dos cursos d'água, sujeitos ou não a inundações periódicas, encontra-se vegetação apresentando fisionomia arbustiva ou herbácea, variável de acordo com a intensidade e duração da inundação, com ocorrência de floresta tropical subperenifólia de várzea. São encontrados também, campos antrópicos com pastagens, que estão dispersos por toda a região, culturas perenes, culturas anuais em menor escala e culturas de ciclo curto.

Oliveira et al. (1995) afirmam que a grande maioria dos remanescentes da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro são de matas secundárias em diferentes estágios sucessionais e com idade variando entre 25 e 150 anos, alteradas pelas atividades agropecuárias ou exploração madeireira, possuindo estrutura florística e fitossociológica bastante diferenciada das matas mais conservadas.

Segundo Domingues et al. (1976) e Nimer (1977), a serra funciona como receptor de águas fluviais do litoral e como obstáculo que se interpõe aos ventos, constituindo, assim, um excelente reservatório de águas das chuvas. As encostas abruptas da serra condensam a umidade trazida pelos ventos, que, aliada à espessura e decomposição dos terrenos cristalinos, permite a existência de uma densa, exuberante e emaranhada floresta, com árvores de 20 a 30 m de altura, com grande riqueza de epífitas, trepadeiras e árvores dos mais variados portes.



Figura 10. Aspecto da floresta tropical subperenifólia.

Sendo uma floresta úmida e perenifólia, sua folhagem pouco se altera durante o ano, mesmo nos meses de menor precipitação pluviométrica. Nos trechos onde a floresta ocupava encostas e vales mais suaves, a vegetação encontra-se bastante alterada. Na área da estudo a substituição da floresta por atividades agrícolas imprimiu ao cenário uma paisagem de aspecto antrópico, com intensa ocupação do solo.

A carta de vegetação natural foi atualizada com informações de campo e auxílio de fotointerpretação, delimitada junto com o mapa de uso e cobertura. Atualmente, em algumas encostas com declives muito acentuados e nos topos mais elevados, observa-se vegetação secundária fechada, algumas áreas ainda estão preservados em matas nativas, onde predominam espécies características da Mata Atlântica. Do arvoredo natural, embora menos frequente que outrora, ainda se encontram madeiras de lei como descritos nos trabalhos de Emater-RJ (1994) e Schwirkowski (2013).

Onde há exposição rochosa, nota-se uma camada de finíssima espessura, permitindo apenas a propagação de líquens, musgos e bromélias, e nos topos das rochas onde a declividade permite, acumula-se uma camada húmica rasa em contato direto com o substrato rochoso, ou associada a solos litólicos, favorecendo o aparecimento de vegetação de aspecto arbóreo. Nas várzeas, já modificadas pelo uso, predominam ciperáceas e vegetação rasteira.

Segundo Rizzini (1972), as formações naturais caracterizadas por florestas secas são muito variadas no que concerne à sua estrutura e composição, embora elas relacionam-se com as florestas ombrófilas regionais, o grau de deciduidade foliar durante a seca e a intensidade da queda das folhas irá depender da severidade da seca e das condições edáficas existentes no local, só havendo perda total das folhas em casos extremos. Na área de estudo, o período seco não dura três meses e algumas formações florestais, que ocorrem principalmente nas divisas com os municípios de Macuco e Cordeiro, apenas transicionam-se para a floresta tropical subcaducifólia.

3.4 – Uso e Cobertura das Terras

As transformações na paisagem deixaram a vegetação original restrita às

áreas de maiores altitudes. Originalmente coberta por Mata Atlântica, atualmente a vegetação se encontra reduzida a alguns grupamentos florestais fragmentados e descaracterizados por sucessivas intervenções antrópicas (CALDERANO FILHO et al. 2009b). A distribuição espacial da vegetação está condicionada aos níveis altimétricos do terreno e a intensidade das interferências antrópicas. A ocupação e uso do solo sem planejamento adequado causaram a substituição da vegetação por atividades agrícolas em áreas consideradas vulneráveis, como margens de córregos e rios, topos de morros e áreas suscetíveis à erosão.

As figuras 11 e 12 mostram os mapas de uso e cobertura das terras confeccionados a partir da classificação digital e de forma híbrida. A classificação digital, utilizando imagens do sensor Landsat (Figura 11), permitiu separar, na classificação supervisionada, sete classes de uso e cobertura das terras, como mostra a figura 11, mas foi grande o grau de confusão entre as classes de solo exposto, área urbana, cultivos e pastagens.

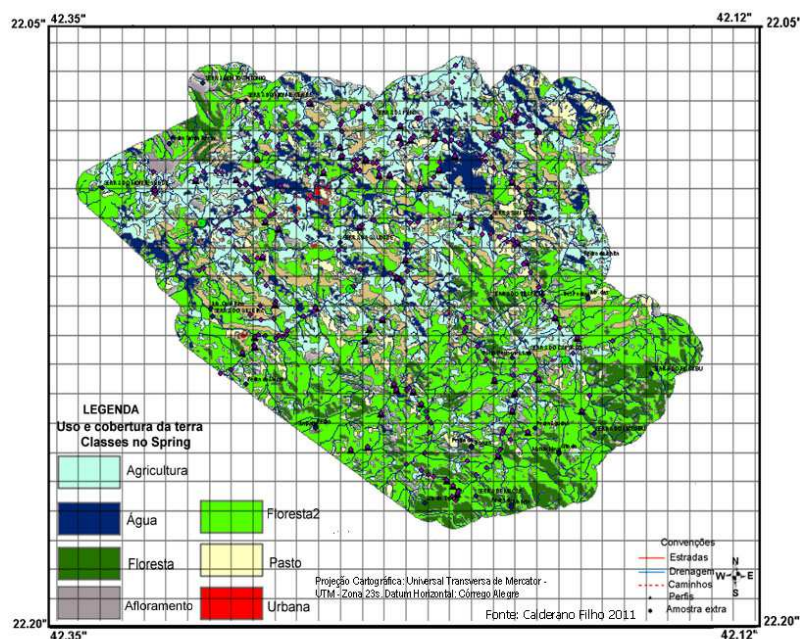


Figura 11. Mapa de uso e cobertura das terras da área, por classificação supervisionada.

Esse grau de confusão se explica pelo fato das subcategorias de uso solo exposto, área urbana e cultivos, ocuparem superfícies muito pequenas, com áreas menores que a área mínima mapeável na escala 1:50.000, mas encontram-se dispersas por toda a área de estudo. Nas áreas de pastagens, encontram-se muitas áreas de pasto sujo, o que é facilmente confundido com certos tipos de cultivos. Outra razão para isso pode estar nas amostras de treinamento fornecidas contendo conjunto de pixels mistos, com subcategorias de uso, ou contendo atributos diferentes do observado no campo, nos pontos de reconhecimento. No caso das imagens do Landsat, confirma-se o recomendado na literatura científica, cuja escala ideal para uso destas imagens é em escalas médias até 1:100.000.

É comum o uso de métodos híbridos de classificação digital e visual com base em produtos de melhor resolução, que no caso foram as fotografias aéreas digitais na escala 1:20.000. Principalmente em áreas montanhosas onde as características geoambientais peculiares imprimem na paisagem local uma predominância da classe de relevo forte ondulado e montanhoso e a maioria das atividades agrícolas é praticada em pequenas áreas de alvéolos, inseridas nestas unidades de relevo. Fato que associado a escala de trabalho adotada 1:50.000, acaba dificultando a separação e representação cartográfica de pequenos polígonos.

Visando eliminar os erros de classificação, estabelecer um equilíbrio entre fragmentação da área, generalização e melhorar os resultados na elaboração da cartografia de uso e cobertura da terra, as classes de uso foram reinterpretadas e reclassificadas a uma categoria mais adequada e mais precisa, considerando a resolução espacial das fotografias aéreas. O mapa obtido mediante o processamento digital e classificação visual de fotografias aéreas, mostrando a distribuição final das classes pode ser observado na figura 12. A legenda final de trabalho foi estabelecida em função dos diferentes tipos de usos e cobertura das terras que ocorrem na área, possibilidade de representação cartográfica em função da escala adotada (1:50.000), área mínima mapeável, material básico utilizado e possibilidade de estabelecer manchas mais homogêneas das categorias de uso.

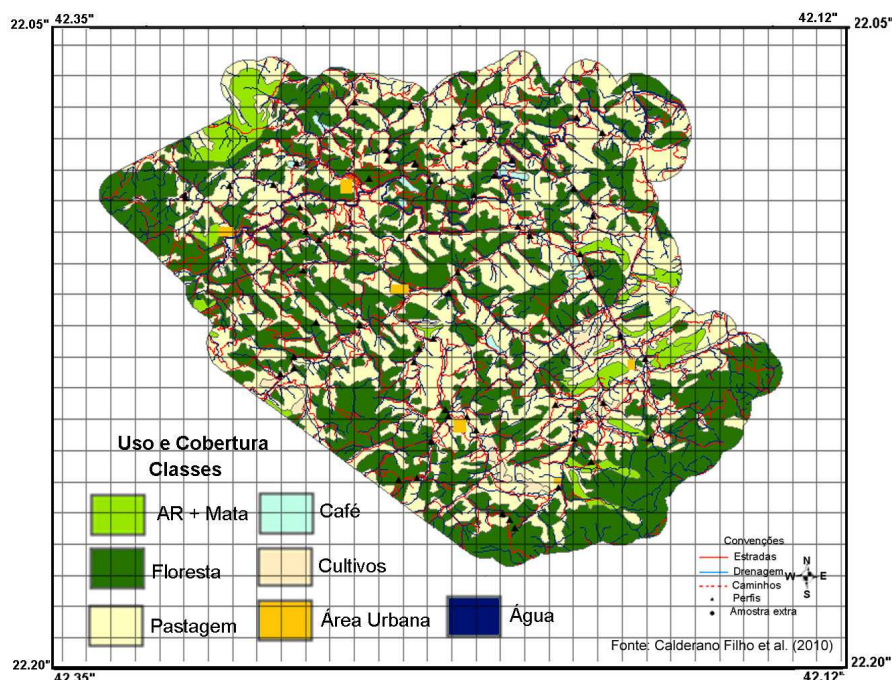


Figura 12. Mapa de uso e cobertura das terras da área de estudo.
 Fonte: Calderano Filho (2012).

A agricultura é praticada nas encostas dos estreitos vales até as cabeceiras de drenagem, em pequenos módulos rurais, típica de pequenos proprietários rurais, em regime de agricultura familiar. As terras são utilizadas predominantemente com pastagens, em geral de braquiária (*Braquiária decumbes*), que ocupam 49% da área, cultivos de olerícolas, plantios de café (*Coffea arabica* L) e de flores ornamentais, dentre as quais a principal é o plantio de rosas (*Rosa x grandiflora* Hort), reflorestamento de Eucaliptos, além da pecuária de leite e corte. A distribuição espacial da vegetação está condicionada aos níveis altimétricos do terreno e a intensidade das interferências antrópicas. A distribuição das classes de uso da área é mostrada na figura 12, a tabela 2 mostra os percentuais de ocorrência por classe.

Onde há exposição rochosa, nota-se uma camada de finíssima espessura, permitindo apenas a propagação de líquens, musgos e bromélias, e nos topos

das rochas onde a declividade permite, acumula-se uma camada húmica rasa em contato direto com o substrato rochoso, ou associada a solos litólicos, favorecendo o aparecimento de vegetação de aspecto arbóreo. Nas várzeas, já modificadas pelo uso, predominam ciperáceas e vegetação rasteira. Aproximadamente 44% da área ainda se encontram preservados em matas. De maneira mais restrita algumas áreas são utilizadas com reflorestamento de eucaliptus.

Neste mapeamento foi possível delimitar e discriminar as seguintes categorias de uso e cobertura:

⇒ Floresta representa as áreas que possuem cobertura vegetal arbórea densa, onde as copas se tocam. Trata-se de vegetação secundária, evidenciado por um grau maior ou menor de alterações de sua composição original. Nessa escala, não foi possível fazer distinção cartográfica entre capoeiras e mata ciliar.

⇒ Pastagem engloba as áreas de pastagens plantadas e naturais, com diferentes níveis de manejo.

⇒ Afloramento + Mata Rala engloba vegetação de porte arbóreo arbustivo sobre afloramentos. Alguns fragmentos de vegetação rasteira muito pequenos que ocorrem nas partes altas, recobrando os afloramentos com líquens, musgos e bromélias, estão aí incluídos.

⇒ Cultivos englobam várias culturas com destaque para olerícolas e plantio de flores ornamentais. Tais culturas ocupam áreas muito pequenas para serem mapeadas individualmente.

⇒ Café corresponde a plantios de café de idades variadas.

⇒ Água representa toda superfície líquida, rios e lagos.

⇒ Área Urbana representa as áreas edificadas.

Áreas pontuais como reflorestamento de eucaliptos e áreas de solo exposto não foram possíveis de separar, considerando que estes, assim como as áreas de cultivo agrícola, ocorrem em pequenos módulos.

Tabela 2. Percentuais das classes de uso e cobertura das terras.

Categorias de Uso	ha	%	Categorias de Uso	ha	%
Floresta	21.275	44	Cultivos	1.002	2,1
Pastagem	23.754	49	Café	227	0,6
Ar + Mata	2.102	4,0	Água	52.0	0,1
Área Urbana	57.0	0,2			
Total				48.469,06	100

3.5 - Aspectos Geológicos

Estudos geológicos de Mendes et al. (2007), Matos et al. (1980), Rio de Janeiro (1982) e Mendes et al. (2004) assinalam para o município a predominância de unidades Neoproterozóicas pertencentes ao Segmento Central da Faixa Móvel Ribeira (Ciclo Brasileiro/Pan-Africano), constituídas preferencialmente de rochas ortoderivadas pertencentes ao Complexo Rio Negro (conjunto de ortognaisses e migmatitos), associados a rochas do Batólito Serra dos Órgãos (ortognaisses granodioríticos), intercaladas a faixas de gnaisses paraderivados do Grupo Paraíba do Sul (leucognaisses e rochas metassedimentares) e rochas ígneas de composição granodiorítica a granítica, mais raramente gabróica, que intrudiram estas unidades. Em menor extensão, ocorrem terrenos do Quaternário representados pelos depósitos aluviais inconsolidados de consistência arenoargilosas, argilosa e siltoargilosa, Figura 13.

Matos et al. (1980) e Rio de Janeiro (1982) separam nos domínios da área de estudo e adjacências os terrenos do Pré-cambriano em quatro complexos, distribuídos em várias unidades, além de rochas da Associação Paraíba do Sul, diques de gabro e diabásio que aparecem cortando praticamente todas as unidades do Pré-cambriano, terrenos do Quaternário holoceno e, várias ocorrências litológicas, sem expressão cartográfica.

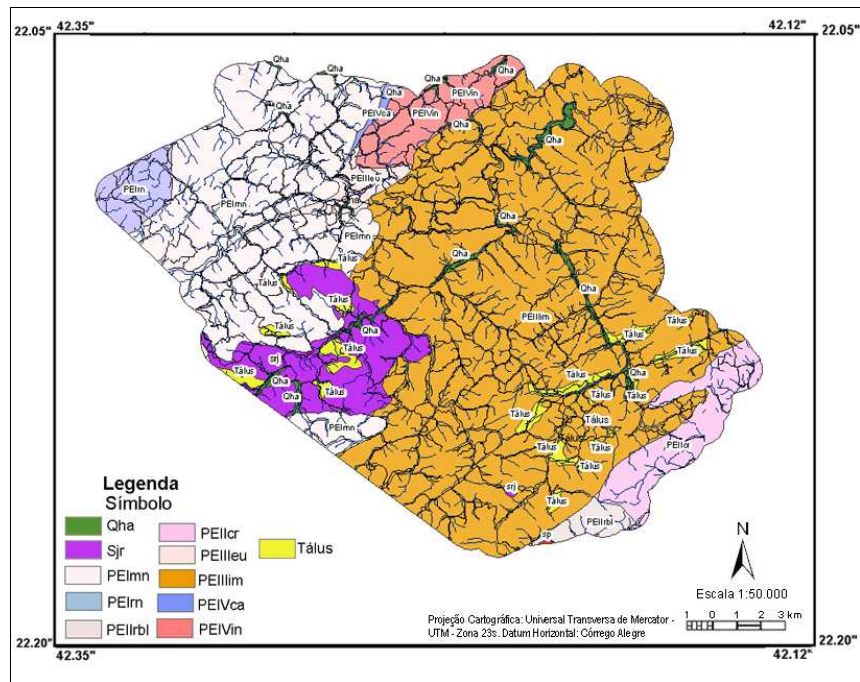


Figura 13. Mapa de Litologia da área.

Fonte: Modificado de Matos et al. (1980) e Rio de Janeiro (1982).

A partir da superposição do mapa de geologia com o mapa de solos, atribui-se a classe Sedimentos Aluviais cada vez que uma classe litológica sobrepunha-se as classes de solos Neossolo Flúvico, Cambissolo Flúvico e Gleissolo, representado assim, a distribuição de depósitos quaternários sobrepostos às litologias do embasamento, ao longo das calhas dos rios e ribeirões.

O material nas áreas de várzea é constituído de sedimentos argiloarenosos, compreendendo aluviões fluviais recentes e formações aluviais e coluviais mais antigas referidas ao holoceno, proveniente de material carreado das encostas e depositado nas calhas dos rios e córregos. Em certos locais nota-se o aporte recente de material coluvial. Esses sedimentos ocupam menor extensão, a planície fluvial e os terraços, onde ocorre os sedimentos do quaternário ocupam 801,30 ha, com apenas 1,65%, nas áreas de sopé, ocorre os depósitos de tálus e ocupam 1.216,21 ha, com 2,52%. O restante das unidades é mostrado na Tabela 3.

Tabela 3. Distribuição das unidades litológicas que ocorrem na área.

Unidades	ha	%	Unidades	ha	%
PEImn (Monerá)	10.917,25	22,52	PEIleu (Euclidelândia)	650,52	1,34
PEIVin (Complexo Indiviso)	1.762,38	3,64	PEIcr (Crubixais)	2.078,72	4,29
PEIrn (Complexo Rio Negro)	972,78	2,01	Sjr (Granito S.JRibeirão)	3.094,71	6,39
PEIVca (Capim Angola)	121,79	0,25	Sp (Granito São Pedro)	6,30	0,01
PEIlim (Imbé)	26.323,74	54,31	Aluvião	801,30	1,65
PEIrlb (Rio Bonito- Lumiar)	523,36	1,08	Tálus	1.216,21	2,52
Total				48.469,06	100,00

A várzea apresenta relevo plano, com 0 a 3% de declive, em certos locais o relevo é suave ondulado com 3 a 8% de declive e a várzea é entulhada, observando-se variações de altitude e natureza dos sedimentos. A drenagem no ambiente de várzea é impedida, com solos imperfeitamente drenados.

As encostas do vale são íngremes ou discretamente abauladas, devido à natureza dos solos muito porosos e declive favorável a drenagem interna é boa. Observa-se, no entanto, em pequenas porções de anfiteatro e áreas de depósitos de Tálus, solos imperfeitamente drenados.

Os blocos rochosos e salientes apresentam-se como enormes blocos que se destacam nos pontos mais proeminentes da topografia, a dezenas de metros acima do vale regional, com aspecto de montanha desnuda sujeita à esfoliação, apresentando sulcos, onde se fixa vegetação rasteira de líquens, musgos e bromélias. O paredão descoberto muito raramente tem continuidade até o fundo do vale.

O material de origem dos solos é bastante diferenciado. Os solos das encostas e partes mais altas têm origem essencialmente em produtos de alterações das rochas acima citadas e em material de cobertura pseudo-autóctone influenciando até o desenvolvimento do horizonte B. Ocorre na área extensão razoável de encostas coluviais de material transportado em fases diversas, em mistura com produtos da alteração das rochas acima citadas. Na várzea, o material de origem dos solos é constituído de sedimentos argiloarenosos, compreendendo aluviões fluviais recentes e formações aluviais e coluviais

mais antigas referidas ao holoceno, proveniente de material carreado das encostas e depositado nas calhas dos rios e córregos. Em certos locais, nota-se o aporte recente de material coluvial.

3.6 - Solos do Médio Alto Curso do Rio Grande

A conceituação das classes de solo foi elaborada segundo os critérios adotados atualmente pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2006). As classes definidas no quarto nível categórico, de acordo com o mapa de solos, são a seguir descritas com base nas características morfológicas e análises físicas, químicas e mineralógicas dos perfis representativos. As principais classes de solos que ocorrem na área são: Latossolo Vermelho distrófico típico álicos e não álicos; Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico e Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico argissólico, álicos e não álicos, Latossolo Amarelo distrófico típico, com horizonte A moderado e proeminente, Latossolo Amarelo distrófico argissólico, Latossolo Amarelo Ácrico típico e Latossolo Amarelo distrófico húmico, álicos e não álicos; Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico, Argissolo Amarelo distrófico abrupto, Argissolo Amarelo distrófico úmbrico e Argissolo Amarelo distrófico típico; Argissolo Vermelho distrófico típico, Argissolo Vermelho distrófico latossólico e Argissolo Vermelho eutrófico típico; Cambissolo Háptico Tb distrófico típico e Cambissolo Húmico distrófico típico; Cambissolo Flúvico Tb distrófico típico; Neossolo Litólico distrófico típico e Neossolo Flúvico Tb distrófico típico e Gleissolo Háptico Tb distrófico típico, como tipo de terreno Afloramento de Rocha. A figura 14 mostra o mapa de solos da área.

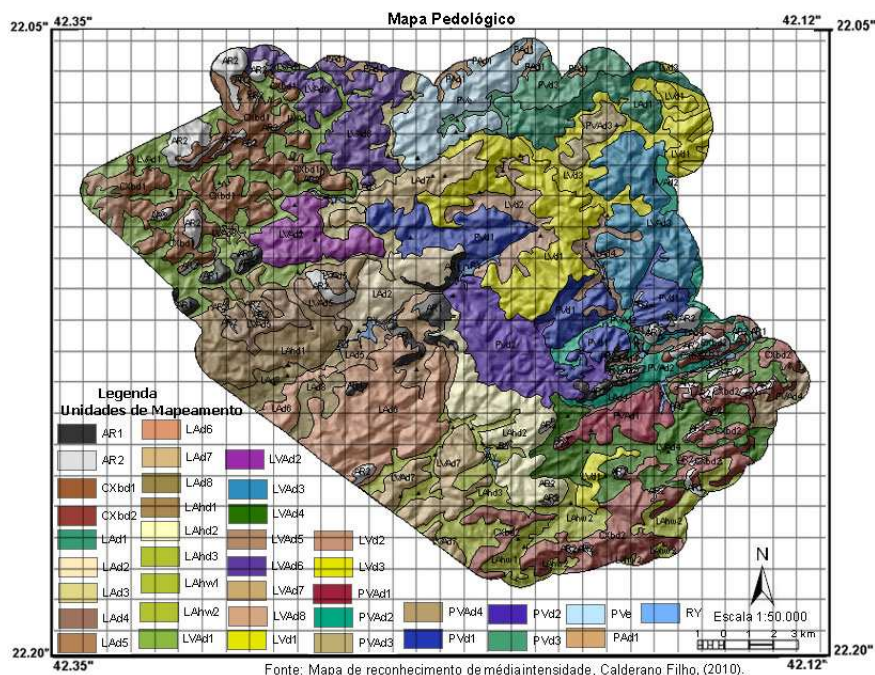


Figura 14. Mapa de solos da área do médio alto curso do rio Grande.
 Fonte: Calderano Filho (2012).

Os solos identificados manifestam variações em suas características morfológicas, físicas e químicas, condicionadas pelo clima, relevo, material de origem e posição que ocupam na paisagem (CALDERANO FILHO et al., 2009a), com enorme variabilidade em seus atributos a pequenas distâncias. As classes de solos foram subdivididas considerando-se o tipo de horizonte A, características taxonômicas de natureza intermediária, grupamentos texturais, constituição macroclástica, tipos de vegetação e classes de relevo.

As terras da área de estudo abrangem os dois principais domínios fisiográficos regionais, as baixadas e as terras altas. Através da análise conjunta das informações contidas na BDE e face às diversas condicionantes do meio físico que integram a paisagem local, os vários ambientes que integram essa paisagem foram separados em quatro feições geomorfológicas, inseridas nos sistemas de relevo definidos por (DANTAS,

2001), de domínio de morros elevados e domínio montanhoso, com ocorrência de alvéolos de relevo suave, subordinados ao domínio montanhoso, ou seja, as serras alinhadas, colinas e morros com encostas forte onduladas e montanhosas, colinas e morros com encostas onduladas, suave onduladas e inclusões de forte onduladas, e as baixadas (planícies fluviais e terraços), onde se inclui as áreas de alvéolos. Essas feições correspondem a quatro grandes domínios pedológicos relacionadas às terras baixas e terras altas, ou seja, quatro unidades básicas para efeitos de distribuição dos solos na paisagem.

A legenda de identificação dos solos foi organizada em conformidade com o nível do mapeamento executado e contém a relação das unidades de mapeamento identificadas e delineadas durante os trabalhos de campo, essas informações encontram-se em Calderano Filho (2012).

3.7 - Correlações, considerações e distribuição dos solos

As terras da área de estudo abrangem os dois principais domínios fisiográficos regionais, as baixadas e as terras altas. Através da análise conjunta das informações contidas na BDE e face às diversas condicionantes do meio físico que integram a paisagem local, pode-se de forma simplificada separar quatro feições geomorfológicas, relacionadas às feições geomorfológicas terras baixas e terras altas, ou seja, as serras alinhadas, colinas e morros com encostas forte onduladas e montanhosas, colinas e morros com encostas onduladas, suave onduladas e inclusões de forte onduladas, e as baixadas (planícies fluviais e terraços), onde se inclui as áreas de alvéolos. Essas feições correspondem a quatro unidades básicas para efeitos de distribuição dos solos na paisagem. A tabela 4 mostra os perfis P1 a P7 representativos dos solos das terras altas e terras baixas.

O material de origem dos solos é bastante diferenciado, os solos das encostas e partes mais altas têm origem essencialmente em produtos de alterações das rochas acima citadas e, em material pré-edaforizado influenciando até o desenvolvimento do horizonte B. Ocorre na área, extensão razoável de encostas coluviais de material transportado em fases diversas, em mistura com produtos

da alteração das rochas. Na várzea, o material de origem dos solos é constituído de sedimentos argiloarenosos, compreendendo aluviões fluviais recentes e formações aluviais e coluviais mais antigas referidas ao holoceno, proveniente de material carreado das encostas e depositado nas calhas dos rios e córregos. Em certos locais, nota-se o aporte recente de material coluvial.

No domínio das terras altas (unidade 1), correspondendo às serras alinhadas, com áreas de topografia muito acidentada e relevo montanhoso e escarpado, há uma predominância de Cambissolos háplicos, Neossolos Litólicos e Cambissolos húmicos que ocorrem associados à afloramentos de rochas, relacionadas a litologias diversas. Em alguns pontos, observa-se diques de reduzidas dimensões, de rocha ígnea muito alterada e cobertura de natureza estritamente coluvionar, independente da altitude e às vezes até mesmo da forma das encostas e declividade do terreno. Nesta unidade os ambientes se distinguem entre floresta tropical perenifólia e subperenifólia, com aspecto de muito pouco alterada. Apesar da altitude elevada e microclima mais frio, não se observou espécimes que justificassem encaixar a vegetação como floresta altimontana. Nestes locais, a floresta é mais fechada, com espécies de porte intermediário e maior diâmetro, tem aspecto de pouco explorada, provavelmente devido ao relevo acidentado que dificulta o uso do solo e a retirada de madeira.

Os solos predominantes são Argissolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos, Latossolos Vermelhos e Latossolo Amarelo húmico, que gradativamente dão lugar a Cambissolos Háplicos, Cambissolos Húmicos e Neossolos Litólicos, à medida que a vertente fica mais íngreme (CALDERANO FILHO et al., 2009b). Os Latossolos Húmicos têm maior ocorrência nas áreas abaciadas, de alvéolos intermontanos que compõem os domínios Montanhoso e Colinoso. Serras e áreas de topografia muito acidentada são encontradas nesse ambiente, onde se verifica ocorrências de Afloramentos de Rochas em associação com Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos.

Ainda nesse domínio, a unidade 2 corresponde às colinas e morros dissecados, com encostas forte onduladas e montanhosas, predomina Argissolos Vermelhos, Argissolos Vermelho-Amarelos e eventualmente Argissolos Ver-

melho-Amarelos câmbicos e latossólicos, de média a alta fertilidade, alguns com restrições nas propriedades físicas e de elevada suscetibilidade à erosão. Em menor proporção ocorrem Cambissolos háplicos e húmicos, Latossolos Vermelhos e Latossolo Amarelo húmico e não húmico. Os Latossolos húmicos têm maior ocorrência nas áreas abaciadas, de alvéolos intermontanos que compõem o domínio montanhoso e colinoso. Nesta unidade os ambientes se distinguem entre floresta tropical perenifólia e subperenifólia, capoeiras em avançado estágio de regeneração e pastagens. Nestes locais, a floresta é mais fechada, com espécies de porte intermediário e maior diâmetro, tem aspecto de pouco explorada provavelmente devido ao relevo acidentado que dificulta o uso do solo e a retirada de madeira.

Ainda no domínio das terras altas, a unidade 3 corresponde às posições intermediárias de colinas e morros com encostas onduladas e inclusões de forte onduladas e suave onduladas, os ambientes se distinguem entre capoeiras, pastagens, degradados ou não, uso agrícola e pequenas áreas de floresta subperenifólia. Os solos predominantes são Latossolos Vermelhos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Latossolos Amarelos húmicos e não húmicos, Argissolos Vermelhos e Argissolos Vermelho-Amarelos latossólicos, todos de baixa fertilidade natural, profundos e de boas propriedades físicas, apresentando menor suscetibilidade à erosão na classe dos Latossolos, eventualmente ocorrem Argissolos Amarelos distróficos, nas encostas suavizadas. Apenas na classe do Argissolo Vermelho há ocorrência de solos eutróficos, relacionados a diques de rochas básicas. Nesta unidade os ambientes se distinguem entre uso agrícola, pastagens, construções civis, capoeiras em estágio de regeneração e pequenas manchas de floresta tropical subperenifólia.

Excluindo os Neossolos Litólicos e os solos representativos das áreas de várzea, o restante dos solos, assim como os afloramentos de rochas, ocorrem em toda a área de estudo em diferentes posições da paisagem. Em alguns locais os blocos rochosos e salientes elevam-se a dezenas de metros acima do nível do terreno, na forma de montanha desnuda. Outra característica observada nos solos da região é a policromia, cores entre o avermelhado e o amarelado, com coloração avermelhada (matiz 2,5YR ou mais vermelho) e vermelho-amarelados (matiz mais amarelo que 2,5YR e igual ou mais amarelo

que 5YR). Os perfis apresentam cores variáveis, a depender da profundidade do “solum”, da posição que ocupam na paisagem e da drenagem interna.

Nas baixadas (unidade 4), áreas de planícies fluviais e terraços, importantes para a recarga de aquíferos, onde se incluem áreas de alvéolos, os solos predominantes são Neossolos Flúvicos Tb distróficos, que ocorrem em pequenos diques marginais e terraços aluvionares do rio Grande. Cambissolos Flúvicos Tb distróficos típicos ocorrem nas rampas suaves colúvio--aluvionares e coluvionares e, em pequena proporção, foram identificados Gleissolos Hápicos Tb distróficos, ocupando junto com os Neossolos Flúvicos, as partes mais baixas das várzeas. A Tabela 4 mostra as características físicas e químicas dos perfis estudados. Os perfis P1 a P6 são representativos das partes altas da paisagem e o perfil P7 é exclusivo das áreas de baixada.

Tabela 4 – Características físicas e químicas de alguns perfis descritos.

P1 – Latossolo Amarelo distrófico típico																	
Horizonte	Prof. (cm)	Cor úmida	Textura (g/kg)			ADA g/kg	GF %	Silte/ argila	Densidade g/cm ³		Porosidade cm ³ /100cm ³						
			Areia	Silte	Argila				Ds	Dp							
A	0-30	7,5YR 4/4	415	137	448	305	32	0,31	-	-	-						
AB	30-40	7,5YR 4/6	407	125	468	61	87	0,27	-	-	-						
BA	40-50	7,5YR 4/6	399	112	489	0	100	0,23	-	-	-						
Bw1	50-90	7,5YR 5/6	377	114	509	0	100	0,22	-	-	-						
Bw2	90-130	7,5YR 5/8	396	116	488	0	100	0,24	-	-	-						
Bw3	130-200	5YR 5/8	418	136	446	0	100	0,30	-	-	-						
Bw4	200-260	5YR 5/8	442	112	446	0	100	0,25	-	-	-						
Horizonte	pH (1:2,5)	Complexo sortivo (cmol/kg)							V (%)	Al (%)	C.O. (g/kg)	Ataque sulfúrico g/kg				Relações moleculares	
		H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S				T	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ (Ki)
A	4,5	4,0	0,5	0,6	0,22	0,01	1,3	9,7	13	52	20,2	131	190	71	8,9	1,17	0,95
AB	4,5	3,9	0,3		0,10	0,01	0,4	7,4	5	76	11,8	133	193	71	9,0	1,17	0,95
BA	4,5	3,9	0,4		0,09	0,01	0,5	6,5	8	71	10,7	144	197	80	9,4	1,24	0,99
Bw1	4,6	4,0	0,3		0,05	0,01	0,4	5,9	7	71	7,9	144	201	80	9,4	1,22	0,97
Bw2	4,6	4,0	0,3		0,06	0,01	0,4	4,3	9	56	5,0	138	203	84	9,3	1,16	0,91
Bw3	4,6	4,2	0,4		0,03	0,01	0,4	2,7	15	33	2,9	126	200	87	9,4	1,07	0,84
Bw4	4,9	4,8	0,2		0,12	0,01	0,3	2,3	13	0	1,9	116	202	71	8,8	0,98	0,80
P2 – Latossolo Vermelho distrófico típico																	
Horizonte	Prof. (cm)	Cor úmida	Textura (g/kg)			ADA g/kg	GF %	silte/ argila	Densidade g/cm ³		Porosidade cm ³ /100cm ³						
			Areia	Silte	Argila				Ds	Dp							
Ap	0-20	2,5YR 4/3	569	107	324	203	37	0,33	-	-	-						
Bw1	20-60	2,5YR 4/6	415	117	468	61	87	0,25	-	-	-						
Bw2	60-110	2,5YR 4/8	447	86	467	0	100	0,18	-	-	-						
Bw3	110-200	2,5YR 4/8	447	86	467	0	100	0,18	-	-	-						
Bw4	260+	2,5YR 5/8	466	68	466	0	100	0,15	-	-	-						
Horizonte	pH (1:2,5)	Complexo sortivo (cmol/kg)							V (%)	Al (%)	C.O. (g/kg)	Ataque sulfúrico g/kg				Relações moleculares	
		H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S				T	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ (Ki)
Ap	5,0	4,3	0,6	0,6	0,05	0,01	1,3	5,7	23	19	10,2	112	128	64	7,0	1,49	1,13
Bw1	5,1	4,4	0,6	0,4	0,08	0,01	1,1	4,7	23	15	7,3	176	196	82	10,4	1,53	1,20
Bw2	4,8	4,4	0,4	-	0,04	0,01	0,4	3,4	12	43	5,2	164	198	83	8,9	1,41	1,11
Bw3	4,7	4,4	0,3	-	0,03	0,01	0,3	3,6	8	40	4,1	172	203	86	10,6	1,44	1,13
Bw4	4,9	4,8	0,3	-	0,03	0,01	0,3	2,1	14	0	3,2	155	199	81	9,1	1,32	1,05
P3 – Latossolo Amarelo distrófico Húmico																	
Horizonte	Prof. (cm)	Cor úmida	Textura (g/kg)			ADA g/kg	GF %	Silte/ argila	Densidade g/cm ³		Porosidade cm ³ /100cm ³						
			Areia	Silte	Argila				Ds	Dp							
Ap	0-32	7,5YR 3/2	510	122	368	225	39	0,33	-	-	-						
A2	32-64	7,5YR 3/3	476	95	429	245	43	0,22	-	-	-						
A3	64-108	7,5YR 3/1	476	94	430	225	48	0,22	-	-	-						
AB	108-121	7,5YR 4/3	500	73	427	142	67	0,17	-	-	-						
Bw1	121-172	7,5YR 5/8	554	61	385	0	100	0,16	-	-	-						
Bw2	210+	7,5YR 5/8	550	66	384	0	100	0,17	-	-	-						
Horizonte	pH (1:2,5)	Complexo sortivo (cmol/kg)							V (%)	Al (%)	C.O. (g/kg)	Ataque sulfúrico g/kg				Relações moleculares	
		H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S				T	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ (Ki)
Ap	4,4	4,2	0,9		0,07	0,01	1,0	10,8	9	58	21,1	95	143	65	9,9	1,13	0,87
A2	4,7	4,2	0,5		0,02	0,01	0,5	9,6	5	71	17,8	106	146	71	9,3	1,23	0,94
A3	4,9	4,3	0,3		0,01	0,01	0,3	10,6	3	80	15,4	83	142	72	8,9	0,99	0,75
AB	5,0	4,4	0,4		0,01	0,01	0,4	5,8	7	67	8,6	85	149	86	10,3	0,97	0,71

P4 – Argissolo Vermelho distrófico típico																	
Horizonte	Prof. (cm)	Cor úmida	Textura (g/kg)			ADA g/kg	GF %	silte/ argila	Densidade g/cm ³		Porosidade cm ³ /100cm ³						
			Areia	Silte	Argila				Ds	Dp							
Ap	0-35	2,5YR 4/2	671	127	202	142	30	0,63	-	-	-						
AB	35-47	2,5YR 4/3	626	132	242	162	33	0,55	-	-	-						
BA	47-60	2,5YR 4/4	632	105	263	61	77	0,40	-	-	-						
Bt1	60-90	2,5YR 4/4	485	88	427	0	100	0,21	-	-	-						
Bt2	90-130	2,5YR 4/6	290	77	633	0	100	0,12	-	-	-						
Bt3	130-200+	7,5YR 4/8	297	70	633	0	100	0,11	-	-	-						
Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo sortivo (cmol _c /kg)						V (%)	Al (%)	C.O. (g/kg)	Ataque sulfúrico g/kg				Relações moleculares	
	H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	T				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ (Ki)	SiO ₂ /R ₂ O ₃ (Kr)
Ap	5,2	4,3	1,1	0,7	0,06	0,01	1,9	5,2	37	10	9,1	116	84	39	5,1	2,35	1,81
AB	5,1	4,3	0,6	0,4	0,03	0,01	1,0	3,5	29	17	4,4	122	97	40	5,3	2,14	1,69
BA	5,1	4,3	0,5	0,5	0,02	0,01	1,0	3,5	29	23	4,0	114	89	35	4,7	2,18	1,74
Bt1	5,1	4,2	0,7	0,6	0,03	0,01	1,3	4,3	30	24	4,4	195	158	65	7,3	2,10	1,66
Bt2	5,1	4,4	1,0	0,5	0,04	0,01	1,5	4,9	31	12	5,0	274	209	83	9,3	2,23	1,78
Bt3	5,3	4,8	0,7	0,8	0,02	0,01	1,5	4,2	36	0	3,5	277	210	88	9,0	2,24	1,77
P5 – Argissolo Amarelo distrófico abráptico																	
Horizonte	Prof. (cm)	Cor úmida	Textura (g/kg)			ADA g/kg	GF %	Silte/ argila	Densidade g/cm ³		Porosidade cm ³ /100cm ³						
			Areia	Silte	Argila				Ds	Dp							
A	0-50	7,5YR 4/3	588	108	304	203	33	0,36	-	-	-						
Bt1	50-80	7,5YR 6/8	273	70	657	0	100	0,11	-	-	-						
Bt2	80-120	7,5YR 5/8	271	72	657	0	100	0,11	-	-	-						
Bt3	160+	7,5YR 5/8	293	52	655	0	100	0,08	-	-	-						
Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo sortivo (cmol _c /kg)						V (%)	Al (%)	C.O. (g/kg)	Ataque sulfúrico g/kg				Relações moleculares	
	H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	T				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ (Ki)	SiO ₂ /R ₂ O ₃ (Kr)
A	5,7	4,8	2,1	0,9	0,16	0,01	3,2	6,0	53	0	13,2	130	119	42	6,8	1,86	1,51
Bt1	5,5	5,0	1,6	0,8	0,02	0,01	2,4	5,1	47	0	5,5	263	213	85	7,5	2,10	1,67
Bt2	5,6	5,4	0,8	1,1	0,01	0,01	1,9	3,7	51	0	3,7	270	218	87	7,4	2,11	1,68
Bt3	5,4	5,1	0,6		0,01	0,01	0,6	2,3	26	0	1,8	277	216	84	7,6	2,18	1,75
P6 – Cambissolo háptico Tb distrófico típico																	
Horizonte	Prof. (cm)	Cor úmida	Textura (g/kg)			ADA g/kg	GF %	silte/ argila	Densidade g/cm ³		Porosidade cm ³ /100cm ³						
			Areia	Silte	Argila				Ds	Dp							
A	0-40	5YR 4/3	698	140	162	61	62	0,86	-	-	-						
Bi	40-80	7,5YR 5/4	709	129	162	121	25	0,80	-	-	-						
BiC	80-120	7,5YR 5/6	700	98	202	61	70	0,49	-	-	-						
BC	150+	7,5YR 5/6	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo sortivo (cmol _c /kg)						V (%)	Al (%)	C.O. (g/kg)	Ataque sulfúrico g/kg				Relações moleculares	
	H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	T				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ (Ki)	SiO ₂ /R ₂ O ₃ (Kr)
A	4,8	3,8	0,4		0,34	0,01	0,7	7,6	9	67	10,6	85	84	31	3,6	1,72	1,39
Bi	5,1	3,9	0,2		0,22	0,01	0,4	4,0	10	67	6,1	93	99	35	3,6	1,60	1,30
BiC	4,6	3,7	0,2		0,06	0,01	0,3	3,6	8	79	4,3	85	94	44	4,0	1,54	1,18
BC	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P7 – Neossolo flúvico Tb distrófico típico																	
Horizonte	Prof. (cm)	Cor úmida	Textura (g/kg)			ADA g/kg	GF %	silte/ argila	Densidade g/cm ³		Porosidade cm ³ /100cm ³						
			Areia	Silte	Argila				Ds	Dp							
A	0-30	5YR 4/2	804	75	121	81	33	0,62	-	-	-						
C1	30-60	2,5YR 4/2	622	175	203	122	40	0,86	-	-	-						
C2	60-100	2,5YR 5/3	116	407	477	0	100	0,85	-	-	-						

ADA = Argila dispersa em Água; GF = Grau de floculação; V = Saturação por bases; Al = saturação por alumínio; CO = Carbono orgânico.

Foram associadas classes taxonômicas devido à ocorrência de variedade de solos com distribuição irregular pela área de estudo, o que impossibilitou sua delimitação cartográfica em unidades simples.

3.8 - Avaliação da aptidão agrícola das terras

A avaliação da aptidão agrícola das terras do médio alto curso do rio Grande, com base na metodologia de Ramalho e Beek (1995), é mostrada nas Tabelas 5 e 6 e na Figura 15 mapa de avaliação da aptidão agrícola das terras. Nesta avaliação, as unidades de mapeamento de solos foram enquadradas nas seguintes classes de aptidão: boa, regular, com restrição ou inapta, conforme os níveis de manejo A (baixo nível tecnológico), B (médio nível tecnológico) e C (alto nível tecnológico) e as características que as unidades de mapeamento apresentam. O parâmetro excesso de água/deficiência de oxigênio não apresenta desvios nas terras altas, já nas baixas compromete o desempenho das culturas. As limitações por declividade, suscetibilidade à erosão e impedimentos à mecanização configuram-se nos fatores limitantes de maior importância, seguidos da fertilidade natural e presença de rochoso.

Com base nos resultados da avaliação da aptidão agrícola, verifica-se que a área de estudo apresenta média potencialidade agrícola, onde 59,43% (28.825,15 ha) de suas terras são adequadas para o uso com lavouras, sendo 9,1% (4.406,83 ha) de classe Boa, 48,10% (23.306,88 ha) de classe Regular, 2,23% (1.081,41 ha) de classe Restrita e 5,95% de classe Inapta. Para uso com atividades menos intensivas, encontrou-se um total de 34,62% (16.744,80 ha) indicadas para as atividades de silvicultura e/ou pastagem natural. As áreas sem aptidão agrosilvipastoril, devendo ser destinadas à preservação da fauna e da flora, representam 5,95% (2.883,85ha). As Tabelas 5, 6 e Figura 15 mostram os resultados da avaliação da aptidão agrícola das terras.

Tabela 5 - Legenda de identificação das classes de aptidão agrícola das terras do Médio alto curso do Rio Grande.

1Abc	Terras pertencentes à classe de aptidão boa para lavouras no nível de manejo A e regular nos níveis de manejo B e C.
1aBC	Terras pertencentes à classe de aptidão regular para lavouras no nível de manejo A e boa nos níveis de manejo B e C.
1aB(c)	Terras pertencentes à classe de aptidão regular para lavouras no nível de manejo A, boa no nível de manejo B. e restrita no nível de manejo C.
2abc	Terras pertencentes à classe de aptidão regular nos níveis de manejo A, B e C.
2abc*	Terras pertencentes à classe de aptidão regular nos níveis de manejo A, B e C.
2ab(c)	Terras pertencentes à classe de aptidão regular nos níveis de manejo A e B, e restrita no nível C.
2(a)b(c)	Terras pertencentes à classe de aptidão regular no nível de manejo B e restrita nos níveis de manejo A e C.
3bc	Terras pertencentes à classe de aptidão restrita nos níveis de manejo B e C, e inapta no nível de manejo A.
5sn	Terras pertencentes à classe de aptidão regular para silvicultura e pastagem natural.
5sn*	Terras pertencentes à classe de aptidão regular para silvicultura e pastagem natural.
6	Terras sem aptidão agrícola
6*	Terras sem aptidão agrícola
*	Símbolo indicativo de que ocorrem terras, em menor proporção, com aptidão superior à representada no mapa.
**	Símbolo indicativo de que ocorrem terras, em menor proporção, com aptidão inferior à representada no mapa.

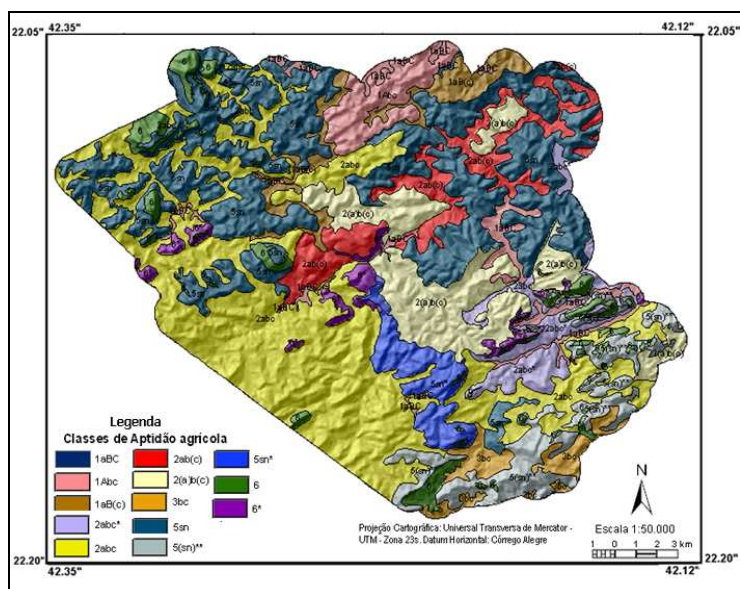


Figura 15. Mapa de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras do Médio Alto Curso do Rio Grande.

As áreas urbanas por constituírem pequenas manchas sem representação cartográfica na escala de trabalho adotada, foram incluídas nas classes de aptidão Boa e Restrita.

Tabela 6 - Classificação da aptidão agrícola das terras.

Aptidão agrícola	Fatores limitantes	Área ha	%	Aptidão agrícola	Fatores limitantes	Área ha	%
1aBC	F,e,m, O	1.314,64	2.71	2(a)b(c)	F,E,M	4.848,34	10.00
1aB(c)	F,e,m, O	1.558,47	3.22	3bc	F,E,M	1.081,41	2.23
1Abc	F,e,m, O	1.533,74	3.17	5sn	F,e,m	12.278,51	25.33
2abc	F,E,M	13.894,84	28.66	5sn**	F,e,m	4.496,30	9.28
2abc*	F,E,M	1.700,53	3.50	6	F,E,M	1.950,55	4.02
2ab(c)	F,E,M	2.863,18	5.91	6*		933,30	1.93
				Corpos Líquidos		15,19	0,04
Total geral - 48.469,00						100,00	

Principais fatores limitantes: E = suscetibilidade à erosão; F = deficiência de fertilidade; O = excesso de água; M = impedimentos à mecanização.

3.9 - Aspectos Socioeconômicos

Com base nos dados fornecidos pela Emater-RJ (1994, 2001) e Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro - TCE/RJ, constata-se que as principais atividades econômicas se concentram no turismo, agricultura, pecuária leiteira, setor de aluguéis, pequenas empresas de transformação e vestuários e administração pública. Na área de estudo o setor de extração mineral consiste na exploração de duas pedreiras, com extração de granito para pavimentação de ruas e avenidas e britas para a construção civil, ambas localizadas no município de Bom Jardim e pequenos pontos de extração de areia no leito dos rios e córregos (TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2005). O turismo é outra atividade promissora que vem sendo incentivada como geradora de renda para toda a região Serrana (TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2007).

As atividades agrícolas de maior destaque são a olericultura, fruticultura, reflorestamento comercial e floricultura e, na pecuária as criações de gado leiteiro, suínos e aves. A produção agrícola é realizada, predominantemente, por pequenos agricultores, com mão-de-obra tipicamente familiar. A comercialização dos produtos é feita nas CEASAS de Nova Friburgo, São

Gonçalo e do Rio de Janeiro, o transporte é feito por fretes. Os principais produtos comercializados são de olerícolas, culturas anuais, fruticultura e flores ornamentais (EMATER-RJ, 1994). A produção dessas culturas varia em função de situações momentâneas como o preço. Os produtores contam com a assistência técnica do escritório local da Emater - Rio e das secretarias municipais de Agricultura.

No cultivo das hortaliças e flores ornamentais, o manejo dos solos e das culturas envolve o uso de quantidades razoáveis de fertilizantes orgânicos e químicos, o uso de agrotóxicos e o uso da irrigação em algumas áreas. Todas essas práticas são conduzidas mediante a utilização de um sistema de manejo de médio nível tecnológico. A produção agrícola de olerícolas possui em comum o alto rendimento por unidade de área, o caráter altamente perecível e a grande quantidade de defensivos e fertilizantes que requerem durante o ciclo vegetativo (EMATER-RJ, 1994), além de envolver em grande medida o trabalho manual, demandando força de trabalho durante todo o ano, pois, a produção não é interrompida devido à prática de irrigação. As práticas empregadas, de modo geral, são as mesmas para todas as espécies, variando apenas os detalhes de tratamentos culturais que são característicos de algumas delas (EMATER-RJ, 1994). As demais técnicas (comuns a todas) são preparo cuidadoso do solo, uso de semente adquirida no comércio especializado, emprego de calcário e adubação química e orgânica, nem sempre precedida de análise de solo, controle químico de pragas e doenças, irrigação (parcialmente), seleção e classificação, de acordo com as exigências do mercado.

As práticas agrícolas predominantes na olericultura são: adubação química e orgânica, nem sempre precedidas de análise do solo; controle químico de pragas e doenças; irrigação parcial e outros tratamentos culturais (capinas, desbrotas, desbastes, etc.). Na fruticultura, o uso de calagem e adubação química e orgânica do solo e tratamentos culturais, principalmente capina e poda. Na cultura do café as práticas são uso de mudas produzidas na própria propriedade ou adquiridas de viveiristas, coveamento, emprego de calcário e adubação química e orgânica, nem sempre precedida de análise do solo, capinas ou roçadas do mato, poda (parcialmente). No plantio de flores ornamentais, usa-se adubação química e orgânica, nem sempre precedida de

análise do solo, controle químico de pragas e doenças, com o uso exagerado de pesticidas, e irrigação parcial.

Embora sem grandes problemas atuais de erosão, este é um fenômeno que ameaça constantemente toda as áreas de lavouras, particularmente as áreas onde a agricultura é praticada normalmente em terrenos de encostas, às vezes íngremes e não adequados, do ponto de vista técnico. Práticas simples de conservação, como o plantio cortando as águas, são observados ao lado de outros, feitos no sentido da declividade. Em alguns locais, a permanência do solo desnudo por longos períodos e a incipiente manutenção das estradas vicinais ainda favorece a erosão. Nos pomares, quando não aproveitados para cultivos intercalares de olerícolas, já se observa a preocupação de não realizar a limpeza rigorosa do terreno (capinas), deixando a cobertura morta ou o mato como proteção.

Seguindo a tendência da região Serrana, a estrutura fundiária caracteriza-se sobretudo pela presença significativa de pequenas propriedades rurais. Tomando como exemplo o município de Bom Jardim como mostra a tabela 7, a proporção das propriedades rurais com dimensões menores de 50 ha, representam 85,0% dos estabelecimentos rurais do município. A mão-de-obra familiar representa 80% da força de trabalho na área rural, a mão-de-obra temporária, muito utilizada na colheita do café, representa 10% e a permanente 2%. O trabalho familiar e de parceiros também emprega trabalhadores assalariados, além de combinar outras formas de remuneração da força de trabalho. A distribuição de terras é incompatível com o número de moradores do município, de acordo com o censo de 2003, Bom Jardim tinha uma população estimada de 26.980 habitantes, entre homens e mulheres.

Tabela 7 - Distribuição fundiária do município de Bom Jardim.

Tamanho da propriedade	Número de proprietários	%
De 0,5 a 50 ha	1043	85,0
de 50 a 200 ha	178	14,5
Acima de 200 ha	6	0,5
Total	1227	100

Fonte: Emater, 1994 e 2001.

O turismo proporciona diversos benefícios para a comunidade local, como a geração de empregos, produção de bens e serviços e melhoria da qualidade de vida da população. A região ainda guarda vestígios de suas condições primitivas, abrigando nascentes cristalinas, ilhas de vegetação nativa e paisagens de grande beleza cênica, convivendo com atividades antrópicas de importância social e econômica. Embora as atrações culturais e festas populares locais sejam componentes do item turismo, no escopo desse trabalho não foram consideradas. Apenas os atrativos naturais, com potencial para o geoturismo, ecoturismo ou o agroturismo foram elencadas aqui.

O município de Bom Jardim conta com vários atrativos naturais inseridos ao longo de seu território com potencial de exploração e incentivo a esta atividade. O projeto Caminhos Geológicos, em parceria com o DRM-RJ, Departamento de Geologia da UFRJ e a Prefeitura Municipal de Bom Jardim, vem demarcando e colocando placas auto-explicativas nos principais atrativos com potencial geoturístico da região. Os principais atrativos turísticos naturais do município, segundo informações do Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro (2007), são: Cachoeira Maravilha, situada às margens do rio Grande, no bairro de São Miguel, fica a 1,5 km do centro da sede, com altura aproximada de 6 metros com três saltos e piscinas naturais. Suas águas são claras, transparentes e de temperatura fria. Oferece possibilidade de banho por ducha e na piscina natural formada por suas águas; Cachoeira Pedregulho, situada às margens do rio São José, no distrito de São José do Ribeirão, com altura aproximada de 10 metros, com três saltos. Suas águas são claras, transparentes e de temperatura fria. Também oferece possibilidade de banho por ducha e na piscina natural formada por suas águas; Cachoeira Banquete, localizada na fazenda de mesmo nome, fica a 1 km do centro do distrito de Banquete. Com altura aproximada de 15 metros, com saltos, suas águas são claras, transparentes e de temperatura fria. Oferece possibilidade de banho por ducha e na piscina natural formada por suas águas; Morro Bela Vista, com 850 metros de altitude, fica a 3 km da sede de Bom Jardim, de seu topo têm-se uma ampla vista de todo o município e do centro urbano de Nova Friburgo; Pico do Tardim, localizado em no distrito de Barra Alegre, com 1.250 metros de altitude, é o ponto mais alto do município. O percurso, a partir de Barra Alegre, é feito a pé, através da mata, seguindo uma trilha até o sopé do pico. É muito utilizado para

caminhadas. Do pico têm-se uma ampla vista de Barra Alegre; furnas “Mão de Luva”, localizada na fazenda Saudade, distrito de São José do Ribeirão, próximo à confluência do rio São José com o rio Grande, as furnas têm quatro amplas galerias, entre blocos rochosos e com pouca visibilidade interior.

Além destes, pode-se destacar ainda antigas sedes de fazendas do período colonial ou do ciclo do café, como a sede da fazenda Águas Claras, construída em 1801 e o Parque Municipal Luiz Corrêa da Rocha Sobrinho. Após a implantação pelo município da Área de Preservação Ambiental da Pedra Aguda e Serra de Macabú, no distrito de Barra Alegre, por iniciativa da Associação de Moradores, Produtores e Artesãos de Barra Alegre, foi implantado o Circuito Turístico Eco-Rural Pedra Aguda que integra um circuito intermunicipal rico em ecoturismo, comprometido com a preservação e o desenvolvimento sustentável. O lugarejo de Santo Antônio no distrito de Barra Alegre, fica a 24 km de Bom Jardim e é porta de entrada para Nova Friburgo, via São Pedro da Serra (11 km) e Lumiar (15 km).

3.10 - Áreas de Proteção Legal

Procurou-se observar as áreas que se revestem de interesse e valor em seu aspecto natural, e que por este motivo, encontram-se assinaladas em documentos oficiais, sob a tutela federal, estadual ou municipal, atendendo destinação específica para a função de parques naturais, reservas biológicas e florestais, áreas de proteção ambiental, estações ecológicas, mananciais, reservatórios e nascentes e/ ou terras indígenas e áreas protegidas pelo código florestal vigente. As áreas que se revestem de interesse e valor em seu aspecto natural e que por este motivo, encontram-se sob a tutela de leis oficiais, têm seu uso limitado e dependente de autorização dos órgãos ambientais competentes.

A porção mais significativa de fragmentos florestais encontrado hoje nas proximidades do município, sob tutela da legislação estadual como locais de preservação, é a Reserva Ecológica de Macaé de Cima, determinados no mapa Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, de 1994. Outros fragmentos remanescentes de Mata Atlântica na região, onde se pode priorizar trabalhos de preservação ambiental, encontram-se protegidos (juntamente com suas

áreas de entorno) pelo código florestal vigente e, portanto, sujeitas à fiscalização e ação dos órgãos ambientais competentes. Sob tutela municipal registradas como áreas de proteção ambiental, a Lei Orgânica de Bom Jardim e o Plano Diretor Territorial do município, assinalam várias pequenas áreas de interesse ecológico, detalhadas abaixo:

A Lei Orgânica de Bom Jardim, na seção V da política do Meio Ambiente, artigo 274, assinala como áreas de relevante interesse ecológico, cuja utilização dependerá de prévia autorização dos órgãos competentes, preservados seus atributos essenciais: as coberturas florestais nativas; os mananciais hídricos em todo o Município; o Horto Florestal, o Parque Municipal Coronel Luiz Corrêa da Rocha Sobrinho e o Parque Eliezer da Silveira Dias, todos no distrito de Bom Jardim; a Pedra Aguda e a Serra de Macabú, no distrito de Barra Alegre; o Riacho Ribeirão do Capitão e o Mão-de-Luva, no distrito de São José do Ribeirão. No Plano Diretor Territorial de Bom Jardim, aprovado em 05 de outubro de 2006, pela Câmara Municipal e sancionado pelo prefeito, lista no artigo 14 do Capítulo II, da política municipal de saneamento e preservação ambiental, como Áreas de Proteção Ambiental do município, existentes ou a serem constituídas através de ato do Poder Público Municipal, além das áreas listadas acima na Lei Orgânica, assinala a Pedra da Simpatia, no distrito de São José do Ribeirão; a Cachoeira do Rosário, Matas do Rosário, Pedra de Santa Tereza e a Mata do Retiro, no distrito de Banquete. Vale esclarecer que áreas de proteção ambiental podem conter áreas de domínio público ou privado, que se destinam à conservação do sistema natural a fim de assegurar o bem-estar da população e conservar ou melhorar as condições ecológicas locais, evitando a descaracterização das belezas naturais e dos recursos hídricos, que constituem fonte de exploração turística do município.

A constituição estadual, seguindo a linha da Carta Constitucional, possui um capítulo especialmente dedicado à questão ambiental, embora ao longo do texto muitos outros pontos abordem o tema, quando são tratados aspectos como por exemplo, saúde, saneamento básico e agricultura. A Constituição do Estado do Rio de Janeiro prevê estabelecimento de política tributária com vistas à efetivação do princípio do “poluidor-pagador” e estímulo ao desenvol-

vimento de políticas de controle e recuperação ambiental. Ficando vedada a concessão de financiamentos governamentais e incentivos fiscais às atividades que desrespeitem padrões e normas de proteção ao meio ambiente. Dispõe ainda, que a utilização de recursos ambientais com finalidades econômicas será objeto de taxas correspondentes aos custos necessários à fiscalização, à recuperação e à manutenção dos padrões de qualidade ambiental. A Constituição Estadual é complementada com o projeto de lei no 128/1987, que dispõe sobre a preservação do solo agrícola e adota outras providências.

Das observações e análises resultaram as seguintes indicações:

1. Terão que ser respeitadas todas as restrições de uso impostas no Art. 2º. do Código Florestal (Lei Federal nº. 4771, de 15 de setembro de 1965), a saber: A - ao longo dos rios (alterado pela Lei "F" nº. 7803 de 18/07/89 e Constituição Estadual, art. 265, I); B - ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios de água naturais ou artificiais (respeitar a Lei Estadual nº. 1130 de 12/2/1987, art. 9º. inciso III, & único) e Constituição Estadual art. 265, I); Nota: Cabe salientar que, no Sumário para Fiscalização de Rios e Lagoas do Domínio Estadual - Portaria SERLA nº. 15, de 18 de março de 1976, estão inseridas as instruções para fixação da largura das faixas "Non aedificandi", em cursos de água e lagoas, competindo a esta Entidade a demarcação das mesmas. C- nas nascentes (respeitar a redação da Lei Federal nº. 7754, de 14/4/89) e "olho d'água", seja qual for sua situação topográfica (respeitar a Resolução CONAMA nº. 04/85 e a Constituição Estadual, art. 265, inciso III); D - no topo de morros, montes, montanhas e serras (respeitar Resolução CONAMA nº. 04/85); E - nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45º equivalente a 100% na linha de maior declive;

2. É preciso considerar as áreas que abrigam exemplares ameaçados de extinção, raros, vulneráveis ou menos conhecidos da flora e da fauna, bem como aquelas que são usadas como local de pouso, alimentação ou reprodução de aves migratórias, que são, principalmente, as áreas chamadas popularmente de "brejo" (Constituição Estadual Art. 265, inciso IV e Resolução CONAMA 04/85).

Na Lei Orgânica de Bom Jardim, na seção V da política do Meio Ambiente, artigo 277, obriga as propriedades rurais situadas no município a implantar, com a supervisão do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente, o reflorestamento de suas áreas, nas seguintes proporções: - de 10 (dez) hectares a 30 (trinta) hectares, 2%; - de 31 (trinta e um) hectares a 70 (setenta) hectares, 3%; - de 71 (setenta e um) hectares a 100 (cem) hectares, 7%; - acima de 100 (cem) hectares, 10%, cabendo a Secretaria Municipal de Agricultura a determinação de espécies, as técnicas de plantio e o fornecimento de mudas. E no artigo 279, encarrega o Poder Público Municipal, com a ajuda dos órgãos estaduais específicos, do reflorestamento ciliar (vegetação das margens dos rios) dentro dos limites do Município. No Plano Diretor Territorial de Bom Jardim, o documento assinala ainda, no artigo 17 do capítulo III, da política municipal de desenvolvimento sustentável, que o Poder Público Municipal incentivará, através de políticas públicas específicas e com auxílio dos Conselhos Municipais competentes, o turismo ecossustentável, cultural e rural aliado à preservação histórica e ambiental. Entre as estratégias para a realização dos objetivos acima expostos, listadas no artigo 19, uma, seria a criação de circuitos ecorurais e o envolvimento das comunidades interessadas, em especial os pequenos produtores rurais.

4. Conclusões

A metodologia utilizada, além de oferecer facilidade e rapidez na análise ambiental por integrarem dados georreferenciados numa mesma projeção e Datum, armazenados em SIG, possibilitou caracterizar os elementos componentes da paisagem, identificar áreas frágeis, compreender melhor os recursos ambientais com suas potencialidades e limitações e fornecer subsídios para do plano de manejo da área. A utilização de SIGs e técnicas digitais aplicadas neste trabalho, além de facilitar a sobreposição e cruzamento dos temas, permitiu a confecção do modelo digital de elevação, mapeamento temático por classificação digital de imagens de sensores remoto, identificação mais detalhada de componentes na paisagem, geração de variáveis ambientais e extração de variáveis morfométricas de interesse, a partir do MDE. Os procedimentos utilizados permitiram o conhecimento dos recursos da terra, a distinção de áreas com potencial para agricultura, preservação e

recuperação ambiental, geração de mapas interpretativos úteis ao planejamento da área. O estudo justifica-se como uma contribuição para o conhecimento e caracterização de áreas de ecossistemas fragilizados na serra dos Órgãos, ocupada com agricultura familiar e contribui para o desenvolvimento da cartografia geoambiental, em escala média, da paisagem da serra do Mar.

5. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (Brasil). Superintendência de Informações Hidrológicas. **Hidro Sistema de informações Hidrológicas**. [Brasília], 2007. Disponível em: <www.ana.gov.br>. Acesso em: 10 jul. 2012.

ATLAS dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica – Período 1995-2000. São Paulo: SOS Mata Atlântica; São José dos Campos: INPE, 2001. Relatório parcial. Estado do Rio de Janeiro.

CALDERANO FILHO, B. **Visão sistêmica como subsídios para o planejamento ambiental da microbacia do Córrego Fonseca**. 2003. 240 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CALDERANO FILHO, B.; POLIVANOV, H.; CARVALHO JÚNIOR, W.; GUERRA, A. J. T.; CHAGAS, C. S.; CLADERANO, S. B. Caracterização dos Solos do município de Bom Jardim-RJ, com suporte de MDE e Variáveis Morfométricas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. 32., 2009, Fortaleza. **Anais...** Viçosa: SBCS, 2009a. p. 1060.

CALDERANO FILHO, B.; POLIVANOV, H.; CARVALHO JÚNIOR, W.; GUERRA, A. J. T.; CHAGAS, C. S.; CLADERANO, S. B. Diagnóstico físico-biótico do município de Bom Jardim-RJ, com auxílio de geotecnologias, para fins de planejamento de paisagens rurais montanhosas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. 32., 2009, Fortaleza. **Anais...** Viçosa: SBCS, 2009b.

CALDERANO FILHO, B.; POLIVANOV, H.; GUERRA, A. J. T.; CHAGAS, C. S.; CARVALHO JÚNIOR, W.; CLADERANO, S. B. Estudo geoambiental do município de Bom Jardim – RJ, com suporte de geotecnologias: Subsídios ao planejamento de paisagens rurais montanhosas. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 22, n. 1, p. 55-73, 2010.

CALDERANO FILHO, B. **Análise geoambiental de paisagens rurais montanhosas com suporte de redes neurais artificiais, subsídios ao planejamento.** 2010. 132 f. Exame de qualificação (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CALDERANO FILHO, B. **Análise geoambiental de paisagens rurais montanhosas na Serra do Mar utilizando redes neurais artificiais: subsídios a sustentabilidade ambiental de ecossistemas frágeis e fragmentados sob interferência antrópica.** 2012. 332 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CALDERANO FILHO, B.; GUERRA, A. J. T.; PALMIERI, F.; CORREIA, J. R.; ARGENTO, M. S. F. Aptidão agroecológica de terras, proposta de avaliação em paisagens rurais montanhosas da serra do mar, ocupadas por pequenos agricultores. **Revista Cadernos de C&T**, Brasília, v. 24, n. 1/3, p. 39-75, Jan/Dez. 2007.

CALDERANO FILHO, B.; SILVA, E. F.; FONSECA O. O. M. **Levantamento de solos e avaliação da aptidão agrícola das terras da Microbacia Janela das Andorinhas no Município de Nova Friburgo, RJ.** Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS, 1992. 93 p. (Relatório técnico Convênio Secretária Estadual de Agricultura SEA-RJ/EmbrapaSNLCS).

CALDERANO FILHO, B.; PALMIERI, F.; GUERRA, A. J. T.; CALDERANO, S. B.; FIDALGO, E. C. C.; PRADO, R. B.; SILVA, E. F.; CAPECHE, C. L.; FONSECA, O. O. M.; **Levantamento de solos e avaliação da aptidão agrícola das terras da Microbacia Janela das Andorinhas no Município de Nova Friburgo, RJ.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 51 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 27).

CALDERANO, S. B. **Delineamento geoambiental do Município de Santo Antônio de Pádua, RJ:** potencialidades e limitações ao uso da terra. 2005. 147 f. Dissertação (Mestrado em Geologia de Engenharia e Ambiental) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CÂMARA G.; MONTEIRO A. M. V.; MEDEIROS J. S. **Representações computacionais do espaço:** um diálogo entre a Geografia e a Ciência da Geoinformação. São José dos Campos: INPE, 2000.

CRÓSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas, SP: IG-UNICAMP, 1992. 170 p.

DANTAS, M. E. et al. **Estudo geoambiental do Estado do Rio de Janeiro: geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília: Ministério de Minas e Energia: CPRM, 2000. 1 CD-ROM.

DIAS, C. T. H.; FERNANDES FILHO, E. I.; SCHAEFER, C. E. R.; FONTES, L. E. F.; VENTORIM, L. B. Geoambientes do parque Estadual do Ibitipoca, município de Lima Duarte-MG. **Revista Arvore**, v. 26, n. 6, p. 777-786, 2002.

DOMINGUES, A. J. P.; BRANDÃO, A. M. P.; GUERRA, A. J. T.; DOMINGUES, C. N.; KULHMANN, E.; SANT'ANNA, F. M.; LIMA, G. R.; SILVA, L. M.; WHATLY, M. H. Estudo do relevo, hidrografia, clima e vegetação das regiões Programa do Estado do Rio de Janeiro. **Boletim de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 248, p. 5-73, 1976.

DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS. **Projeto carta geológica do Estado do Rio de Janeiro, folhas Nova Friburgo e Duas Barras**. [Rio de Janeiro], 1982. Escala 1:50.000.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. **Arc/INFO: versão 7.2.1**. Redlands, 1994.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. **ArcGIS Professional GIS for the desktop: version 9.2**. Redlands, 2006.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979. 1 v.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Definição e notação de horizontes e camadas do solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1988. 54 p. (EMBRAPA-SNLCS. Documentos, 3).

EMATER RJ. **Programa Estadual de Microbacias**: Município de Nova Friburgo. [Niterói], 1994. 13 p. Relatório Emater.

EMATER RJ. **Levantamento socio-econômico do Município de Bom Jardim.** [Niterói], 2001. 18 p. Relatório Emater.

FAPERJ. **Anuário estatístico do Estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro, 1980. 506 p.

FERNANDES, M. C.; MENEZES, P. M. L. Comparação entre métodos para geração de MDE para a obtenção de observações em superfície real no maciço da Tijuca - RJ. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 57, p.154-161, 2005.

GALLANT, J. C.; WILSON, J. P. Primary topographic attributes. In: WILSON, J. P.; GALLANT, J. C. (Ed.). **Terrain Analysis: principles and applications.** New York: John Wiley & Sons, 2000. p. 51-85.

HUTCHINSON, M. F. A new method for gridding elevation and streamline data with automatic removal of pits. **Journal of Hydrology**, v. 106, p. 211-232, 1989.

HUTCHINSON, M. F.; GALLANT, J. C. Digital elevation models and representation of terrain shape. In: WILSON, J. P.; GALLANT, J. C. (Ed.). **Terrain Analysis: principles and applications.** New York: John Wiley & Sons, 2000, p. 29-50.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). **Ajuda On-line do SPRING.** São José dos Campos, 2000.

LEMOS, R. C.; SANTOS, R .D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; [Rio de Janeiro: EMBRAPA- CNPS], 1996. 83 p.

MATEO, J. M. R. **Apuntes de Geografía de Los paisajes.** Habana; Editorial ENPES, 1984. 324 p.

MATEO, J. M. R. Planejamento ambiental: bases conceituais níveis e métodos. In: CAVALCANTI, A. P. (Org.) **Desenvolvimento sustentável e planejamento: bases teóricas e conceituais.** Fortaleza: Imprensa Universitária, 1997.

MATOS, G.; FERRARI, P.; CAVALCANTI, J. **Projeto faixa calcária Cordeiro-Cantagalo U.** Belo Horizonte: DNPM: -CPRM, 1980. 620 p.

MENDES, J. C.; TEIXEIRA, P. A. D.; MATOS, G. C.; LUDKA, I. P.; MEDEIROS, F. F.; ÁVILA, C. A. Geoquímica e geocronologia do Granitóide Barra Alegre, Faixa Móvel Ribeira. **Revista Brasileira de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 37, p. 101-113, 2007.

MENDES, J. C.; JUNHO, M. C. B.; GHIZI, A. Diorites and hornblendite enclaves at Sumidouro, RJ, central Ribeira Belt. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 79-86, 2004.

MENDES, C. A. R. **Erosão superficial em encosta íngreme sob cultivo perene e com pouso no Município de Bom Jardim – RJ.** 2006. 237 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MINASNY, B.; McBRATNEY, A. B. The neuro-m method for fitting neural network parametric pedotransfer functions. **Soil Science Society of America Journal**, v. 66, p. 352-361, 2002.

MOREIRA, M. A. et al. Modelo de mistura espectral para identificar e mapear áreas de soja e milho em quatro municípios do estado de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9., 1998, Santos. **Anais...** São José dos Campos, SP: INPE, 1998. CD-ROM.

NARVAES I. S.; SANTOS, J. R. A utilização da segmentação de imagens-fração como técnica de classificação da cobertura vegetal na região central e entorno da Flona do Tapajós, utilizando imagem CCD/CBERS-2. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 993-1000.

NIMER, E. Clima. In: GEOGRAFIA do Brasil Região Sudeste. Rio de Janeiro, IBGE, 1977. p. 51- 89.

OLIVEIRA, R. R.; LIMA, D. F.; DELAMÔNICA, P.; TOFFOLI, D. D.; SILVA, R. F. Roça caiçara: um sistema primitivo auto-sustentável. **Ciência Hoje**, v. 18, n. 104, p. 44-51, 1995.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA - CNPS, 1995. 65 p.

RECKZIEGEL, E. W.; ROBAINA, L. E. S. Mapeamento geoambiental da área interfluvial dos rios Ibicuí e Jaguari - São Vicente do Sul, RS1. **Ciência e Natura**, v. 30, n. 2, p. 185 - 200, 2008.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B. de; CORRÊA, G. F. **Pedologia**: bases para distinção de ambientes. Viçosa: Editora NEPUT, 1995. 371 p.

RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Turismo. **Projeto carta geológica do Estado do Rio de Janeiro**: folhas: Duas Barras e Trajano de Moraes. Rio de Janeiro: DRM, 1982.

RICHARDS, J. A. **Remote sensing digital image analysis**. Berlim: Springer-Verlag, 1999.

RIZZINI, C.T. Árvores e madeiras úteis do Brasil: Manual de Dendrologia Brasileira. São Paulo: Editora da USP, 1972. 294 p.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia aplicada aos EIAs-RIMAs. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 291-336.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SANTOS, P. R. A. do; GABOARDI, C.; OLIVEIRA, L. C. de. Avaliação da precisão vertical dos modelos SRTM para a Amazônia. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 58, n. 1, p. 101-107, 2006.

SCHAEFER, C. E. R. Ecogeography and human Scenario. **Ciência e Cultura**, v. 49, n. 4, p. 241-252, 1997.

SCHWIRKOWSKI, P. **Lista de espécies vegetais da Mata Atlântica floresta ombrófila mista (Mata de Araucária) e floresta ombrófila densa**: São Bento do Sul - Santa Catarina. Disponível em: <<http://site/florasbs/home>>. Acesso em: 10 fev. 2013.

SILVA, F. R. R. **Zoneamento agroecológico do Nordeste**: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina: Embrapa-CPATSA; Recife: Embrapa-CNPS, 1993. 89 p.

TAGLIANI C. R. A. **Técnica para avaliação da vulnerabilidade ambiental de ambientes costeiros utilizando um sistema geográfico de informações**. Disponível em: <<http://www.fatorgis.com.br>>. Acesso em: 15 ago. 2003.

TRICART, J.; KIEWITDEJONGE, C. **Ecogeography and rural management**. Harlow: Longman Scientific, 1992.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Estudo socioeconômico 2005**: Bom Jardim, 2005. 93 p.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Estudo socioeconômico 2007**: Bom Jardim, 2007. 100 p.

VICENS, R. S. **Abordagem geocológica aplicada às bacias fluviais de tabuleiros costeiros no norte do Espírito Santo**: uma contribuição para avaliação e gestão dos recursos hídricos. 2003. 252 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

WISE, S. Assessing the quality for hydrological applications of digital elevation models derived from contours. **Hydrological processes**, v. 14, p.1909-1929, 2000.

WITTER K. P.; CALDERANO FILHO, B.; AMARAL F. C. S.; TAVARES N. P.; CONCEIÇÃO M. Zoneamento agroecológico dos municípios que compõem os Vales dos Rios Una, Macaé e São João, a Leste do Estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 23., 1991, Porto Alegre. **Anais...** Viçosa: SBCS, 1991, p. 265.

WITTER K. P.; CALDERANO FILHO, B.; FONSECA, O. O. M.; FAGUNDES S. R. F.; TAVARES N. P.; VASCONCELOS J. B.; MUELER, K. E.; ARANOVIC S.; TAVARES A. M. S.; DAMAZIO H. N. Zoneamento Agroecológico do Estado do Rio de Janeiro Escala 1:250.000. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993a, Goiânia GO. **Anais...** Viçosa: SBCS, 1993a, p. 413- 414.

WITTER K. P. Solos, o mapa da mina. **Revista Globo Rural**, v. 8, p. 30-33, 1993b.

Embrapa

Solos