



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Solos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1678-0892

Dezembro, 2003

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 29

Diagnóstico do Meio Físico da Bacia Hidrográfica do Rio do Imbé - RJ

**Aplicação de Metodologia Integrada
como Subsídio ao Manejo de
Microbacias**

Rodrigo Peçanha Demonte Ferraz
Elaine Cristina Cardoso Fidalgo
Rachel Bardy Prado
Alexandre Ortega Gonçalves
Marcelo E. Dantas
Kátia Leite Mansur
Aderson Marques
Jane Cortês Tavares
Helga Restum Hissa Manzatto
Celso Vainer Manzatto

Rio de Janeiro, RJ
2003

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1024 Jardim Botânico. Rio de Janeiro, RJ

Fone: (21) 2274.4999

Fax: (21) 2274.5291

Home page: www.cnps.embrapa.br

E-mail (sac): sac@cnps.embrapa.br

Supervisor editorial: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Revisor de texto: *André Luiz da Silva Lopes*

Normalização bibliográfica: *Cláudia Regina Delaia*

Tratamento de ilustrações: *Rafael Simões Bodas Fernandes*

Editoração eletrônica: *Rafael Simões Bodas Fernandes*

1ª edição

1ª impressão (2003)

Todos os direitos reservados.

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

Diagnóstico do meio físico da bacia hidrográfica do Rio do Imbé (RJ): aplicação de metodologia integrada como subsídio ao manejo de microbacias / Rodrigo Peçanha Demonte Ferraz... [et al.]. - Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2003. 92 p.. - (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 29)

ISSN 1678-0892

1. Microbacia - Brasil - Rio de Janeiro - Rio do Imbé. 2. Manejo - Microbacia. I. Ferraz, Rodrigo Peçanha Demonte. II. Fidalgo, Elaine Cristina Cardoso. III. Prado, Rachel Bardy. IV. Gonçalves, Alexandre Ortega. V. Dantas, Marcelo E. VI. Mansur, Kátia Leite. VII. Marques, Aderson. VIII. Tavares, Jane Cortes. IX. Manzatto, Helga Restum Hissa. X. Manzatto, Celso Vainer. XI. Embrapa Solos (Rio de Janeiro). XII. Série.

CDD (21.ed.) 631.4

© Embrapa 2003

Sumário

Introdução, 9

Localização da Área de Estudo, 11

Caracterização da Área de Estudo, 12

Metodologia, 37

Resultados e Discussão, 42

Zona Agroecológica 1: planícies aluviais, 43

Zona Agroecológica 2: relevo suave colinoso, 54

Zona Agroecológica 3: relevo colinoso, 61

Zona Agroecológica 4: relevo montanhoso, 65

Zona Agroecológica 5: relevo escarpado, 76

Zona Agroecológica 6: Parque Estadual do Desengano, 83

Conclusões, 87

Referências Bibliográficas, 90

Diagnóstico do Meio Físico da Bacia Hidrográfica do Rio do Imbé - RJ

Aplicação de Metodologia Integrada como Subsídio ao Manejo de Microbacias

Rodrigo Peçanha Demonte Ferraz¹

Elaine Cristina Cardoso Fidalgo¹

Rachel Bardy Prado¹

Alexandre Ortega Gonçalves¹

Marcelo E. Dantas²

Kátia Leite Mansur³

Aderson Marques³

Jane Cortês Tavares²

Helga Restum Hissa Manzatto¹

Celso Vainer Manzatto¹

Resumo

O Diagnóstico do Meio Físico da Bacia do Rio do Imbé (BHRI) integra os estudos que subsidiam o projeto Manejo Sustentável de Recursos Naturais em Microbacias do Norte-Noroeste Fluminense - SMH-SEAAPI/GEF (Global Environment Facility), cujo principal objetivo é apoiar produtores rurais de base familiar na autogestão dos recursos naturais, visando o desenvolvimento rural baseado em um modelo de agricultura socioambientalmente sustentável. A metodologia adotada partiu da integração da base cartográfica e dos dados digitais de mapeamentos temáticos do meio físico (clima, recursos hídricos, geologia, geomorfologia, solos e uso e ocupação das terras). Adotou-se no presente estudo a escala 1:250.000, compatível com a maioria dos dados secundários, que foram transformados para uma mesma projeção cartográfica e inseridos em uma base de dados digital.

¹Pesquisador Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024 Rio de Janeiro - RJ. E-mail: rodrigo@cnps.embrapa.br

²Pesquisador CPRM, Av. Pasteur, 404 Urca, Rio de Janeiro - RJ. E-mail: mdantas@rj.cprm.gov.br

³Pesquisador DRM, Rua Marechal Deodoro 351, Centro - Niterói - RJ. E-mail: kmansur@drm.rj.gov.br

Inicialmente, foi realizada a síntese dos dados de solos e geomorfologia para a identificação e delimitação de unidades morfopedológicas. Em seguida, essas unidades foram agrupadas em seis zonas agroecológicas, considerando as potencialidades e fragilidades dos recursos naturais, os padrões de uso e o estado de degradação das terras. As zonas foram descritas e caracterizadas com base no conjunto de dados temáticos disponível e complementados com as informações levantadas em campo. O trabalho de campo foi orientado para verificação da diversidade dos aspectos físicos, das atividades antrópicas e dos problemas de degradação e conflitos relacionados ao uso dos recursos naturais. Foram considerados ainda o histórico socioeconômico e ambiental da região e a percepção dos atores locais com relação aos aspectos mencionados. Os resultados evidenciaram que a BHRI, face à singular interação dos aspectos fisiográficos e antrópicos, possui uma diversidade ambiental contrastante, apresentando diferentes potencialidades de uso e níveis de fragilidade. Contudo, o diagnóstico do meio físico, obtido segundo a metodologia apresentada, poderá constituir-se em um instrumento importante para subsidiar a tomada de decisões no que se refere às estratégias de planejamento, manejo adequado, monitoramento e avaliação dos recursos naturais, a serem adotados pelo projeto.

Palavras-chaves: recursos hídricos, geomorfologia, geologia, uso e cobertura do solo, pedologia, clima, diagnóstico físico.

Physical environment evaluation of the Imbé watershed - RJ

Application of integrated methodology for land management

Abstract

The physical aspects diagnostic of the Imbé Basin integrates several studies carried out for the Sustainable Land Management in Productive Landscapes of the North-Northwestern region of the Rio de Janeiro State - GEF project, which main goal is to support smallholder rural communities in the change from unsustainable conventional agriculture to an environmental and social sustainable agriculture. The methodology applied was based on the integration of digital data concerning to thematic maps of physical features (climate, water resources, geology, geomorphology, pedology, land use/land cover) and cartographic base, which are transformed to an equal projection and inserted in a digital data base. For this study was adopted the scale 1:250,000 which is consistent to the greater number of the data. First of all, an integrated analysis of soil and geomorphology data was done to the identification of morphopedological units. Then, these units was joined forming six Agro-ecological Zones, considering the mainly restrictions and potential of the natural resources base, the state of degradation, fragilities and land use patterns. The zones was described and characterized using the available thematic data, complemented with field survey information. Within the proposed Zones, it was verified the diversity of the physical aspects in the watershed, the human activities developed, the problems and conflicts related to the natural resources use, the degradation cause-effect relations, the historical information, and the relevant local stakeholders perception about the problems. The physical diagnostic resulted of this methodology is an important tool to design sustainable management strategies, monitoring and assessment of natural resources to be adopted by the project activities.

Key-words: water resources, climate, geology, geomorphology, pedology, land use/land cover, physical diagnosis.

Introdução

O Diagnóstico do Meio Físico da Bacia Hidrográfica do Rio do Imbé (BHRI) é parte integrante de uma série de estudos de diagnóstico dos aspectos socioeconômico, ambiental e institucional/legal que estão sendo realizados a fim de subsidiar o desenho de estratégias a serem implementadas por meio do Projeto *de Gerenciamento Integrado de Agroecossistemas no Norte/Noroeste Fluminense*, submetido a Global Environment Facility (GEF) em setembro de 2003.

A Superintendência de Microbacias Hidrográficas da Secretaria de Estado de Abastecimento, Pesca e Desenvolvimento do Interior coordena a elaboração do projeto, gerenciando recursos de doação do GEF/BIRD para assistência preparatória (PDF Block B). O projeto conta com a parceria de instituições estaduais (EMATER, PESAGRO, DRM, IEF, FEEMA, SERLA e Defensoria Pública), federais (Embrapa Solos e CPRM), privadas (Fundação COPPETEC) e não-governamentais (SOS Mata Atlântica e Conservation International do Brasil), contando ainda com apoio técnico da FAO e do BIRD.

O objetivo do projeto é apoiar os produtores rurais de base familiar na transição de uma agricultura não-conservacionista para uma agricultura sustentável, através da promoção das abordagens de Manejo Sustentável de Recursos Naturais (MSRN) e Manejo Integrado de Ecossistemas (MIE) em áreas rurais. Dessa forma, o projeto estaria contribuindo para (i) diminuir as ameaças à biodiversidade de importância global; (ii) reverter o processo de degradação das terras; e (iii) aumentar os estoques de carbono na paisagem agrícola.

As intervenções diretas do projeto seriam direcionadas às microbacias hidrográficas piloto, inseridas em cinco sub-bacias representativas dos principais ecossistemas de importância global do bioma Mata Atlântica, situados nas regiões Norte e Noroeste Fluminense do Estado do Rio de Janeiro. Estas regiões vêm sofrendo conseqüências drásticas de degradação socioambiental ao longo de seu processo desordenado de ocupação e uso das terras. Desde o início do desbravamento do território brasileiro, no século XVII, esta região tem sido palco de sucessivos ciclos econômicos de monocultivos, com influência na atual situação de pobreza rural, degradação das terras e escassez dos recursos naturais, comprometendo a sustentabilidade da agricultura familiar, ainda significativa nessas regiões.

Em virtude disso, diversas instituições voltadas à geração de conhecimento têm se empenhado, ao longo dos anos, no desenvolvimento de estudos e pesquisas sobre a dinâmica dos recursos naturais face à interferência antrópica. Porém, na maioria das vezes, essas iniciativas ocorreram de forma desarticulada, com sobreposição de ações e desperdícios de recursos humanos e materiais, sem contribuir efetivamente para a mudança de atitudes ou mitigação do quadro socioambiental da região.

Diante dessa situação, a estratégia técnica adotada para subsidiar o desenho das atividades do projeto GEF tem como princípios básicos a integração institucional e transdisciplinar, a sistematização das informações existentes e o respeito ao conhecimento dos agentes locais.

Na abordagem do diagnóstico do meio físico, a metodologia empregada primou-se pela análise integrada dos diversos temas (clima, recursos hídricos superficiais e subterrâneos, geologia, geomorfologia, pedologia e aspectos do uso e ocupação das terras), congregando-os em um banco de dados georreferenciado. A análise dos aspectos geomorfológicos e pedológicos permitiu, inicialmente, a identificação de dez unidades morfopedológicas, que foram posteriormente, reunidas em seis zonas agroecológicas, que foram caracterizadas considerando o conjunto de temas.

Em complementação, foi realizado um trabalho de campo na BHRI, com equipe composta por profissionais dos diversos temas em questão, o que permitiu a verificação das principais características de cada zona agroecológica, além de identificar as atividades desenvolvidas e os problemas e conflitos relacionados ao uso de seus recursos naturais.

As zonas agroecológicas propostas, associadas a informações socioeconômicas e da biodiversidade local, podem se constituir em unidades territoriais básicas para o planejamento das ações de manejo sustentável de recursos naturais nas microbacias passíveis de intervenção pelo projeto.

Dando continuidade às atividades do projeto, pretende-se, ainda, que os resultados deste trabalho sejam traduzidos em linguagem adequada, para que os efetivos gestores dos recursos naturais, (produtores e membros das comunidades rurais, técnicos municipais e estaduais) e demais atores locais possam apropriar-se da rede de conhecimento gerada, melhorando sua participação como protagonistas nas discussões para construção de um ambiente rural mais sustentável.

Localização da Área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio do Imbé (BHRI) está localizada na região Norte e Serrana do Estado do Rio de Janeiro (Figura 1), entre as coordenadas 21° 43' e 22° 05' Sul e 41° 30' e 42° 06' Oeste. Está contida nos municípios de Campos dos Goytacazes, Santa Maria Madalena e Trajano de Morais, totalizando aproximadamente 936,59 quilômetros quadrados de extensão (Tabela 1 e Figura 2).

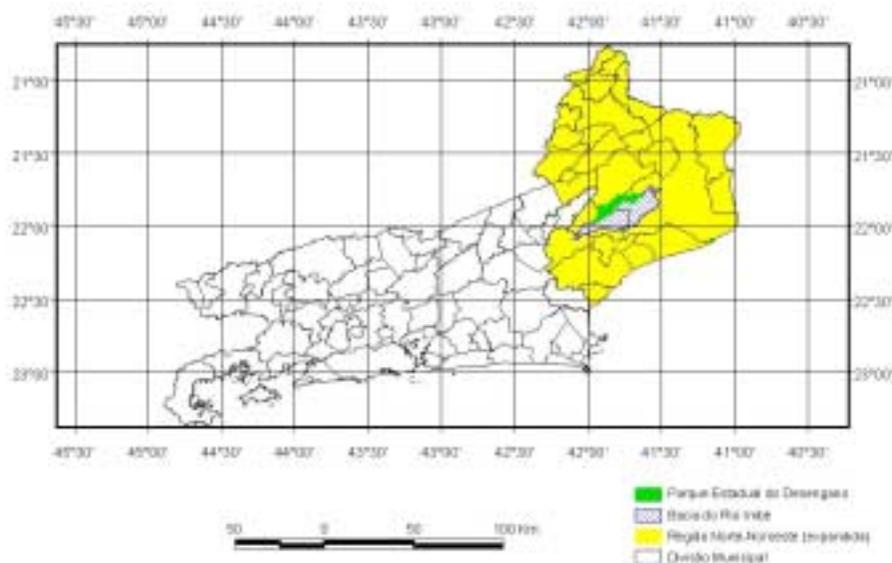


Fig. 1 - Localização da BHRI (destacando-se o Parque Estadual do Desengano), na região Norte e Serrana do Estado do Rio de Janeiro.

Tabela 1- Proporção de área da BHRI em cada município.

Município	Porcentagem da área da BHRI no município	Porcentagem da área do município abrangida pela BHRI
Campos dos Goytacazes	56,92	13,22
Santa Maria Madalena	41,88	48,03
Trajano de Morais	1,20	1,90
Total	100,00	---

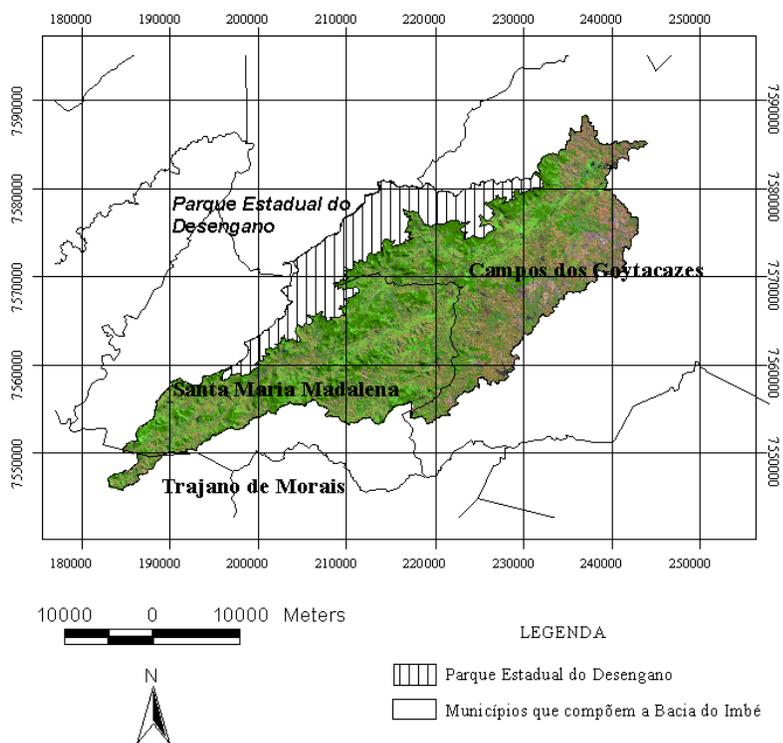


Fig. 2 - Localização da BHRI (destacando-se o Parque Estadual do Desengano) nos municípios em que está contida. Imagem das bandas 5(R), 4(G) e 3(B) do sensor ETM+ Landsat-7 de 1999.

Caracterização da Área de Estudo

A região Norte do Estado do Rio de Janeiro apresenta, em conjunto, uma grande diversidade de paisagens e ambientes, formados pela singular interação entre os aspectos geológicos, climáticos e biológicos, que delinham a atual morfologia e fitofisionomia regionais.

Clima - Na classificação climática segundo o sistema de Köppen, o clima regional que engloba a área em avaliação, corresponde às classes: Cwa (clima de inverno seco e verão chuvoso, com temperatura do mês mais quente superior a 22°C) e Cfa (clima subtropical úmido, sem estiagem, com temperatura do mês mais quente superior a 22° C e a do mês mais frio de 3° a 18° C). No entanto, sob a influência do relevo movimentado o clima da BHRI se apresenta bastante diversificado.

É evidenciada uma faixa de transição climática, partindo-se de uma situação de clima tropical seco (Aw) no município de Campos dos Goytacazes, convergindo para clima subtropical seco (Cwa), já em Trajano de Moraes, atingindo o clima tropical úmido (Am), na encosta da serra, e subtropical úmido (Cfa) nas partes mais elevadas da serra.

Na encosta Atlântica e no alto da serra do Imbé, ocorre uma faixa de clima úmido e mesotérmico. Caracterizado por chuvas orográficas relativamente abundantes o ano inteiro, esta zona serrana possui uma pluviosidade muito elevada, superior a 2.500 mm anuais. As temperaturas médias são amenizadas pela altitude caracterizando o clima mesotérmico, de verões amenos e invernos fracos, registrando médias mensais não superiores a 22°C no mês mais quente, freqüentemente o de fevereiro.

No sopé da serra do Imbé, estende-se uma faixa de clima úmido com precipitações anuais superiores a 2.000 mm, por influência direta das chuvas de relevo provocadas pela presença do paredão e altos cumes da serra do Mar que intercepta os ventos úmidos vindos do litoral do estado. Nota-se uma distribuição relativamente regular da precipitação durante o ano, tendo sido registrados nos meses mais chuvosos a marca de 300 mm em contraposição aos meses de menor precipitação que acusam menos que 60 mm. Normalmente as chuvas abundantes tanto no verão quanto no inverno evidenciam a ocorrência de estação seca muito pouco acentuada. A temperatura nesta faixa climática caracteriza-se por decrescer, acentuadamente, no mês mais frio do ano, normalmente o mês de julho com médias inferiores a 18°C.

O clima que ocorre nas baixadas pode ser descrito como quente e úmido, sem inverno pronunciado, com média do mês mais frio superior a 18°C e regime pluviométrico caracterizado por um período chuvoso no verão e estiagem no inverno. A estação chuvosa tem seu início na primavera com o avanço da massa continental para o sul atingindo o ápice nos meses de dezembro e janeiro quando são freqüentes fortes chuvas acompanhadas de tempestades elétricas. Fevereiro registra um decréscimo nas precipitações médias, mas com a entrada do outono as massas frias que, com freqüência atingem a região, elevam os índices pluviométricos, que voltam a recuar nos meses de inverno, tendo as mínimas assinaladas em julho. As temperaturas permanecem elevadas o ano todo com médias na faixa de 22,1° a 22,9°C. Os meses mais quentes são janeiro e fevereiro e em julho ocorrem as médias mais baixas.

Os resultados do balanço hídrico (Figura 3) evidenciam o pequeno deficiente hídrico anual na área de abrangência da BHRI, sendo verificado nos meses de maio a agosto.

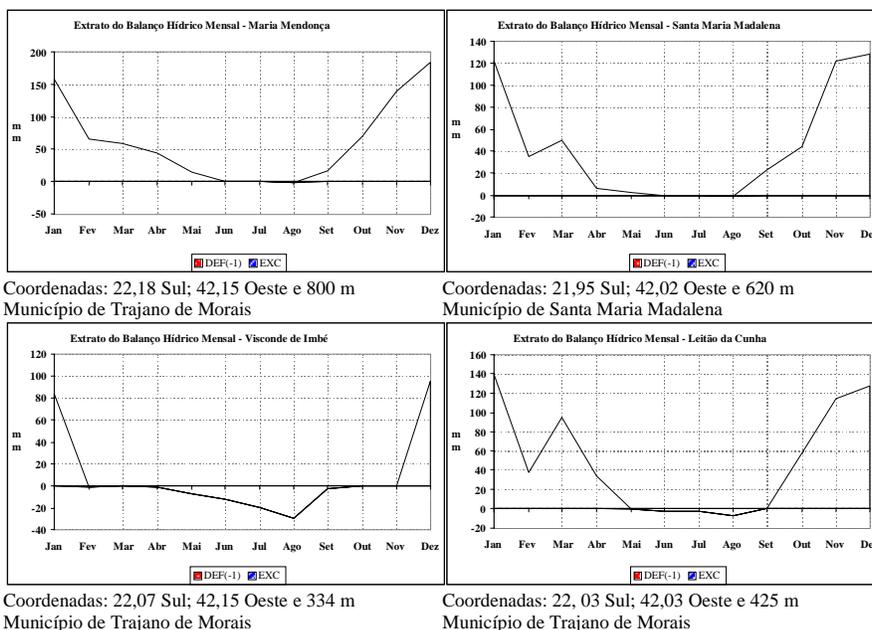


Fig. 3 - Extrato do balanço hídrico nos municípios aos quais pertence à BHRI.

Destaca-se a ocorrência de um pequeno deficiente hídrico do município de Trajano de Morais, em áreas situadas abaixo de 400 m, o que tende a aumentar conforme a redução da altitude do local.

Recursos Hídricos – Cerca de 90% da área da BHRI é coberta por rochas cristalinas. Desta forma, os aquíferos do tipo fissural podem ser considerados os mais importantes do ponto de vista da distribuição.

No que se refere ao potencial hidrogeológico, são feitas as seguintes considerações:

- a) A região compreende áreas com grandes diferenças de altitude – o Projeto Rio de Janeiro (CPRM, 2001a) considerou este fator como um dos mais importantes para a favorabilidade hidrogeológica em terrenos cristalinos, na

medida em que as áreas altas são importantes para a recarga das baixas. Partindo-se desta premissa, as áreas baixas possuem maior favorabilidade do que as altas.

b) As áreas altas estão bastante preservadas no que diz respeito à cobertura florestal – isto aumenta a infiltração de água no subsolo e induz à perenidade das nascentes.

c) A região possui intenso e extenso fraturamento e falhamento das rochas – a água que infiltra no solo passa a circular e se armazenar nestas estruturas. Alguns cursos d'água correm encaixados sobre fraturas e falhas contribuindo também para a recarga dos aquíferos fissurais.

d) No baixo curso do rio do Imbé, observou-se as maiores espessuras de sedimentos – indicando maior favorabilidade para acumulação de água subterrânea.

A partir destas informações e considerando uma aproximação com o Mapa de Favorabilidade Hidrogeológica do Estado do Rio de Janeiro (CPRM, 2001a), conclui-se que as áreas altas com densa cobertura florestal, como a do Parque Estadual do Desengano, são fundamentais para a recarga do aquífero fissural através das fraturas/falhas geológicas existentes e para a manutenção das nascentes. Na área do alto curso (nascentes) do rio do Imbé, em Trajano de Morais, onde existe uma grande densidade de falhas/fraturas, o potencial também é mais elevado, apesar da alta declividade local. Isto pode ser observado através do poço do CIEP de Trajano de Morais, com vazão entre 5 e 6 mil litros/hora e apresentando artesianismo. Nas áreas mais baixas da bacia, na parte N-NE, onde ocorre o aquífero poroso das planícies aluvionares, denominado Aquífero Alúvio-Lacustre (CPRM, 2001a), desde Santo Antônio do Imbé, passando por Sossego, até a Lagoa de Cima, encontram-se os maiores potenciais. Este potencial pode ser aumentado se combinado com o aproveitamento do aquífero fissural subjacente, quando fraturas conectadas com falhas que cortam as áreas florestadas, em especial do Parque Estadual do Desengano, forem interceptadas por poços. A qualidade da água do Aquífero Alúvio-Lacustre é boa a levemente ferruginosa, (CPRM, 2001a). Já as águas dos aquíferos fissurais são boas em geral, apresentando ocasionalmente teores de ferro acima dos padrões.

Apesar da boa qualidade das águas subterrâneas e da favorabilidade hidrogeológica elevada, observa-se que vem ocorrendo uma escassez dos recursos hídricos na BHRI ao longo dos anos devido, principalmente, às intervenções

antrópicas. Muitos rios tiveram sua vazão reduzida e alguns chegam a secar em determinados trechos, durante o período da seca como resultado de grandes obras como as de drenagem da Baixada Campista executada pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) desde a década de 30, aliadas às intervenções locais, como a drenagem artificial das várzeas, a alteração dos cursos de rios, a retirada de grande parte da cobertura vegetal (inclusive nas áreas de recarga dos aquíferos e as matas ciliares) e o uso inadequado das terras na bacia. O manejo inadequado das terras, mantendo os solos expostos por longos períodos favorece os processos erosivos e o transporte de sedimentos que se acumulam nas calhas dos rios, causando seu assoreamento.

A oferta hídrica também é afetada por problemas de qualidade da água. Quanto à poluição por fontes pontuais, pode-se dizer que a maioria dos municípios não possui nenhum sistema coletivo de tratamento de efluentes domésticos. Algumas residências utilizam fossas sépticas, outras lançam os seus efluentes diretamente nos cursos d'água, sendo que alguns deles apresentam processos de eutrofização significativos.

Quanto à poluição por fontes difusas, o formato da bacia, juntamente com o relevo e o padrão de drenagem dendrítico (Figura 4), favorecem o transporte de nutrientes das regiões mais elevadas, sendo depositados nas regiões mais baixas, favorecendo também a eutrofização. Destaca-se ainda que na região em estudo não existe nenhum tipo de organização das comunidades para o gerenciamento dos recursos hídricos, segundo estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.733 de 08/01/1997).

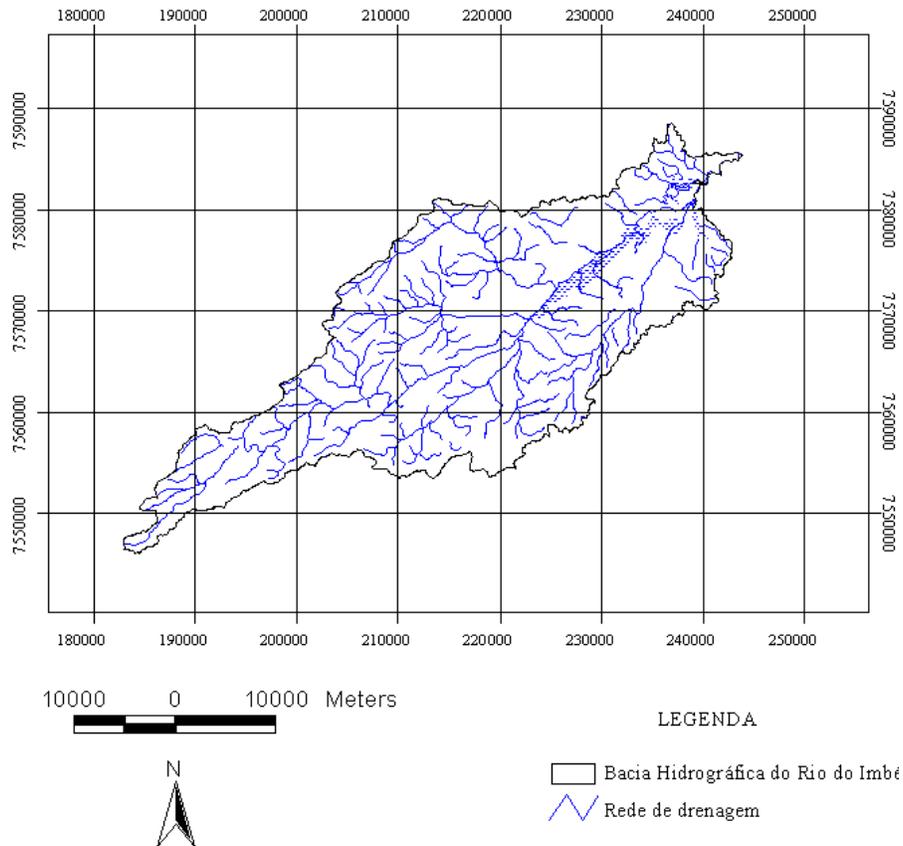


Fig. 4 - Rede de Drenagem da BHRI, obtida na escala 1:250.000.
 Fonte: IBGE (1976, 1977, 1980a, 1980b).

Geologia – O território fluminense encontra-se inserido no segmento central da Faixa¹ Ribeira, cujo nome foi adotado, a princípio, para rochas do vale do rio Ribeira em São Paulo e, posteriormente, estendido para toda uma área, com mais de 1.400 km, ao longo da costa atlântica brasileira. A Faixa Ribeira é parte de uma cadeia de altas montanhas geradas durante a amalgamação do supercontinente Gondwana, como resultado de uma colisão de placas continentais, ocorrida no intervalo entre 670-480 Ma (milhões de anos).

¹Faixa ou cinturão móvel - zona alongada da crosta terrestre, na qual ocorrem/ocorreram deformações, atividade ígnea, metamorfismo e migmatização.

Durante este evento, denominado Orogênese² Brasileira, as rochas então existentes (sedimentos marinhos com idades entre 1.000 – 700 Ma e embasamento com mais de 1.800 Ma) foram dobradas e cisalhadas, enquanto sofriam intenso metamorfismo em associação com magmatismo.

O segmento central da Faixa Ribeira foi subdividido em quatro domínios tectono-estratigráficos (Heilbron *et al.*, 2000). A região da BHRI está inserida no denominado Terreno Oriental (ou Costeiro ou da Serra do Mar). As litologias encontradas são paragneisses (alto grau metamórfico com lentes de calcissilicáticas, quartzitos e mármores calcíticos), que devem ter se desenvolvido em plataformas carbonáticas rasas ao longo da margem do Terreno Oriental, gnaisses granitóides e granitos.

Após os eventos brasileiros, toda a Faixa Ribeira foi afetada por reativações que ocorreram no Cretáceo (135-65 Ma), correspondendo à quebra do Gondwana e formação do oceano Atlântico. Este evento está representado pelo extenso magmatismo básico, através de intrusões de diques de diabásio. Também no Cretáceo começou a haver o soerguimento dos blocos que deram origem à Serra do Mar.

No Terciário, falhamentos, fraturamentos e movimentos de blocos continuaram a ocorrer, dando origem às bacias sedimentares da margem continental, como as bacias de Campos e de Santos.

No mapa geológico apresentado na Figura 5 estão representadas as unidades de mapeamento geológico estabelecidas durante a execução do Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro, na escala 1:50.000, executado pelo DRM-RJ (Rio de Janeiro, 1977, 1978a, 1978b, 1981). Segundo o contexto regional anteriormente descrito, a geologia da BHRI, pode ser assim resumida:

- **Rochas Pré-cambrianas (idade superior a 550 Ma):** em geral estão migmatizadas, ou seja, sofreram processo de fusão parcial, durante o alto metamorfismo a que foram submetidas.

- **Metassedimentos da Unidade São Fidélis:** gnaisses bandados, que podem ser classificados como biotita - plagioclásio gnaisses, granada - biotita -

²Orogênese ou orogenia - processo de formação de cadeias de montanhas por processos tectônicos como, por exemplo, a colisão de placas continentais.

plagioclásio gnaisses e sillimanita - granada - biotita - plagioclásio - ortoclásio gnaisses. A presença de granada e sillimanita indica sua origem a partir do metamorfismo atuando sobre sedimentos marinhos aluminosos. Segundo Eirado *et al.* (2003a e 2003b), foram formados sob condições de temperaturas elevadas, em torno de 650°C, e em profundidades não menores do que 15 km. Processos tectônicos e a erosão trouxeram este material rochoso para a superfície. Eirado *et al.* (2003a e 2003b) reportam a existência de descontínuos níveis de quartzitos grosseiros, na vertente sul da Serra do Itacolomi (Parque Estadual do Desengano, fora da BHRI), indicando que estes quartzitos correspondem a antigas camadas de areias marinhas que foram, posteriormente, metamorfasadas. Os minerais aluminosos e a ocorrência dos quartzitos se combinam para indicar a existência de um mar na região há cerca de 1.000 Ma, cujos sedimentos foram deformados e soerguidos por efeito da colisão que formou o Gondwana. Esta unidade é a que ocupa a maior extensão areal na bacia.

- **Rochas Graníticas da Unidade Desengano:** rochas ígneas metamorfasadas, caracterizadas por microclina gnaisses. Possui cor esbranquiçada a acinzentada, exibindo, como característica marcante, porfiroblastos de microclina, que variam em média de 1,5 a 4 cm de eixo maior, sendo que na localidade – tipo, na Folha Trajano de Moraes, alcançam 20 cm. Ocorrem, também, biotita - granada gnaisses, onde a presença de granada e por vezes, rara sillimanita, pode indicar que foram produto da fusão de metassedimentos a grandes profundidades. Eirado *et al.* (2003a e 2003b) separam esta unidade em duas, uma tipicamente intrusiva nos metassedimentos, porfírica, que foi denominada de “**Granito Porfírico Pico do Desengano**” e outra com presença de granada e muscovita, com características de fusão de metassedimentos, denominada “**Leucogranito Serra do Itacolomi**”. No mapa geológico da Figura 5, estão agrupadas sob a denominação de Unidade Desengano.

- **Charnockitos da Unidade Bela Joana:** domínio de rochas com hiperstênio que exibem características plutônicas. São rochas de granulação média a grosseira, podendo variar para tipos gnáissicos. Sua textura é geralmente porfiroblástica, observando-se fenocristais de feldspato de até 3 cm de eixo maior. Rocha de coloração esverdeada. Eirado *et al.* (2003a e 2003b) descrevem a existência de megacristais de feldspato com até 10 cm de comprimento maior e que, “*esta rocha tem uma origem muito semelhante às duas rochas magmáticas supracitadas*” (Leucogranito Serra do Itacolomi e

Granito Porfírico Pico do Desengano), "porém foi gerada em um ambiente da crosta terrestre abundante em fluidos ricos em gás carbônico (CO_2), o que confere à rocha uma coloração esverdeada e permite a cristalização de outro mineral silicatado de magnésio e/ou ferro, o piroxênio" (hiperstênio). "Nas outras duas rochas magmáticas descritas acima, o fluido predominante à época de sua consolidação era a água (H_2O)". As rochas desta unidade, junto com as outras rochas magmáticas já descritas, destacam-se na paisagem porque são mais duras e resistentes à erosão que as metassedimentares da Unidade São Fidélis.

- **Rochas Metabásicas da Unidade Trajano de Moraes:** *gnaisse meso a melanocrático*, de aspecto xistoso, muito rico em biotita, pobre ou isento de quartzo. Microclina porfiroblástica pode ocorrer. A característica desta Unidade é a presença de diques, sills e corpos irregulares de aplogranito e pegmatito injetados aleatoriamente na rocha. Pode possuir, hornblenda, diopsídio e raro hiperstênio.
- **Rochas Mesozóicas (Cretáceo – 135 a 65 Ma):** rochas ígneas básicas, ocorrendo na forma de diques de diabásio, cortando as rochas pré-cambrianas. Possuem, em geral, direção NE-SW, paralela, portanto, à foliação regional. Na porção sudoeste da bacia, ocorre um grande dique cortando a Unidade Trajano de Moraes, com 15,5 km, sendo que 10,5 dentro da bacia. Outro grande corpo, com 16,7 km, foi mapeado intrudindo a Unidade São Fidélis. Feixes de diques básicos ocorrem em toda a região, muitos com comprimento quilométricos e outros tantos, menores. Sua largura, em geral, é de escala de poucos metros. Estes diques básicos refletem os eventos de magmatismo oceânico relacionado ao estágio de fragmentação do Gondwana e formação do oceano Atlântico.
- **Sedimentos Terciários:** uma pequena porção de sedimentos inconsolidados ocorre nas proximidades da Lagoa de Cima. Trata-se de sedimentos de origem continental do Grupo Barreiras.
- **Sedimentos Quaternários:** sedimentos inconsolidados, acumulados por ação fluvial, estão representados nas planícies de inundação dos principais corpos d'água. Nas proximidades da Lagoa de Cima, os sedimentos têm origem fluvio-lagunar.

A foliação regional tem direção NE-SW, coincidente com a direção de alinhamento das unidades, diques e, também, na forma e orientação da BHRI. Falhas e fraturas condicionam o curso de rios e córregos, em especial nas partes mais altas na

vertente do Parque Estadual do Desengano. A inclinação da foliação é alta a sub-vertical.

Segundo Eirado *et al.* (2003a e 2003b), as falhas e fraturas ocorrem, principalmente, “orientadas segundo a direção N-NW. Estas estruturas geológicas foram geradas, posteriormente à consolidação dos gnaisses e granitos pré-cambrianos, quando já estavam frios, no processo de quebra e lento soerguimento deste segmento da crosta terrestre, ocorrido durante as Eras Mesozóica e Cenozóica”.

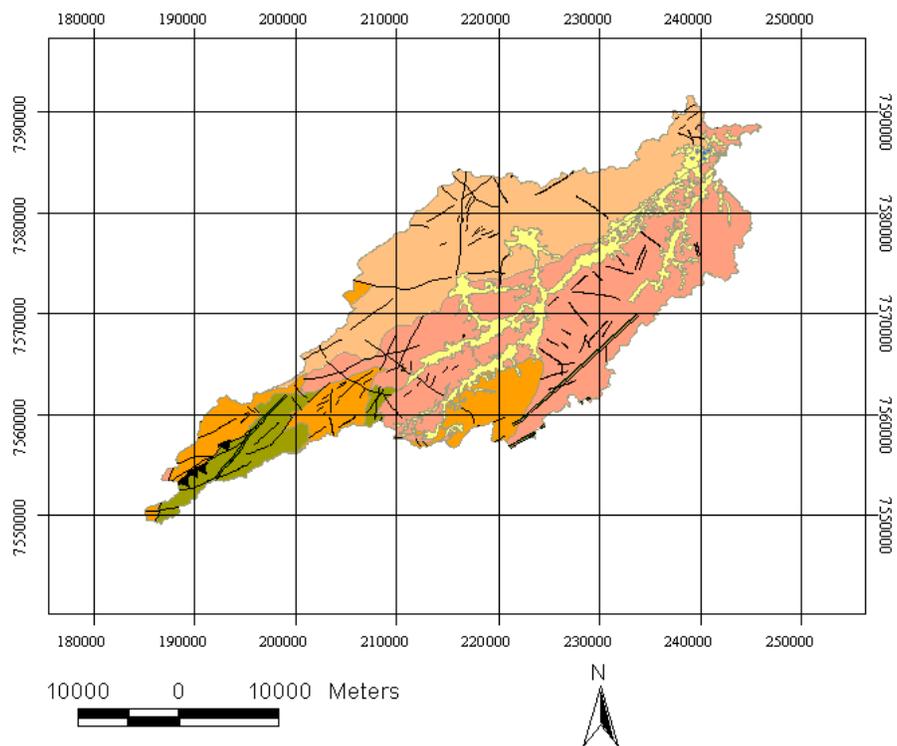


Fig. 5 - Geologia da BHRI, obtida na escala 1:50.000.
Fonte: Rio de Janeiro (1977, 1978a, 1978b, 1981).

* A legenda referente a esta figura se encontra na próxima página por ser bastante extensa.

LEGENDA	
Quaternário	
	Sedimentos Quaternários - Q - Sedimentos aluvionares e flúvio-lagunares
Terciário	
	Sedimentos Terciários - TB - Grupo Barreiras - sedimentos continentais.
Mesozóico	
	Diques - KTA - rochas ígneas básicas, ocorrendo na forma de diques de diabásio, cortando as rochas pré-cambrianas
Pré-Cambriano	
Metasedimentos	
	Unidade São Fidélis - pCIIISf - gnaisses bandados e migmatitos. Biotita - plagioclásio gnaisses, granada - biotita - plagioclásio gnaisses e sillimanita - granada - biotita - plagioclásio - ortoclásio gnaisses. Coloração variável em tons de cinza, granulação variável, associados a leptinitos e a rochas calcissificadas. São transicionais para as rochas da suite charnofítica e incluem domínios mistos com os gnaisses semi-porfiroblásticos da Unidade Desengano.
Ortoderivadas	
	Unidade Desengano - pCIIId - rochas graníticas metamorizadas, caracterizadas por microclina gnaisses. Migmatitos. Possui cor esbranquiçada a acinzentada, exibindo, como característica marcante, porfiróblastos de microclina, que variam em média de 1,5 a 4 cm de eixo maior, sendo que na localidade - tipo, na Folha Trajano de Morais, alcançam 20 cm. Ocorrem, também, biotita - granada gnaisses, e por vezes, rara sillimanita.
	Unidade Bela Joana - pCIIbj - migmatitos constituídos geralmente de (hn) - (hiperstênio) - (f-feldspato) - biotita - quartzo - gnaisses de granulação grossiera a média, coloração cinza-esverdeada, apresentando textura gnáissica porfiroblástica e subordinadamente catadástica, estruturas migmatóicas do tipo "schlieren" e nebulítica, presença de neossoma leptiniticos. Ocorrem, também, enderbitos e charnokitos marrom acaramelados, maduros.
	Unidade Trajano de Morais - pCIIIm - Rochas metabásicas (?). gnaisses meso a melanocrático, de aspecto xistoso, muito rico em biotita, pobre ou isento de quartzo. Microclina porfiroblástica pode ocorrer. A característica desta Unidade é a presença de diques, sills e corpos irregulares de aplogranito e pegmatito injetados acetonariamente na rocha. Pode possuir, hornblenda, diopsídio e raro hiperstênio.
Estruturas	
	Fratura indiscriminada
	Falha definida
	Falha inversa ou de empurrão aproximada, triângulos no bloco alto
	Alinhamentos estruturais

A geologia da BHRI apresenta grande potencial ecoturístico. No Alto Imbé, o DRM-RJ implantou placas do Projeto Caminhos Geológicos, pela visão favorável que se tem desde a Serra do Mar até as planícies litorâneas e o próprio oceano Atlântico. Sob este aspecto, além da vista panorâmica, os principais atrativos são as cachoeiras do Sossego do Imbé e o Parque Estadual do Desengano.

Quanto à mineração na BHRI, a Figura 6 apresenta a localização de áreas objetos de processos junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM. Englobam situações que vão desde a fase de Requerimento de Pesquisa, passando pela de Alvará de Pesquisa, até a de Concessão de Lavra. A grande maioria refere-se à extração de rochas ornamentais. A maioria das extrações encontra-se em área da Unidade Trajano de Morais, para produção do denominado Granito Coral (nome comercial para um biotita gnaiss monzogranítico), cuja coloração rosada é dada por microclina micropertítica.

Algumas dessas áreas estão em atividade e outras paralisadas. Foram observadas em campo quatro lavras paralisadas, sendo que nenhuma delas foi recuperada, constituindo fontes pontuais de geração de sedimentos. A preocupação reside no fato de que dos 936,59 quilômetros quadrados de área da bacia, cerca de 197,94 foram bloqueados, ou seja, aproximadamente 21% da área total.

É preciso um trabalho de fiscalização dos órgãos ambientais e solicitação, durante o licenciamento daquelas lavras consideradas possíveis, de contrapartidas ambientais na forma de serviços de reflorestamento, entre outras ações.

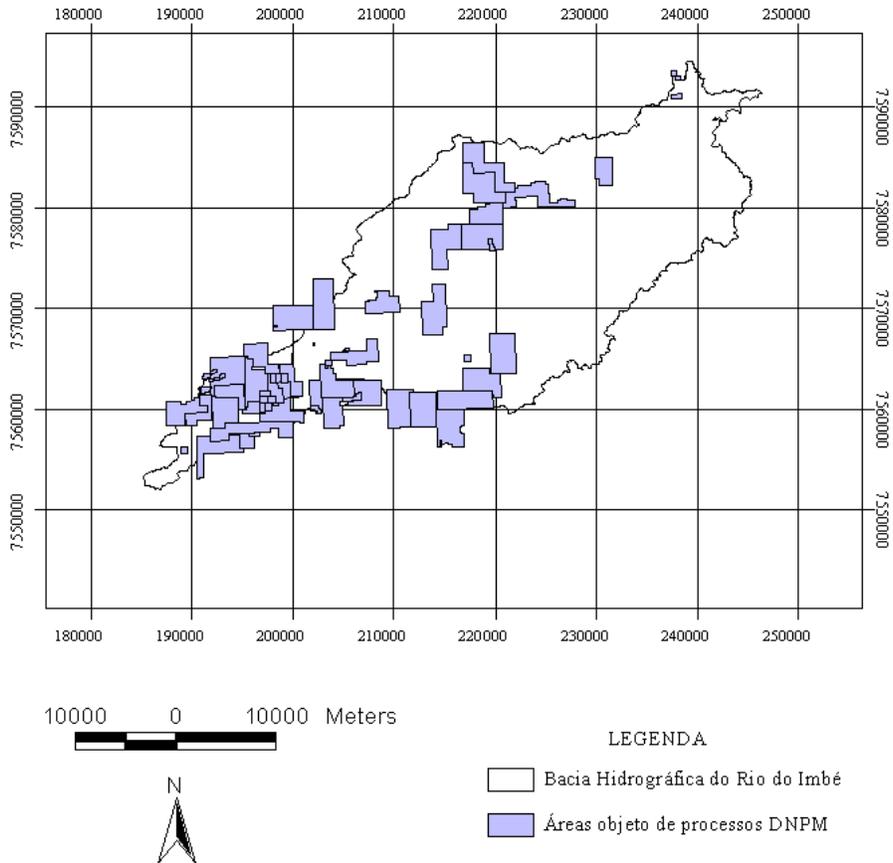


Fig. 6 - Áreas objetos de processos junto ao DNPM, localizadas na BHRI.

Fonte: Departamento Nacional de Produção Mineral, 2003.

Geomorfologia – A BHRI drena uma área situada entre as escarpas elevadas da serra do Mar (localmente denominadas de Serra do Imbé ou Serra do Desengano) e os amplos terrenos aplainados, caracterizados por baixas cotas do Litoral Leste Fluminense. Esta bacia exhibe uma notável assimetria morfológica, sendo que os tributários da margem esquerda do rio do Imbé (rios Água Limpa, Morumbeca, do Norte, Mocotó, Aleluia e Opinião, dentre os principais) drenam a paisagem

montanhosa da escarpa da serra do Mar, enquanto que os tributários da margem direita do rio do Imbé (rios Urubu e Zangado, dentre os principais) drenam, em geral, uma monótona paisagem colinosa, por vezes, interrompida por alinhamentos serranos isolados.

A escarpa da serra do Imbé compreende a vertente oceânica (sul) desta porção da Serra do Mar. Apresenta um notável paralelismo com marcante direção WSW–ENE, condicionada pela orientação das rochas que formam o substrato geológico. Caracteriza-se por vertentes íngremes e paredões rochosos de grandes desnivelamentos altimétricos, freqüentemente, superiores a 1.000 metros.

A linha de cumeada sustenta altitudes entre 1.200 e 1.500 metros, com picos que atingem 1.700 metros. Nestes terrenos, desenvolvem-se vales fluviais profundos e escarpas íngremes (Dantas, 2001), que guardam um dos últimos e extensos fragmentos florestais do norte fluminense. Lamego (1963) já destacava o isolamento e a pouca acessibilidade do trecho da Serra do Mar a leste de Santa Maria Madalena, sendo definido como uma muralha de serras, alçadas e dissecadas seguindo marcantes planos de falha, por onde se encaixam os rios principais, destacando-se o rio Mocotó.

Assim sendo, esta morfologia é controlada tanto pela direção NE conferida pela geometria dos corpos e foliação das rochas magmáticas (granitos e charnockito) e dos gnaisses encaixantes de origem sedimentar, quanto pelas estruturas (falhas e fraturas) de direções ortogonais NNW e ESE. Essas feições impressas no substrato rochoso atuam como planos de fraqueza, por onde ocorre uma ação mais intensa dos processos intempéricos e erosivos, responsáveis pela denudação diferencial do maciço rochoso.

Um aspecto peculiar das escarpas montanhosas e dos alinhamentos serranos escalonados é o predomínio de vertentes abruptas com paredões rochosos subverticais ou montanhas isoladas em forma de “pães-de-açúcar”, apresentando somente uma delgada capa de solos residuais nos topos das cristas e das encostas. Na base desses extensos paredões rochosos, via de regra, observam-se espessos e espraiados depósitos de tálus dispostos em forma de rampas. Os fundos de vales fluviais, exceto o rio do Imbé, apresentam-se, geralmente, com restrita sedimentação aluvial devido à grande capacidade de transporte dos canais fluviais em zona montanhosa, sendo freqüentes os trechos encachoeirados. Por vezes, estes fundos de vales se encontram entulhados por depósitos oriundos da dinâmica das encostas e retrabalhados por ação fluvial.

As áreas montanhosas e escarpadas de regiões tropicais úmidas são sujeitas a atuação de processos erosivo-deposicionais de grande magnitude, que combinam a ação da gravidade com os fluxos d' água. Deste modo, os movimentos de massa "latu senso" correspondem aos processos mais freqüentes e relevantes na esculturação da morfologia do relevo.

Outro evento de forte magnitude, são as conhecidas "trombas d' água", provocando as intensas enxurradas que ocorrem durante as estações chuvosas, possuindo também grande poder destrutivo. Este fenômeno é comum na região devido ao fato de que a maioria dos vales fluviais são profundos, alongados e encachoeirados, permitindo um rápido escoamento da água para os eixos dos canais. O potencial erosivo das enxurradas é significativo, podendo transportar até blocos e matações de rochas de dimensões decamétricas.

Em contraste com o relevo serrano anteriormente descrito e que abrange aproximadamente metade da bacia em questão, desenvolve-se, na metade sudeste da bacia, um amplo domínio de colinas que representam um conjunto de elevações de pequena amplitude altimétrica, de até 60 m de desnivelamento e gradientes suaves (entre 5 e 20°), sendo que suas encostas possuem formas convexadas e topos arredondados. Estes terrenos se caracterizam por suave dissecação, baixas amplitudes de relevo e topos de cotas concordantes, sugerindo uma antiga superfície de erosão que, segundo a literatura, seria de idade Plio-Pleistocênica (superfície Velhas – King, 1956); (Pd1 – Bigarella *et al.*, 1965); (superfície Interplanáltica – Ab'Saber, 1972).

A estabilidade morfodinâmica deste relevo, em oposição ao cenário montanhoso, promoveu o desenvolvimento de espessos mantos de intemperismo e solos profundos. O controle lito-estrutural torna-se, portanto, bem menos expressivo. Os processos erosivos também são bem menos importantes no ambiente colinoso, principalmente sob condições naturais. Todavia o uso indiscriminado do solo em atividades agropastoris acarretam em processos de erosão laminar ou em sulcos. Os vales mais amplos encontram condições propícias para estocagem da sedimentação aluvial. Ocasionalmente, rampas de colúvio de pequenas dimensões depositam-se na base das vertentes das colinas.

No eixo da bacia, junto à calha do rio do Imbé, este tipo de relevo se encontra, geralmente, afogado por uma extensa sedimentação fluvial, gerando planícies de inundação de extraordinária expressão em área, levando-se em consideração à

extensão da bacia e do próprio rio do Imbé. Tratam-se de áreas planas constituídas por sedimentos argilo-arenosos a arenosos inconsolidados e de idade quaternária superior (até 10.000 anos); estão associadas ao baixo-médio curso do rio do Imbé, seguindo a direção NE ou ENE, e seus principais tributários da margem esquerda – rios Opinião, Mocotó, do Norte e Água Limpa, seguindo orientações NNW. Planícies flúvio-lagunares formadas por sedimentos argilosos ou argilo-arenosos inconsolidados, interdigitadas com as planícies fluviais desenvolvem-se de forma localizada no baixo curso do rio do Imbé e proximidades da Lagoa de Cima, constituindo-se áreas muito suscetíveis a eventos de inundação.

A Figura 7 apresenta um recorte do mapa geomorfológico para a BHRI.

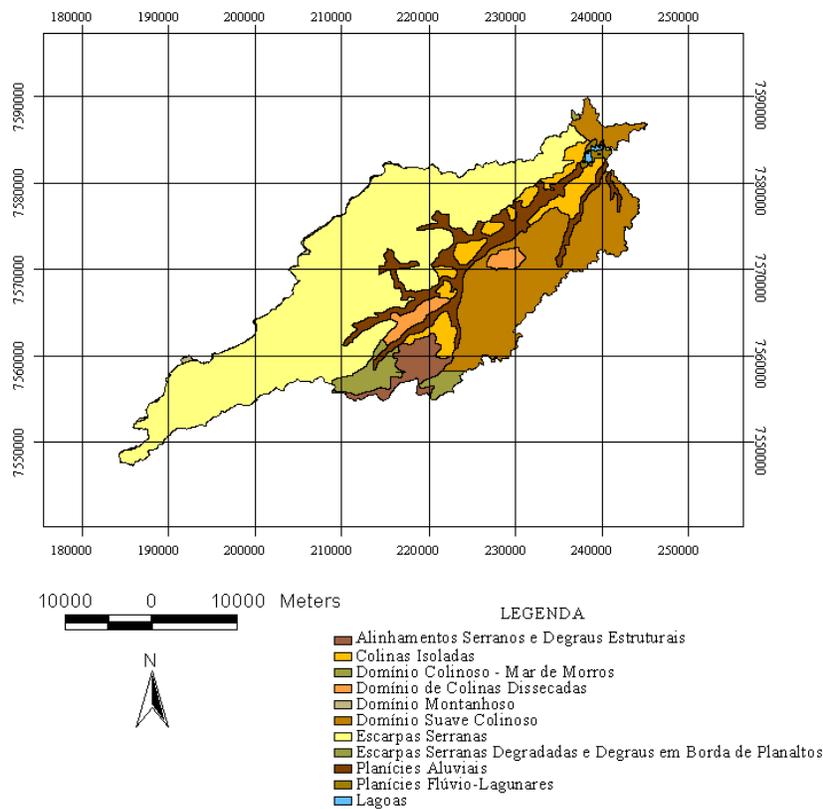


Fig. 7 - Geomorfologia da BHRI, obtida na escala 1:250.000.
Fonte: CPRM (2001b).

Pedologia – Considerando que os solos podem ser entendidos como sistemas morfológicos que co-evoluíram com o desenvolvimento das paisagens, a partir do imbricamento dos vários fatores de formação, tais como, segundo Jenny (1941), material de origem, clima, organismos, relevo e tempo, os solos desta notável bacia hidrográfica expressam complexos padrões de distribuição e considerável variabilidade. De uma maneira simplificada, as unidades pedológicas encontradas na área de estudo podem ser caracterizadas e divididas em função do material constituinte e da situação topográfica em que se encontram. Pois, a interação desses fatores, ao condicionar diferentes classes de drenagem e atributos físicos, químicos e biológicos, induzem o desenvolvimento de distintas classes de solos.

Assim, nas baixadas litorâneas e contrafortes serranos, onde o dissecamento do relevo ocorre sob a forma de colinas, encontram-se solos evoluídos, desenvolvidos sobre coberturas coluviais. Esses solos, pertencentes às classes Latossolo e Argissolo, encontram-se distribuídos por quase toda a extensão das áreas aplainadas de domínio suave colinoso e colinoso, constituindo as classes de solo de maior expressão da bacia do rio do Imbé. Além da predominante ocorrência em domínio colinoso, essas unidades pedológicas podem ser encontradas também nas vertentes mais suavizadas dos vales intermontanos, em meio a relevo forte ondulado a montanhoso, na porção serrana da bacia hidrográfica em questão.

Os Latossolos constituem solos minerais, não-hidromórficos, caracterizados pela presença de horizonte B latossólico subjacente a qualquer tipo de horizonte A. São solos que se encontram em adiantado estágio de evolução, sendo constituídos de material muito intemperizado, de baixa relação silte/argila e reduzida proporção de minerais alteráveis. Com seqüência de horizontes A-Bw-C e reduzido incremento de argila em profundidade, normalmente os perfis se apresentam profundos a muito profundos, de bem a acentuadamente drenados, porosos e permeáveis. As subordens são diferenciadas, basicamente, pela cor e teores de ferro. (Camargo *et al.*, 1987; Carvalho Filho *et al.*, 2001). São abundantes na região os Latossolos Vermelho-Amarelos e os Amarelos, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999).

De modo geral, por apresentar baixos teores de bases trocáveis, fósforo e micronutrientes, além da alta concentração de alumínio e tendência à reação ácida, a principal limitação dos Latossolos é a baixa fertilidade natural. Quando inseridos em relevo movimentado as grandes declividades e a susceptibilidade à erosão, mormente naqueles com texturas mais arenosas, devem ser consideradas como

fatores limitantes. Quando associadas à topografia aplainada ou suave, as propriedades físicas favoráveis - porosidade, permeabilidade, resistência à erosão e profundidade efetiva – garantem boa potencialidade para o aproveitamento agrícola.

Os Argissolos, por sua vez, compreendem solos minerais, não hidromórficos, com horizonte diagnóstico B textural de cores avermelhadas a amareladas, com argila de atividade baixa sobposto a horizonte A ou E, apresentando normalmente perfis profundos de seqüência A-E-Bt-C ou A-Bt-C, cuja principal característica é o incremento diferencial de argila em subsuperfície. Ocupando os trechos mais declivosos das vertentes freqüentemente formam toposseqüências com Latossolos correlatos ou associações de Argissolos distintos. Argissolos Vermelhos, Vermelho-Amarelos e Amarelos são as três subordens principais encontradas na região em foco, cuja distinção se baseia nas diferenças de cor e teores de ferro. A classe Argissolo Vermelho-Amarelo apresenta grande variação morfológica e analítica, expressa na variabilidade textural, saturação de bases e teores de alumínio. Registram-se solos desde muito profundos, intermediários com Latossolos, unidades com caráter abrupto, até solos rasos e bem mais incipientes. A classe dos Argissolos Amarelos constitui uma categoria de solos, em geral profundos, de textura média ou argilosa, estrutura fraca, tipicamente álicos e distróficos, caracterizados pelo acentuado gradiente textural e pela coloração mais amarelada. Os Argissolos Vermelhos compreendem solos predominantemente eutróficos, de textura argilosa, bem estruturados, de coloração mais avermelhada e teores de Fe_2O_3 superiores aos antecedentes. Encontram-se, normalmente, sob vegetação subcaducifólia, associados com os Argissolos Vermelho-Amarelos (Carvalho Filho *et al.*, 2000). São solos de ocorrência menos expressiva na BHRI, onde ocupam as áreas de relevo forte ondulado e montanhoso relacionados aos alinhamentos serranos e à ocorrência de rochas básicas.

Dado à grande variabilidade da classe, os Argissolos apresentam atributos e propriedades de interesse agrônomo diversos, refletindo diretamente na potencialidade de uso desses solos. Entretanto, destaca-se a reduzida fertilidade, sobretudo nos álicos e distróficos, e as condições de relevo associadas à considerável susceptibilidade à erosão como os principais fatores limitantes.

Ainda nas áreas de relevo movimentado, ondulado a montanhoso, onde predominam as classes dos Latossolos e Argissolos, cumpre registrar a ocorrência subordinada de Cambissolos a estas associados.

À medida que o relevo torna-se mais acidentado os solos desenvolvidos a partir dos alteritos da litologia local ou sobre depósitos de tálus refletem as condições de restrição pedogenética, apresentando desenvolvimento incipiente, evidenciado pelo solo pouco profundo e pela morfologia e atributos herdados do material de origem. Nestas condições, registra-se a ocorrência generalizada de Cambissolos, em sua maioria Háplicos, freqüentemente associados aos Neossolos Litólicos e afloramentos de rocha. Esta situação é encontrada em toda a face escarpada da serra do Imbé e domínio montanhoso, onde ocorrem em áreas de relevo proeminente com feições aguçadas e abruptas das áreas serranas.

Os Cambissolos constituem uma classe de solos minerais não hidromórficos com horizonte B incipiente, formando seqüência A-Bi-C. São solos relativamente pouco evoluídos, rasos ou pouco profundos, apresentando forte influência do material constitutivo com elevados teores de silte com texturas e propriedades químicas bastante variáveis.

Corresponde a uma classe bastante variável em termos de propriedades o que torna difícil as generalizações a respeito da potencialidade de uso agrícola, no entanto podem apresentar limitações físicas pela pouca profundidade efetiva, pedregosidade e situação topográfica. Quimicamente, algumas unidades podem apresentar boa fertilidade excetuando-se os distróficos e álicos.

Os Neossolos Litólicos são solos minerais pouco desenvolvidos com horizonte A ou O assente diretamente sobre a rocha ou horizonte C. São solos muito rasos de textura variada sendo comum a presença de cascalhos e calhaus oriundos de rochas semi-intemperizadas com altas proporções de minerais primários alteráveis.

Nas amplas planícies fluviais do rio do Imbé e seus tributários, os solos desenvolvidos sobre os sedimentos quaternários apresentam variadas situações de drenagem com graus diversos de hidromorfismo, dando expressão à distintas classes de solos. Gleissolos Háplicos e/ou Melânicos e Organossolos constituem as classes predominantes nesses ambientes de drenagem impedida. Subordinadamente, registra-se a ocorrência de Neossolos Flúvicos e Cambissolos, típicos de baixada onde se observa melhores condições de drenagem.

Os Gleissolos são solos minerais, hidromórficos, tendo como horizontes superficiais A ou H seguidos de horizonte glei. Por serem solos desenvolvidos em áreas de topografia deprimida, têm como característica marcante as condições de drenagem

impedida que condicionam o processo de gleização e a classe de drenagem, normalmente mal ou muito mal drenada. Como o material de origem é de natureza sedimentar, esses solos registram considerável variação morfológica e analítica que se expressa ao longo do perfil ou mesmo espacialmente na área de ocorrência de acordo com as características herdadas do material constitutivo. Assim, a composição textural, a atividade de argila, a saturação por bases os teores de alumínio podem apresentar grande variação Oliveira *et al.*(1992). Ocorrem na área de estudo algumas unidades com horizonte hístico e outras apresentando camadas com caráter solódico e/ou salino que configuram características distintas entre as subordens desta classe.

A grande limitação dos Gleissolos Háplicos e Melânicos ao uso agrícola é a condição de drenagem impedida com a presença de lençol freático alto, risco de inundação, impedimento à mecanização e elevado poder tampão nos de reação ácida. Para os com caráter sódico ou sálicos, acrescem-se a estas, limitações relacionadas a toxicidade nutricional, sendo estes solos considerados de baixa aptidão para exploração agrosilvipastoril.

Os Organossolos constituem solos constituídos de material orgânico que exibem horizonte diagnóstico superficial O ou H, desenvolvido em ambientes palustres sob condições hidromórficas, característicos de locais deprimidos que permitem a acumulação de resíduos orgânicos sobre sedimentos areno-argilosos. São solos muito mal drenados, que contém elevados teores de carbono, capacidade de troca de cátions e relação C/N altas, densidades baixas e reação, em geral, ácida. Algumas unidades, por influência marinha, apresentaram caráter solódico e sálico. São diferenciados por estas características e pelos teores e estágios de transformação da matéria orgânica. Ocorrem na região, sobretudo, nas planícies de inundação flúvio-lagunares logo a montante da lagoa de cima, onde as condições de drenagem são extremamente restritas.

Limitações inerentes do lençol freático aflorante associado a algumas características químicas impõe sérias restrições ao uso agrícola.

Os Neossolos Flúvicos configuram grupo de solos minerais rudimentares, não hidromórficos, formados em depósitos sedimentares recentes. Possuem apenas o horizonte A como diagnóstico sobre sucessão de camadas estratificadas sem relação pedogenética. São solos muito variados do ponto de vista morfológico devido à acentuada anisotropia desses depósitos aluviais, o que lhes confere grande variação textural, teores de carbono e propriedades químicas ao longo do perfil.

Como trata-se de uma classe bastante heterogênea, as restrições e potencialidades dos Neossolos Flúvicos variam muito, porém pode-se destacar como principais limitações o excesso de umidade e a baixa fertilidade de algumas unidades. Como a topografia é bastante favorável algumas unidades mais férteis podem apresentar boas condições para a exploração agrícola, apesar do risco de inundação a que estão submetidas.

A Figura 8 apresenta a distribuição dos solos na BHRI, segundo a legenda apresentada na Tabela 2.

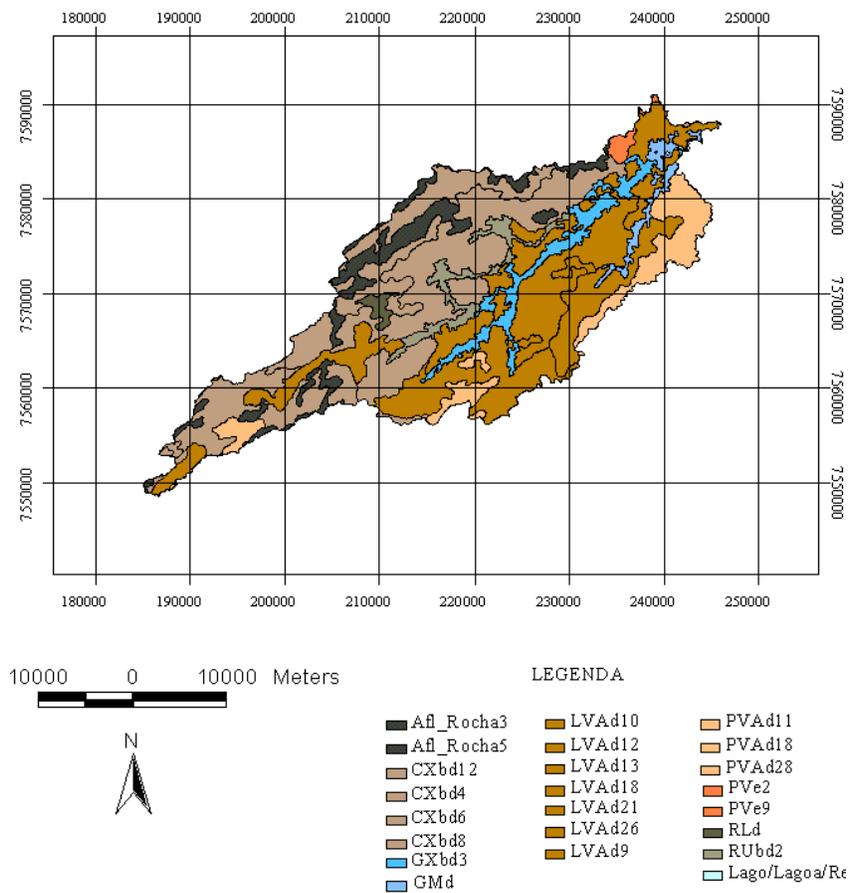


Fig. 8 - Pedologia da BHRI, obtida na escala 1:250.000.
 Fonte: Embrapa Solos (2002) e Carvalho Filho *et al.* (2003).

Tabela 2. Unidades de mapeamento de solos.

Unidades de mapeamento	Associação de tipos de solos
AR3	AF.ROCHA + CAMBISSOLO HAPLICO Tb Distrofico tipico + NEOSSOLO LITOLICO Distrofico tipico
AR5	AF.ROCHA + NEOSSOLO LITOLICO Distrofico tipico
CXbd12	CAMBISSOLO HAPLICO Tb Distrofico tipico + AF.ROCHA + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrofico tipico
CXbd4	CAMBISSOLO HAPLICO Tb Distrofico tipico + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrofico tipico
CXbd6	CAMBISSOLO HAPLICO Tb Distrofico tipico + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrofico tipico + LATOSSOLO AMARELO Distrofico tipico
CXbd8	CAMBISSOLO HAPLICO Tb Distrofico tipico + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrofico tipico + LATOSSOLO AMARELO Distrofico tipico
Gmd	GLEISSOLO MELANICO Distrofico tipico + GLEISSOLO HAPLICO Tb Distrofico tipico
GXbd3	GLEISSOLO HAPLICO Tb Distrofico tipico + NEOSSOLO FLUVICO Tb Distrofico tipico
LVAAd10	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrofico tipico + LATOSSOLO AMARELO Distrofico tipico
LVAAd12	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrofico tipico + LATOSSOLO AMARELO Distrofico tipico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrofico tipico
LVAAd13	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrofico tipico + LATOSSOLO AMARELO Distrofico tipico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrofico tipico
LVAAd21	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrofico tipico + LATOSSOLO AMARELO Distrofico tipico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrofico tipico
LVAAd22	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrofico tipico + LATOSSOLO AMARELO Distrofico tipico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrofico tipico
LVAAd25	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrofico tipico + LATOSSOLO AMARELO Distrofico tipico + CAMBISSOLO HAPLICO Tb Distrofico tipico
LVAAd26	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrofico tipico + LATOSSOLO AMARELO Distrofico tipico + CAMBISSOLO HAPLICO Tb Distrofico tipico
LVAAd9	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrofico tipico + LATOSSOLO AMARELO Distrofico tipico
PVAAd11	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrofico tipico + ARGISSOLO AMARELO Distrofico tipico + CAMBISSOLO HAPLICO Tb Distrofico tipico
PVAAd18	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrofico tipico + ARGISSOLO AMARELO Distrofico tipico + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrofico tipico
PVAAd18	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrofico tipico + ARGISSOLO AMARELO Distrofico tipico + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrofico tipico
PVAAd28	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrofico tipico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrofico tipico + ARGISSOLO VERMELHO Eutrofico tipico + AF.ROCHA
PVAAd29	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrofico tipico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrofico tipico + CAMBISSOLO HAPLICO Tb Distrofico tipico + CAMBISSOLO HAPLICO Tb Eutrofico tipico
PVe2	ARGISSOLO VERMELHO Eutrofico tipico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrofico tipico
PVe9	ARGISSOLO VERMELHO Eutrofico tipico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrofico tipico + AF.ROCHA
RLd	NEOSSOLO LITOLICO Distrofico tipico + CAMBISSOLO HAPLICO Tb Distrofico leptico
RUBd2	NEOSSOLO FLUVICO Tb Distrofico gleico + GLEISSOLO HAPLICO Tb Distrofico tipico

Uso e ocupação das terras – As terras na BHRI são ocupadas predominantemente por pastagens, tendo a pecuária para a produção leiteira como a principal atividade desenvolvida na região. A agricultura é desenvolvida principalmente em áreas de assentamentos, onde se observa uma maior diversidade de culturas, principalmente cana-de-açúcar, banana, mandioca, feijão e milho, além do reflorestamento com eucalipto. Além dos assentamentos, observam-se áreas de cultivo da cana-de-açúcar e reflorestamento restritas a poucas propriedades. Os resultados da ocupação desordenada da região e do manejo inadequado das terras se fazem notar pela redução drástica da vegetação natural, incluindo as áreas próximas aos cursos d'água e em vertentes de elevada declividade, e pela ocorrência generalizada de processos erosivos. A vegetação natural encontra-se restrita às áreas de maior declividade, principalmente na área de abrangência do Parque Estadual do Desengano e no seu entorno.

Segundo dados da Fundação CIDE (Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro, 2003) relativos ao ano de 2001, a área da BHRI apresentava os seguintes tipos predominantes de uso e ocupação das terras:

- Área Urbana, caracterizada por ocupação urbana, tanto a de alta densidade de ocupação (contínua e predominantemente vertical) quanto a de média (contínua e predominantemente horizontal) e baixa densidade (horizontal esparsa, entremeada por áreas verdes ou terrenos vazios) de ocupação;
- Afloramento Rochoso, compreendendo porções do relevo em que aflora a rocha matriz, o que não propicia a fixação de espécies vegetais;
- Campo/Pastagem, compreendendo os campos antrópicos encontrados nas áreas onde a vegetação natural primitiva foi substituída, inicialmente para práticas de agricultura ou pastagem, com o declínio da agricultura deu lugar a extensas áreas recobertas por vegetação herbácea sem nenhum uso atual ou com pastagens;
- Culturas, abrangendo as áreas agrícolas, onde se incluem os campos de cultivo cíclicos, permanentes e mistos;
- Floresta, sendo a vegetação primária³, formada por indivíduos de porte arbóreo em forma contínua, com as espécies dispostas, segundo a altura, em até quatro estratos definidos, variando entre 20 e 30 metros de altura. Nesta legenda, incluem-se, além das Florestas Ombrófila Densa, Ombrófila Mista e Estacional Semidecidual, as secundárias antigas com porte arbóreo,

estrutura florestal e ocorrência de espécies clímax. Esta classe compreende duas subclasses:

- Floresta Aluvial, caracterizada por uma estreita faixa de mata que se desenvolve às margens de rios e lagoas, correspondendo à mata ciliar ou inundável;
- Floresta de Terras Baixas, de Encostas e de Montanhas, em que estão inseridas as Florestas Ombrófila Densa, Estacional Semidecidual e secundárias antigas. A Ombrófila Densa (Floresta Pluvial Tropical) recobre as encostas do litoral e da Serras do Mar, em ambientes com menos de 60 dias secos no ano, sendo constituída por árvores de folhas perenes. A Estacional Semidecidual (Floresta Semicaducifólia Tropical) apresenta-se bastante fragmentada, ocorrendo em ambientes com mais de 60 dias secos no ano, apresentando entre 20 e 50% de espécies que perdem suas folhas na estação seca.
- Vegetação Secundária⁴, compreendendo tanto áreas abandonadas após diferentes tipos e intensidades de uso - o que pode conduzir a diferentes padrões de regeneração - quanto áreas naturais ou em regeneração submetidas a diferentes níveis de degradação, devido a fatores como fogo e exploração de madeira. O resultado apresenta-se, geralmente, na forma de um mosaico, com a ocorrência de diferentes situações numa mesma área. Geralmente, são estabelecidas classes relacionadas com o porte e a densidade da vegetação, independentemente do processo de regeneração ou degradação, desde o herbáceo-arbustivo até o arbóreo denso, que corresponde a uma floresta de porte considerável (capoeira), mas cuja estrutura ainda apresenta diferenças significativas com relação à chamada floresta primária, principalmente em relação à dominância e riqueza de espécies arbóreas. No mapeamento, foram identificadas duas classes:
 - Vegetação Secundária em Estágio de Sucessão Inicial a Médio,

³A qualificação de "primária" aplica-se, de acordo com a Resolução. CONAMA nº 010, de 1/10/1993, a qualquer tipo de vegetação "(...) de máxima expressão local, com grande diversidade biológica, sendo os efeitos das ações antrópicas mínimos, a ponto de não afetar significativamente suas características originais de estrutura e de espécies."

⁴A Resolução CONAMA nº 010, de 1/10/1993, define Vegetação Secundária ou em Regeneração como "(...) vegetação resultante dos processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial da vegetação primária por ações antrópicas ou causas naturais, podendo ocorrer árvores remanescentes da vegetação primária."

compreendendo tanto a vegetação "*herbáceo-arbustiva de porte baixo, com cobertura vegetal variando de fechada a aberta*" quanto a "*vegetação arbórea e/ou arbustiva - predominando sobre a herbácea e podendo constituir estratos diferenciados -, com fisionomia de aberta a fechada e ocorrência eventual de indivíduos emergentes*"⁵.

- Vegetação Secundária em Estágio de Sucessão Avançado, segundo a Resolução CONAMA 010/1993, "*...vegetação arbórea, dominante sobre as demais, formando um dossel fechado e relativamente uniforme no porte, podendo apresentar árvores emergentes com diferentes graus de intensidade e copas superiores horizontalmente amplas*".

A Tabela 3 apresenta a proporção em que ocorrem os tipos de uso e ocupação descritos na área da BHRI e a Figura 9, a sua distribuição na bacia.

Tabela 3 - Uso e ocupação das terras da BHRI.

Tipo de Ocupação	Porcentagem da área da BHRI
Área urbana	0,01
Afloramento rochoso	0,21
Campos / Pastagem	45,36
Cultura	8,98
Floresta aluvial	0,98
Floresta de terras baixas, encostas e montanhas	17,92
Vegetação secundária em estágio de sucessão avançado	14,64
Vegetação secundária em estágio de sucessão inicial a médio	11,78
Corpos d'água	0,13
Total	100,00

Fonte: Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro (2003), dados calculados a partir de mapa digital em formato shape, na escala 1:100.000.

⁵Estágio de regeneração inicial e médio, respectivamente, segundo a Resolução CONAMA 010/1993.

O Parque Estadual do Desengano, abrangendo uma área de 224 km², tem sua maior parte (aproximadamente 75%) inserida na BHRI. Este ocupa as áreas mais conservadas da bacia, segundo Rio de Janeiro (2001), e apresenta elevada biodiversidade, a qual é atestada pelo elevado número de espécies de aves observadas. O Parque abriga ainda muitas espécies de mamíferos e aves ameaçadas de extinção.

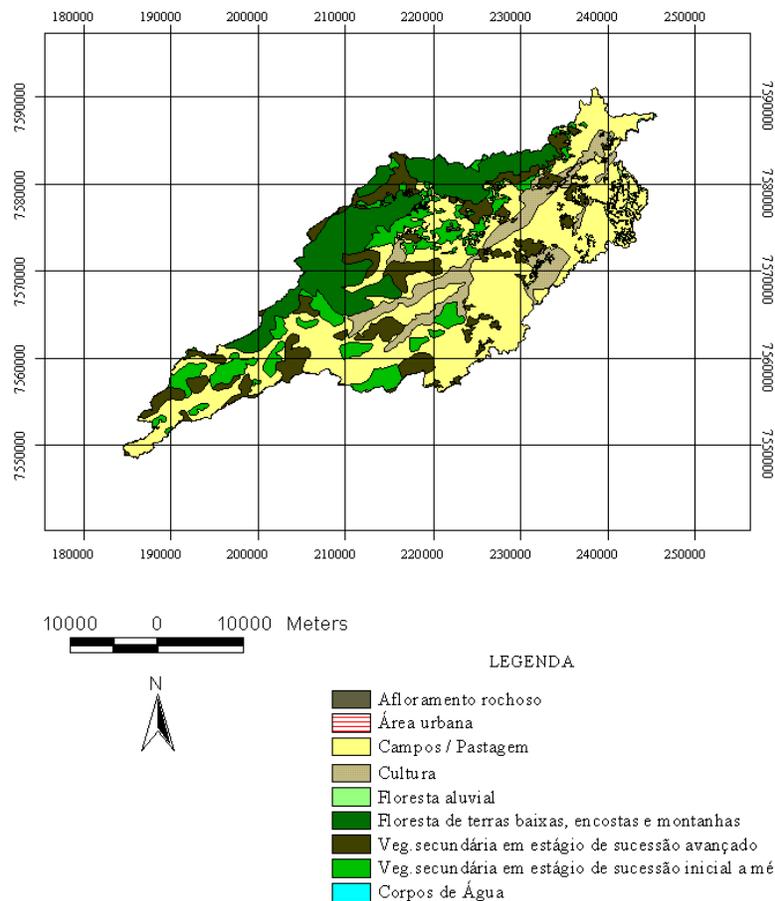


Fig. 9 - Uso e cobertura das terras da BHRI, obtido na escala 1:100.000.

Fonte: Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro (2003).

Metodologia

O diagnóstico da BHRI foi realizado considerando que a bacia possui regiões distintas quanto aos aspectos físicos e ao uso e cobertura da terra, e que essas diferenças devem ser ressaltadas de forma a subsidiar a formulação de estratégias orientadas às necessidades locais. Diante disso, a metodologia adotada partiu da integração dos aspectos do meio físico a fim de se obter unidades homogêneas, que foram caracterizadas e descritas de acordo com suas peculiaridades.

Inicialmente foram obtidos, para a bacia em estudo, os dados digitais de mapeamentos temáticos e da base cartográfica (Tabela 4), os quais foram transformados para uma mesma projeção e inseridos em uma base de dados digital organizada, utilizando-se o programa ArcView GIS 3.2a de Environmental Systems Research Institute (ESRI).

Tabela 4 - Dados utilizados, escala, fonte e órgão responsável pela sua digitalização.

Dado	Escala	Fonte	Órgão Responsável
malha municipal	1:5.000.000	IBGE	IBGE
rede viária	1:50.000	IBGE	DRM
hidrografia	1:250.000	IBGE	CPRM
hidrografia	1:50.000	IBGE	DRM
geologia	1:50.000	DRM	DRM
geomorfologia	1:250.000	CPRM	CPRM
solos	1:250.000	Embrapa	Embrapa
aptidão agrícola das terras	1:250.000	Embrapa	Embrapa
unidades de conservação	1:250.000	IEF	IEF
uso e ocupação das terras	1:100.000	Fundação CIDE	Fundação CIDE
isoietas de precipitação anual	1:250.000	CPRM	CPRM
precipitação do trimestre mais chuvoso		PESAGRO	PESAGRO
precipitação do trimestre mais seco		PESAGRO	PESAGRO
temperaturas médias anuais e mensais		PESAGRO	PESAGRO

O balanço hídrico foi calculado com base no método proposto por Thornthwaite & Mather (1955), com auxílio de um procedimento computacional elaborado por Rolim *et al.* (1998). Para tanto, foram utilizados dados de temperatura e precipitação de quatro estações meteorológicas localizadas dentro da bacia, baseados em uma série histórica de 27 anos (Pesagro, 2002). As estações selecionadas foram *Santa Maria Madalena* (21,95 Sul; 42,02 Oeste e 620 m) pertencente ao município de Santa Maria Madalena e *Maria Mendonça* (22,18 Sul; 42,15 Oeste e 800 m), *Visconde do Imbé* (Coordenadas: 22,07 Sul; 42,15 Oeste e 334 m) e *Leitão da Cunha* (22,03 Sul; 42,03 Oeste e 425 m), pertencentes ao município de Trajano de Moraes.

Adotou-se a escala 1:250.000 para o estudo, porque esta se mostrou adequada à análise do meio físico da bacia e compatível com a escala da maioria dos dados disponíveis para a área de estudo.

Após a organização da base de dados, a próxima etapa do estudo consistiu na integração e análise dos dados de solos e geomorfologia para a identificação e delimitação de unidades de área com características semelhantes, denominadas unidades morfopedológicas.

A integração dos temas citados, cujas regras são apresentadas na Tabela 5, baseou-se no sistema de relevo principal das unidades geomorfológicas e nas propriedades das unidades do mapeamento pedológico: Classes de Drenagem, Restrições Físicas, Profundidade Efetiva e Susceptibilidade à Erosão. Devido ao elevado número de unidades morfopedológicas geradas neste primeiro estudo, optou-se por realizar uma divisão da área em zonas que possibilitasse uma visão mais sintética da realidade local.

Portanto, com base na agregação das unidades morfopedológicas, considerando as potencialidades e fragilidades dos recursos naturais, os padrões de uso e o estado de degradação das terras, seis zonas agroecológicas foram identificadas e delimitadas, na escala de 1:250.000. Estas foram denominadas Unidades de Planejamento Estratégico da Bacia Hidrográfica do Rio do Imbé.

Tabela 5 – Unidades Morfopedológicas: cruzamento das Unidades de Mapeamento de Solos com os Sistemas de Relevo principais.

Unidades Morfopedológicas			Solos				Geomorfologia
nº	Nome Técnico	Nome Vulgar	Ordem	Subordem	Gr grupos	Subgrupos	Sistemas de Relevo
1	Planícies Fluvio-Lagunares Não-Halomórficas	Várzeas muito mal drenadas	GLEISSOLOS	MELÂNICOS/ HÁPLICOS	-	-	Planícies Fluvio-Lagunares
			ORGANOSSOLOS	FÓLICOS/ MÉSICOS/ HÁPLICOS	-	-	
2	Planícies Fluvio-Lagunares Halomórficas	Várzeas com salinidade	GLEISSOLOS	TIOMÓRFICOS/ SÁLICOS	-	-	Planícies Fluvio-Lagunares
			ORGANOSSOLOS	TIOMÓRFICOS/ SÁLICOS	-	-	
				FÓLICOS/ MÉSICOS/ HÁPLICOS	Hêmicos/ Sápricos/ Fíbricos	Sálcos/ salinos sódicos/	
3	Planícies Aluviais Hidromórficas	Várzeas mal drenadas	GLEISSOLOS	MELÂNICOS/ HÁPLICOS	-	-	Planícies Aluviais
			ORGANOSSOLOS	FÓLICOS/ MÉSICOS/ HÁPLICOS	-	-	
			PLANOSSOLOS	HIDROMÓRFICOS	-	-	
4	Planícies Aluviais Não-Hidromórficas	Várzeas moderadamente drenadas	PLANOSSOLOS	HÁPLICOS	-	-	Planícies Aluviais
			NEOSSOLOS	FLÚVICOS	-	-	
			CAMBISSOLOS	HÍSTICOS/ HUMICOS/ HÁPLICOS	Ñ Sálcos Ñ Sódicos	-	
5	Relevo Suave Colinoso	Colinas Suaves	LATOSSOLOS	VERMELHO-AMARELOS AMARELOS	-	-	Dominio Suave Colinoso
			ARGISSOLOS	VERMELHO-AMARELOS/ AMARELOS/	-	-	
			CAMBISSOLOS	HÍSTICOS/ HUMICOS/ HÁPLICOS	-	-	
6	Tabuleiros	Terrenos planos bem drenados	LATOSSOLOS	AMARELOS	-	-	Tabuleiros
			ARGISSOLOS	AMARELOS	-	-	
7	Relevo Colinoso	Colinas e morros baixos	LATOSSOLOS	VERMELHO-AMARELOS/ AMARELOS	-	-	Dominio Colinoso
			ARGISSOLOS	VERMELHO-AMARELOS/ AMARELOS	-	-	

Continuação da tabela 5.

8	Relevo Montanhoso		LATOSSOLOS	VERMELHO-AMARELOS/ AMARELOS	-	-	Dominio Montanhoso/ Escarpas e Alinhamentos Serranos/ Degraus Estruturais/ Maciços Costeiros e Interiores
			ARGISSOLOS	VERMELHO-AMARELOS/ AMARELOS/VERMELHOS	-	-	
			CAMBISSOLOS	HÍSTICOS/ HUMICOS/ HÁPLICOS	-	-	
9	Relevo Escarpado	Serras íngremes	CAMBISSOLO	HÍSTICOS/ HUMICOS/ HÁPLICOS	-	-	
10	Escarpas Rochosas	Afloramentos rochosos	NEOSSOLO/ AFLOR. ROCHOSO	LITÓLICO	-	-	

A Figura 10 ilustra a metodologia de integração dos temas. Observa-se que esta integração foi realizada a partir da interpretação técnica e qualitativa das variáveis envolvidas. O sistema de informação geográfica (ArcView da ESRI) foi utilizado para visualização dos mapas temáticos e elaboração dos mapas morfopedológico e das zonas agroecológicas.

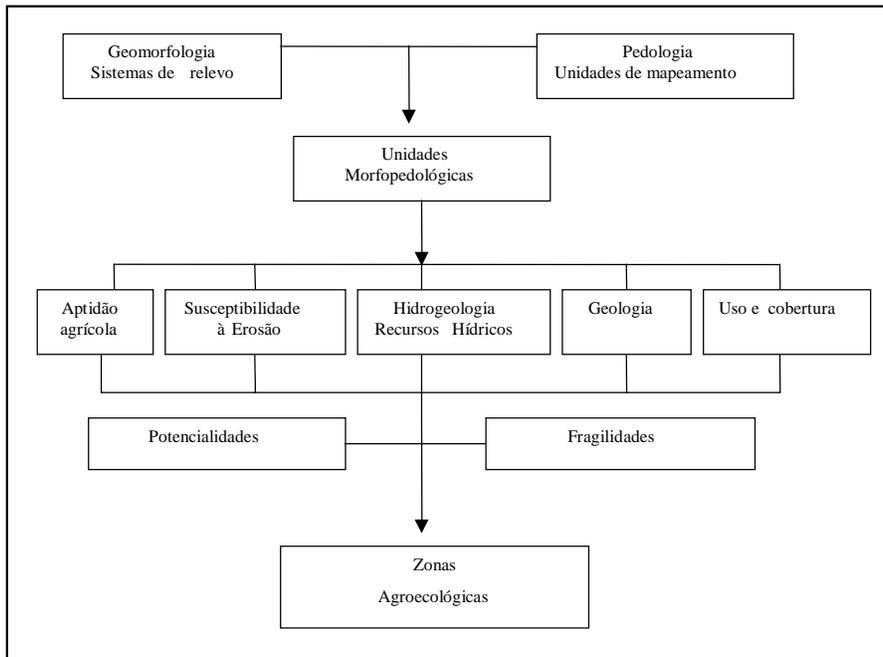


Fig. 10 - Fluxograma metodológico.

Após a delimitação das zonas agroecológicas, um trabalho de campo foi realizado por equipe multidisciplinar, percorrendo toda a extensão da BHRI. O objetivo desta fase foi verificar se as zonas propostas eram representativas da diversidade dos aspectos físicos da bacia, identificar as atividades desenvolvidas, os problemas e conflitos relacionados ao uso dos recursos naturais, bem como ser o primeiro contato com as comunidades, conhecendo suas reais necessidades. Finalmente, as zonas agroecológicas foram descritas e caracterizadas com base no conjunto de dados temáticos disponíveis, complementados com as informações levantadas no trabalho de campo.

Resultados e Discussão

O primeiro produto obtido resultante da análise integrada foi o Mapa Morfopedológico, apresentando dez unidades distribuídas pela bacia hidrográfica do rio do Imbé (Figura 11). Como citado anteriormente, essas unidades foram agrupadas em seis zonas agroecológicas de planejamento estratégico (Figura 12), e sua análise e descrição é apresentada a seguir como resultado do diagnóstico da BHRI.

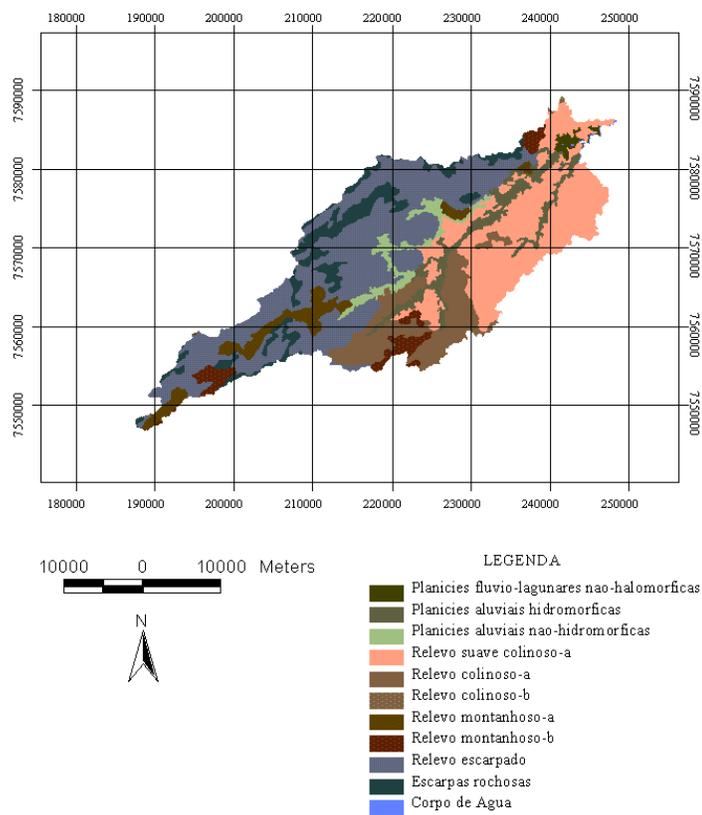


Fig. 11 - Mapa Morfopedológico da bacia hidrográfica do rio do Imbé.

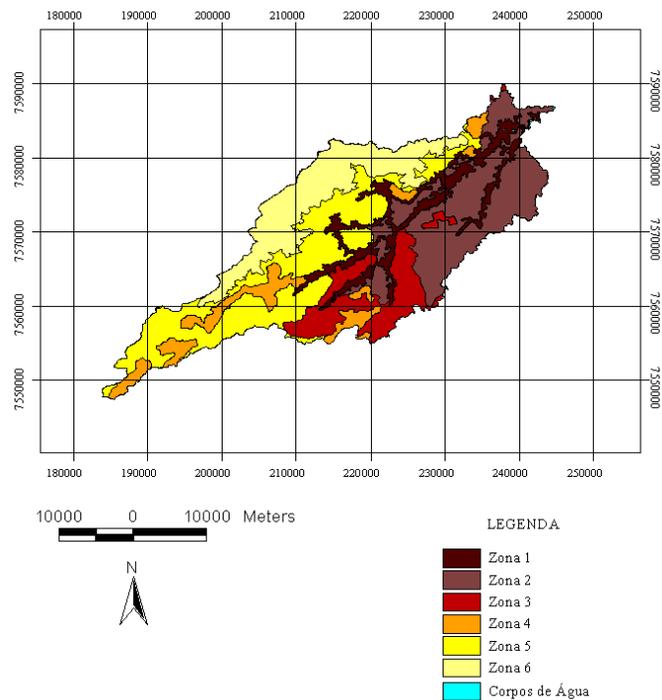


Fig. 12 - Mapa das zonas agroecológicas da bacia hidrográfica do rio do Imbé.

Zona Agroecológica 1: planícies aluviais

Esta zona ocupa 10,47% da área da BHRI. Nela estão localizados, parcialmente, os núcleos populacionais de Conceição do Imbé, Aleluia e Batatal, no distrito de Morangaba, município de Campos dos Goytacazes, e Boa Vista, em Santa Maria Madalena.

O clima corresponde ao clima das baixadas e pode ser descrito como quente e úmido, sem inverno pronunciado, com média do mês mais frio superior a 18° C e regime pluviométrico caracterizado por um período chuvoso no verão e estiagem no inverno.

Esta zona representa o conjunto das planícies de inundação formadas por sedimentos quaternários, argilo-arenosos, de origem fluvial e flúvio-lagunar. Estas se estendem desde às áreas situadas no entorno e imediatamente a montante da Lagoa de Cima (exutório da bacia) até o médio curso do rio do Imbé na localidade

de Santo Antônio do Imbé, distrito do município de Santa Maria Madalena, incluindo as várzeas dos seus principais tributários: rios do Norte, Mocotó, Opinião, Aleluia, Duas Barras e Conceição pela margem esquerda; e Santo Antônio do Imbé, Zangado e do Urubu pela margem direita (Figura 13).



Fig. 13 - Vista panorâmica do vale do rio do Imbé onde se observam as vastas planícies flúvio-lagunares em meio às colinas isoladas.

Os aquíferos são livres, rasos, com potencial restrito e risco de contaminação. A favorabilidade hidrogeológica nesta Zona está condicionada aos locais com maiores espessuras de sedimentos, podendo ser aumentada se a captação atingir o aquífero fissural. Podem atender às necessidades domésticas das comunidades e de irrigação de pequenas culturas das comunidades. Porém, as águas podem apresentar salinidade e/ou teores de ferro acima dos padrões de potabilidade.

De forma bastante peculiar, a planície fluvial do rio do Imbé segue, paralelamente, ao *front* da escarpa da serra do Desengano por dezenas de quilômetros e apresenta uma expressiva largura, por vezes, superior a 1.000 metros, aparentemente, incompatível com a capacidade de transporte e deposição de sedimentos do canal atual. Estes fatos sugerem um notável controle estrutural na instalação da rede drenagem e no processo de sedimentação aluvionar para toda a bacia, durante o Cenozóico.

No baixo curso do rio do Imbé ocorrem os maiores depósitos de sedimentos aluvionares da bacia e, conseqüentemente, maiores espessuras são esperadas. Desta forma, esse aquífero poroso denominado Aquífero Alúvio-lacustre (CPRM, 2001a) torna-se o de maior favorabilidade. Na região de Conceição do Imbé, um poço

perfurado recentemente produziu vazão, segundo informações dos moradores, de 30.000 litros/hora, atingindo uma profundidade de 120 m. Supõe-se que esse poço tenha recebido contribuição do aquífero fissural, porque os rios correm encaixados em fraturas, passando pelas zonas agroecológicas 5 (relevo escarpado) e 2 (relevo suave-colinoso), até chegarem à zona das planícies Aluviais.

Na porção do médio vale do rio do Imbé, as vertentes que ladeiam o vale são constituídas por paredões rochosos com, aparentemente, pequena cobertura de solo. Em contraposição, em alguns trechos, o vale encontra-se entulhado de sedimentos. O depósito aluvionar parece ser muito espesso, o que favorece o armazenamento de água subterrânea.

A dinâmica hidrológica das planícies foi afetada, ao longo do tempo, por grandes obras, destacando-se a drenagem da Baixada Campista. A dinâmica desses baixios tem sido ainda bastante alterada pela remoção quase que total da cobertura vegetal original, assoreamento dos rios, intensificado pelo uso inadequado das terras da bacia e pelas intervenções locais, referentes às drenagens artificiais realizadas por meio da abertura de canais sub-aéreos e drenos subterrâneos, os quais são freqüentes em toda a extensão considerada.

Na Figura 14, tem-se um dos muitos canais de drenagem que podem ser observados na região, estando este localizado na várzea do rio do Imbé. Na Figura 15, observa-se área de pastagem na várzea do rio do Imbé, em local onde a população local aponta ter existido uma lagoa, hoje completamente assoreada e utilizada para pastagem.



Fig. 14 - Canal de drenagem em várzea, em Conceição do Imbé.



Fig. 15 - Pastagem em área drenada, onde havia uma lagoa, atualmente várzea do médio curso do rio do Imbé.

De toda a BHRI, a zona agroecológica das planícies aluviais é a mais vulnerável em relação aos recursos hídricos, visto tratar-se de áreas de acúmulo de poluentes e sedimentos advindos das regiões mais elevadas a montante. Esta vulnerabilidade também está relacionada à poluição difusa provocada pela agricultura, visto que o solo encontra-se exposto e erodido em áreas adjacentes.

Além disso, pelo fato de ser uma região de fácil ocupação humana, tem sofrido grande pressão antrópica causando significativos impactos no comportamento hidrológico das várzeas. Como consequência, tem-se a redução da vazão dos rios, mencionada por moradores antigos da região. Há relatos ainda de que o rio do Imbé foi navegável em trecho próximo à Lagoa de Cima, condição inexistente atualmente devido ao seu assoreamento.

Quanto às fontes de poluição pontuais, destaca-se nesta zona o lançamento de parte dos efluentes domésticos diretamente nos afluentes do Imbé, quando não diretamente no mesmo. A outra parte dos efluentes é lançada em fossas sépticas, sendo que em algumas localidades estas são comunitárias e em outras domiciliares. Quanto à captação de água, esta ocorre de forma geral nas nascentes e é distribuída nas localidades predominantemente sem tratamento prévio.

Em função do regime hidrológico, da frequência e permanência das inundações, do nível do lençol freático e das condições locais de drenagem, estas vastas áreas de várzea podem ser subdivididas, segundo uma escala de maior detalhamento. Estas

sub-áreas teriam então, distintos graus de restrição à utilização agrossilvipastoril. Entretanto, destaca-se apenas duas sub-unidades suficientemente contrastantes no que se refere ao nível de impedimento de uso imposto pelas condições hidrotopográficas atuais.

A primeira sub-unidade ambiental refere-se às áreas planas relacionadas à ampla várzea dos baixos cursos dos rios do Imbé e do Urubu, caracterizada pela formação de lagoas e alagadiços marginais ao leito de vazante dos canais fluviais, que permanece inundada, estacionalmente, a maior parte do ano. Este ambiente hidromórfico e tipicamente redutor favorece os processos de gleização e acumulação de matéria orgânica dando origem a unidades pedológicas pertencentes às classes: Organossolos e Gleissolos Melânicos e Háplicos.

De maneira geral, apesar das várzeas, quando drenadas, apresentarem indicação e potencialidade para uso agropastoril, deve-se refletir sobre a inconveniência da incorporação ao processo produtivo dessas áreas específicas da baixa BHRI. Estas são áreas extremamente delicadas, constituindo terrenos inundáveis, com baixa capacidade de carga e lençol freático aflorante, com sérias limitações ao uso e ocupação pois, são inadequados para a agricultura, urbanização, obras viárias e disposição dos resíduos sólidos, sem contar que desempenham grande papel ecológico.

Segundo a classificação de aptidão agrícola, as áreas mais propícias desta sub-unidade apresentam aptidão restrita para pastagem plantada. Entretanto, ressalta-se que mesmo para este fim, as limitações para formação e manutenção de pastagens cultivadas são fortes, devido ao excesso de umidade e à falta de aeração, tornando necessária a utilização de espécies forrageiras resistentes ou adaptadas à situação de encharcamento. De fato, não se verifica ocupação ou uso regular destas áreas com fins agropecuários intensivos na BHRI. No entanto, como ocorre pecuária bovina extensiva em algumas áreas das unidades ambientais adjacentes é comum se encontrar animais pastoreando os campos herbáceos, entre os alagadiços, sobretudo nas épocas de vazante.

Estes baixios se encontram sob cobertura vegetal espontânea, bastante antropizada, reconhecida como campos hidrófilos de várzea, entremeados a estreitas faixas ciliares de fragmentos de florestas aluviais.

Esta sub-unidade ambiental corresponde a um conjunto de áreas propícias para a recuperação e preservação permanente da cobertura vegetal, servindo como refúgio da fauna e preservação florística, tendo ainda importância na estabilização da drenagem natural e manutenção da dinâmica hidrológica.

A segunda sub-unidade corresponde aos terraços fluviais e às planícies hidrologicamente ativas. Nestas áreas, em função de melhores condições de drenagem natural e/ou artificial, as condições de uso são mais favoráveis, configurando uma sub-unidade ambiental distinta, com maior potencialidade para a implantação de sistemas produtivos. Esta sub-unidade integra as áreas planas, com desnivelamentos muito pequenos, estendendo-se transversalmente desde as várzeas entre as colinas isoladas, situadas nas faixas marginais, até as áreas alagadas adjacentes aos talvegues do rio do Imbé e de seus principais tributários.

Os solos foram mapeados e agrupados em associações com dominância de Gleissolos Háplicos ou Melânicos e subdominância de Organossolos.

Os Gleissolos podem apresentar grande variação, conforme a situação local, quanto à composição textural, a disponibilidade de nutrientes, os teores de alumínio e a salinidade, condicionando diferentes situações de restrição ao uso agrícola (Oliveira *et al.*, 1992). A este respeito, a grande limitação dos Gleissolos é a condição de drenagem impedida com presença de lençol freático alto, risco de inundação e impedimento à mecanização. Quimicamente, para aqueles que apresentam reação ácida ou salinidade, crescem-se as limitações relacionadas à toxicidade nutricional, restringindo o uso às espécies adaptadas e/ou tolerantes.

Igualmente desenvolvidos em ambientes palustres, sob condições hidromórficas, os Organossolos representam uma classe de solos caracterizados fundamentalmente pela acumulação de resíduos orgânicos sobre sedimentos areno-argilosos. São solos muito mal drenados, que contêm elevados teores de carbono, nitrogênio, capacidade de retenção de nutrientes, densidades baixas e reação, em geral, ácida. O lençol freático aflorante ou sub-aflorante associado a algumas características químicas impõe restrições ao uso agrícola. No entanto, quando drenados, podem apresentar bom potencial, sobretudo, para culturas com sistema radicular pouco profundo como as olerícolas. Contudo, é necessário para o seu aproveitamento racional, um manejo muito criterioso no que diz respeito à movimentação de solo e ao sistema de drenagem a ser empregado. Os solos, quando excessivamente drenados, devido à oxidação da matéria orgânica podem sofrer perda de material orgânico, ressecamento e subsidência.

Registra-se também, a ocorrência de Neossolos Flúvicos e Cambissolos, situados principalmente, nas cabeceiras de drenagem e médios cursos das drenagens contribuintes. Configuram solos bastante distintos do ponto de vista morfológico e analítico, mas em comum, destacam-se a relativa deficiência de fertilidade e a drenagem impedida, apresentando graus de limitação por excesso de água que variam conforme situação local, de moderado a muito forte. Dado a proximidade do lençol freático, a drenagem dos solos é muito reduzida, variando entre as classes, imperfeitamente a mal drenados.

O forte risco de inundação periódica a que estão submetidas as áreas de várzeas desta sub-unidade ambiental limita a utilização de algumas a determinadas épocas do ano ou a culturas resistentes às condições de baixa aeração e umidade excessiva.

Neste sentido, o estudo detalhado dos índices pluviométricos e periodicidade das grandes cheias deve ser considerado de modo a permitir traçar estratégias adequadas de escape. Conforme o estado de umidade e textura local do solo, o impedimento à mecanização pode se fazer presente, constituindo mais uma limitação a ser considerada.

As texturas variam entre média a muito argilosa, com predomínio da classe argilosa. Quanto à fertilidade, expressiva parte desses solos apresentam problemas relacionados com excesso de alumínio, sobretudo em superfície, exigindo calagens bem calibradas. Muitos, normalmente os com menores teores de matéria orgânica, têm ainda baixas quantidades e reduzida capacidade de retenção de nutrientes, com a exceção de alguns Cambissolos que apresentam melhores condições de fertilidade, com teores relativamente mais elevados de fósforo, cálcio e magnésio. Portanto, conforme avaliação localizada da fertilidade, a correção da acidez, disponibilidade de nutrientes e os desbalanceamentos nutricionais devem ser levados em consideração nos planejamentos de adubação.

Ambientes de acumulação sedimentar não apresentam erosão aparente, mas devido às drenagens excessivas associadas ao uso inadequado e às queimadas (Figura 16), em algumas áreas se evidencia um depauperamento dos horizontes superficiais devido à perda de matéria orgânica e, conseqüentemente, fertilidade.



Fig. 16 - Queimada de matéria orgânica de área capinada da localidade de Conceição do Imbé.

As restrições ao uso agrícola dessas terras se concentram nos problemas relacionados ao excesso de umidade, mais crítico para culturas mal adaptadas, e à deficiência de fertilidade, variando com a situação local. Acidez causada por excesso de alumínio, reduzida capacidade de retenção e baixa disponibilidade de nutrientes estão entre os principais problemas relatados.

De modo geral, os solos desta sub-unidade ambiental foram considerados de aptidão restrita para lavouras nos níveis de manejo de alta e média tecnologia e inaptas no nível de baixa capacidade tecnológica. De fato, independentemente do nível tecnológico dos agricultores, estas áreas se apresentam inapropriadas para culturas de ciclo longo, silvicultura ou perenes inadaptadas às condições de excesso de umidade. A aptidão para culturas de ciclo curto pode ser considerada de regular a restrita, devendo-se dar preferências às adaptadas ao excesso de umidade e baixa aeração, notadamente, na estação chuvosa. Porém, pelo fato de se manterem com maiores teores de umidade, na estiagem, essas áreas são vantajosas, sobretudo para culturas em sistemas de sequeiro. Assim, são prioritárias para o cultivo de olerícolas, culturas anuais (milho e feijão) e culturas tolerantes ao excesso de umidade (banana, arroz) ou pastagens.

A vegetação original desta zona era composta por Floresta Aluvial, Terras Baixas (perenifólias) e campos hidrófilos de várzea. Grande proporção de suas áreas teve sua vegetação natural suprimida, principalmente pela expansão da pecuária, sendo que a vegetação natural, atualmente, encontra-se reduzida a alguns fragmentos

(Figura 17), predominantemente de vegetação em estágio inicial a médio de regeneração, apresentando vários graus de alteração antrópica.

A mata ciliar restringe-se a pequenas faixas remanescentes, localizadas principalmente no baixo rio do Imbé. Nas áreas permanentemente alagadas, observa-se vegetação campestre paludal.

Dominam a paisagem desta zona agroecológica os campos antrópicos e pastagens com vários graus de manejo, compostas por gramíneas semi-espontâneas ou introduzidas (brachiária, pangola, etc.). Atualmente, dentro dos padrões locais de ocupação e uso das terras, essas áreas tem sido ocupadas extensamente por pastagens.



Fig. 17 - Fragmentos de vegetação natural na várzea do rio do Imbé.

Em menor escala e de forma localizada, observa-se a agricultura e pequenos núcleos rurais.

As áreas de pastagem direcionadas à pecuária bovina, de caráter misto ou leiteiro e, em menor proporção, ao corte são exploradas com uma pecuária extensiva de baixo rendimento, ocupando mão-de-obra familiar, em áreas de uso comum, como o pasto comunitário de Conceição do Imbé (Figura 18), ou em áreas individuais como as situadas nas comunidades Batatal e Boa Vista. Também observa-se a pecuária extensiva sendo desenvolvida em estabelecimentos médios, com a contratação de mão-de-obra externa. A produtividade é baixa – no assentamento Boa Vista a produção média é de 5 litros/animal.dia - principalmente devido à baixa

qualidade do rebanho, manejo inadequado, baixa capacidade de suporte das pastagens e falta de suplementação alimentar, principalmente na época da seca.



Fig. 18 - Pasto comunitário de Conceição do Imbé.

A atividade agrícola restringe-se, basicamente, aos sistemas de produção vinculados às áreas de assentamento rural, destacando-se neste particular as localidades de Conceição do Imbé, Aleluia, Cambucá e Batatal na baixa BHRI e Boa Vista na sub-bacia do rio Santo Antônio do Imbé. Ainda que a agricultura tenha pouca expressão espacial e econômica dado o caráter pontual e pequenas produções, a mesma assume importância social visto tratar-se de sistemas de exploração agrícola de perfil familiar relacionados aos assentamentos em projetos de reforma agrária. Neste contexto, parte dessas áreas tem sido atualmente ocupadas por culturas anuais, perenes e semi-perenes. Dentre as culturas periódicas, destaca-se principalmente o milho, o feijão (Figura 19) e olerícolas manejadas com baixo emprego tecnológico. Como perenes tem-se fruticultura, notadamente o cultivo da banana.

A bananicultura hoje, em termos gerais, encontra-se em franco declínio, com plantações mal manejadas ou em estado de abandono. Dentre as semi-perenes, evidencia-se as culturas da cana-de-açúcar e da mandioca (Figura 20) que apresentam predominância sobre as demais em termos de ocupação de área e sistematização técnica. A produção de hortaliças e frutas é destinada ao consumo e venda do excedente nos mercados locais, como a feira da cidade de Campos dos Goytacazes. No caso da cana-de-açúcar, a produção é vendida para as usinas sucro-alcooleiras e a mandioca é vendida *in natura* ou destina-se à fabricação artesanal de farinha, atividade tradicional hoje em decadência.



Fig. 19 - Culturas anuais na várzea de Conceição do Imbé, mostrando milho em safrinha (perdido) e feijão de sequeiro.



Fig. 20 - Cultura da mandioca na várzea de Conceição do Imbé.

As Prefeituras de Campos de Goytacazes e Santa Maria Madalena têm projetos de incentivo à piscicultura na região, sendo construídos diversos tanques para essa atividade (Figura 21). Além de atender à subsistência, a produção é vendida nos mercados da região e em pesque-pagues. O mercado pode ser ampliado com a implantação de uma fábrica de filetagem que está sendo construída em Rio Bonito.



Fig. 21 - Placa de projeto de apoio à piscicultura da Prefeitura Municipal de Campos dos Goytacazes.

Zona Agroecológica 2: relevo suave colinoso

Esta zona corresponde a uma vasta área situada na porção centro-sudeste da BHRI, ocupando 24,60% da sua área. Além de estreita faixa de colinas isoladas à esquerda do rio do Imbé, abrange as áreas de relevo suave colinoso que se estendem à direita, incluindo toda a sub-bacia do rio do Urubu, localizadas no município de Campos dos Goytacazes e as adjacências das planícies fluviais dos rios Zangado, Boa Vista e do Norte, em Santa Maria Madalena. Nela está localizado o núcleo populacional de Conceição do Imbé, em Campos dos Goytacazes.

O clima nesta zona agroecológica, em sua maior extensão, é o mesmo do anteriormente descrito para a zona de planícies aluviais, ou seja, quente e úmido sem inverno pronunciado, com relativo déficit hídrico no período seco, onde a precipitação média anual varia de 900 a 1.500 mm, podendo causar, na estação de estiagem, uma limitação para os sistemas de produção agrossilvipastoris.

Contudo, deve-se mencionar que, nas proximidades do sopé da serra do Imbé, estende-se uma faixa de clima úmido com precipitação anual superior a 2.000 mm, por influência direta das chuvas de relevo provocadas pela presença do paredão e altos cumes da serra do Mar.

Nesta zona agroecológica estão contidas inúmeras cabeceiras de drenagem, referentes à rede hidrográfica de ordem inicial, situadas próximas aos divisores de água rebaixados das sub-bacias dos rios Preto e Urubu, assim como o divisor sul da bacia do Rio do Imbé.

O aquífero é do tipo fissural, sendo que o solo argiloso faz com que a permeabilidade seja baixa. Este fator aliado ao desmatamento generalizado faz com que a região possua baixa favorabilidade hidrogeológica. A ocorrência de águas ferruginosas configura-se como mais uma limitação no que se refere aos recursos hídricos.

Os processos erosivos observados com grande frequência nesta zona permitem identificá-la como produtora de sedimentos, os quais contribuem para o assoreamento dos rios. A consequência mais direta do conjunto de práticas inadequadas e ações deletérias é a alteração da dinâmica referente à hidrologia de encosta em função do aumento do escoamento superficial e diminuição da infiltração da água no solo, com reflexos na recarga dos aquíferos. Tal panorama necessita de um planejamento ambiental que induza o redirecionamento do uso das

terras a fim de incorporar técnicas de manejo e conservação de solo e água. Ressalta-se, ainda, que a referida Zona engloba povoadamentos rurais situados no Distrito de Morangaba (Conceição do Imbé, Aleluia, Cambucá e Batatal) pertencente ao município de Campos dos Goytacazes, constituindo fontes de poluição pontual, visto que os esgotos domésticos são lançados, na maioria das vezes, *in natura* nos cursos d'água.

Esta zona agroecológica compreende uma área típica de baixada litorânea caracterizada pela formação de colinas sustentadas por litologia cristalina com predomínio de paragnaisses.

As colinas são amplas e convexas e seus topos arredondados, com vales restritos em "V", francamente recobertos por acumulações fluviais e rampas de colúvio nas porções inferiores das vertentes. Estas possuem gradientes baixos onde a declividade das encostas varia de 5 a 20° e amplitudes topográficas normalmente inferiores a 50 m. Este domínio apresenta uma densidade de drenagem baixa a média com padrão de drenagem dendrítico.

A margem direita do rio do Imbé apresenta relevo formado por colinas de vertentes convexas e topos arredondados ou alongados que se dispõem entremeadas às baixadas, cedendo gradualmente a um sistema suave colinoso que se estende até a face sul da BHRI.

Na Figura 22 é apresentada uma vista panorâmica do relevo suave-colinoso.



Fig. 22 - Relevo suave colinoso na região centro-sul da BHRI.

Os Latossolos e Argissolos Vermelho-Amarelos em associação com Cambissolos correlatos, correspondem às unidades pedológicas que predominam na sub-paisagem considerada. São solos profundos, porosos, permeáveis e bem acentuadamente drenados. De uma forma geral, apresentam textura argilosa ou muito argilosa, com desfavoráveis condições químicas e de baixa fertilidade, caracterizada pelos reduzidos teores de bases trocáveis, micronutrientes, fósforo, e não raro altas concentrações de alumínio, condicionando reação fortemente ácida. No entanto, são possuidores de boas propriedades físicas que os tornam aptos a serem utilizados mediante à aplicação de um conjunto de técnicas adequadas às condições limitantes.

A aptidão agrícola destas áreas é restrita para lavouras nos níveis de manejo mais tecnificados e inapta no nível de menor emprego de tecnologia. Destacam-se a fertilidade, o impedimento à mecanização e o risco à erosão, como os principais fatores limitantes para o uso agrícola desta zona agroecológica. Os solos foram considerados com moderada a forte deficiência de fertilidade e, portanto, com alta exigência de fertilizantes e necessidade de calagem para a manutenção e correção do seu estado nutricional. Além da notória deficiência de fertilidade, são terras que apresentam variações quanto ao impedimento à mecanização.

Em determinadas áreas de colinas isoladas, onde os declives das vertentes ultrapassam 20%, há limitações ao emprego de mecanização, condicionando os baixos rendimentos obtidos com trabalhos conduzidos com tração mecanizada. As condições mais propícias ao uso de tração animal parecem ser do entendimento do agricultor local, que possui o costume de preparar o solo em nível com junta de bois e arado de aiveca (Figura 23).

Entretanto, à medida que o relevo vai se suavizando na direção sudeste da bacia, onde predomina feições suave-onduladas, o emprego de máquinas agrícolas torna-se mais viável. Essas áreas de relevo mais suavizado permitem uma exploração agrícola em sistemas mais extensivos desde que contempladas ações de conservação de solo. Nas áreas de relevo mais acentuado, a introdução de sistemas de produção baseados em processos silvipastoris e agroflorestais constituem uma alternativa interessante.



Fig. 23 - Junta de bois e arado de aiveca.

Os problemas relativos às dificuldades impostas pela suscetibilidade à erosão merecem especial atenção. Conforme as declividades, forma e comprimento das pendentes das encostas encontradas nesta zona agroecológica, a susceptibilidade à erosão pode ser classificada entre ligeira a forte, o que exigiria, para os graus mais elevados de limitação, o emprego de técnicas de conservação economicamente pouco viáveis. Cumpre destacar que observações realizadas no campo ratificam a limitação devido à acentuada declividade e inerentes riscos de erosão.

Concluiu-se que, de forma geral, a erosão evidenciada varia conforme as características morfométricas das vertentes, manejo ou intensidade de uso. Assim sendo, as áreas de relevo suave ondulado, onde se verificam padrões de exploração mais intensivos e ocupadas com pecuária bovina de corte ou com talhões de cana-de-açúcar, apresentam estágios adiantados de erosão laminar e em sulcos. Este fato ocorre, sobretudo, sobre os Latossolos e Argissolos Amarelos desenvolvidos sobre os alteritos dos gnaisses paraderivados da Unidade São Fidélis, por vezes confundidos com os sedimentos terciários do Grupo Barreiras, dado o seu grau de alteração e as formas de relevo produzidas após aos eventos erosivos a que foram submetidos (Figura 24).



Fig. 24 - Padrão de erosão laminar sobre Argissolos Amarelos no divisor das bacias do rio do Imbé e Urubu.

No relevo de colinas isoladas, as encostas mais declivosas de formato bicôncavo têm apresentado, quando mal manejadas, padrões peculiares de erosão, com profundos sulcamentos ocasionais situados na convergência do escoamento superficial, além de forte erosão laminar e freqüentes sulcos rasos espalhados pela área (Figura 25). Verifica-se associados a estas feições solos mais rasos e relativamente menos desenvolvidos, formando unidades de mapeamento caracterizadas por associações entre Latossolos e Cambissolos correlatos.



Fig. 25 - Encosta em anfiteatro, com os contornos e radiais côncavos, condicionante ao desenvolvimento de erosão em sulcos.

Esta situação, além dos fatores condicionantes naturais, tem sido verificada naquelas áreas onde o manejo inadequado tem exposto em demasia o solo à ação erosiva das fortes chuvas. Quando utilizadas com pastagens, tem se verificado nestas áreas alta lotação de animais em pastejo, que têm dificultado, notadamente na estiagem, a recuperação da cobertura forrageira. Quando usadas com agricultura, nota-se que o preparo do solo e o manejo têm favorecido os processos erosivos uma vez que tem levado a uma acentuada desagregação e exposição dos solos.

Nos assentamentos das comunidades rurais da baixa bacia, o preparo do solo é normalmente feito com aração de aiveca ou disco e várias gradagens, cuja ação possui grande poder de destruição da estrutura natural do solo, notadamente nos primeiros 20 cm de profundidade. São usados implementos de tração animal ou mecanizada, e, quando a opção é feita por esta, não raro, se faz com o trator no sentido “morro a baixo”. Por meio de capinas freqüentes, as culturas são manejadas para permanecerem no “limpo”, assim permanecendo a maior parte do tempo, sendo os restos culturais normalmente enleirados e queimados.

No que diz respeito à cultura da mandioca, tem-se observado ao longo tempo, relacionado ao período de implantação da cultura, que o solo permanece exposto. Independentemente do uso específico do solo, o problema reside na ausência de proteção do mesmo pela falta de cobertura viva ou morta, com a conseqüente diminuição da infiltração e aumento do escoamento superficial agravando os processos de erosivos (Figura 26).



Fig. 26 - Processos erosivos.

A vegetação original era composta por floresta estacional semidecidual (subperenifólia), hoje encontrando-se bastante alterada em virtude das sucessivas fases de uso e ocupação agropecuária dessas áreas. A vegetação natural foi quase completamente suprimida principalmente pela expansão das atividades canavieira e pecuária. A exceção ocorre em área entre as zonas agroecológicas 2 e 3, onde se observa uma extensa área de floresta em estágio avançado de regeneração se estendendo em direção às áreas de relevo montanhoso e escarpado, esta última no Parque Estadual do Desengano (Figura 27).



Fig. 27 - Vegetação em estágio avançado de regeneração na Zona de Relevo Suave-colinoso, se estendendo até as escarpas do Parque Estadual do Desengano.

Nesta zona, pode-se particularizar padrões distintos de uso da terra que variam conforme a estrutura fundiária e o perfil do agricultor, distribuídos em diferentes subáreas.

A áreas inseridas no domínio suave colinoso, notadamente nas imediações da Fazenda São João, constituem uma pequena região onde são verificados os padrões de uso da terra mais intensos, dentro de um contexto fundiário de estabelecimentos de maior extensão com maior emprego de insumos, tecnologia e capital. Sendo a principal atividade, a pecuária bovina de corte, mantida em sistemas de pastoreio extensivo, seguida da agricultura canavieira e silvicultura. Estas, localizadas principalmente na extensão de terras da sub-bacia do rio do Urubu, onde se pode observar extensos talhões ocupados com cana-de-açúcar e reflorestamentos com eucalipto (Figura 28).

No baixo Imbé, onde se localiza o assentamento de Conceição do Imbé e adjacências, no âmbito da agricultura de base familiar, estas áreas colinosas são

ocupadas, além das pastagens, por culturas semi-perenes como a cana-de-açúcar, mandioca e por culturas perenes como a banana. Nota-se, de modo geral, um baixo emprego de capital e difusão de tecnologia nesses sistemas de produção que carecem de um planejamento agro-econômico criterioso para garantir a sustentabilidade dessas iniciativas.



Fig. 28 - Cana-de-açúcar na área da Fazenda São João.

Por se tratar de coberturas coluviais, os terrenos têm moderada a alta capacidade de carga sendo adequado para urbanização, obras viárias e potencialidade para agricultura conduzida com base em princípios conservacionistas. Recomposição da Mata Atlântica, recuperação de áreas degradadas e matas de galeria constituem ações recomendáveis.

Zona Agroecológica 3: relevo colinoso

Esta zona agroecológica ocupa 11,52% da área da bacia e está localizada predominantemente na porção sudoeste da bacia, à margem esquerda do médio curso do rio do Imbé, em área limítrofe dos municípios de Campos dos Goytacazes e Santa Maria Madalena.

Nessa zona, observa-se uma precipitação média anual pouco superior à registrada nas baixadas, estando situada em uma faixa de 1.000 a 1.300 mm anuais. A temperatura média anual varia entre 16° e 21°. A deficiência hídrica é menos pronunciada em relação às baixadas, com período seco de 4 a 5 meses.

Os aquíferos são livres a semiconfinados, restritos aos vales, e com potencial regular. As duas Zonas estão contidas, basicamente, no mesmo compartimento geológico, a Unidade São Fidélis. Porém, na Zona 3, o fator favorabilidade é mais positivo, porque a vegetação é mais bem preservada, a cobertura de solo é espessa, além de possuir uma menor densidade de drenagem, o que significa que existe maior infiltração do que escoamento superficial, em relação à Zona 2.

Nesta zona são poucos os núcleos populacionais. Portanto, as fontes de poluição pontuais são reduzidas à despejos ocasionais de efluentes domésticos e dessedentação direta de animais nos córregos.

A descrição geral do relevo e uso das terras da Zona Agroecológica 3, juntamente com os padrões de erosão a eles relacionados, configuram estas áreas como produtoras de sedimentos carregados por escoamento superficial até os leitos dos rios, contribuindo com o assoreamento dos corpos hídricos a jusante.

O relevo caracteriza-se pela existência de um conjunto de colinas e morros baixos. São feições de relevo com vertentes convexo-côncavas e topos arredondados ou alongados com gradientes suaves a médios, apresentando declividades entre 10 e 25° e amplitudes topográficas inferiores a 100 m. Apresentam também restritas acumulações fluviais nos fundos de vales e rampas de colúvio na base das vertentes. Constitui um sistema de relevo de transição entre a monótona superfície de relevo suave colinoso e os alinhamentos serranos. Pode ser descrita como típica de domínio de "mar de morros". A densidade de drenagem é média com padrão de drenagem dendrítico a sub-dendrítico.

A Figura 29 apresenta uma vista panorâmica do sistema de relevo desta Zona Agroecológica.



Fig. 29 - Relevo Colinoso.

Nesses modelados geomórficos predominam Latossolos Vermelho-Amarelos e/ou Amarelos em associação com Argissolos Vermelho-Amarelos e/ou Amarelos, por vezes latossólicos e, subordinadamente, Cambissolos.

De modo geral, a principal limitação dos Latossolos é a baixa fertilidade natural por apresentar baixos teores de bases trocáveis, fósforo e micronutrientes além da alta concentração de alumínio e tendência à reação ácida. Esta zona agroecológica está inserida em relevo movimentado onde as grandes declividades e susceptibilidade à erosão, mormente nos solos com texturas mais arenosas, devem ser consideradas como fatores limitantes.

A outra classe dominante, os Argissolos, compreende igualmente solos minerais, bem desenvolvidos, diferindo pela presença do horizonte diagnóstico B textural com incremento diferencial de argila em subsuperfície. Esta característica sobrepõe horizontes com diferentes condições físico-hídricas o que justifica a acentuada erodibilidade dessas unidades pedológicas.

De modo geral esses solos são, em sua maioria, de baixa fertilidade natural e com tendência à reação ácida, apesar de congregarem boas propriedades físicas. São bem drenados, com boa porosidade e profundidade efetiva.

Destaca-se a reduzida fertilidade, as condições de relevo e a susceptibilidade à erosão como os principais fatores limitantes à implantação de sistemas produtivos. A aptidão agrícola foi classificada como restrita para lavouras nos níveis de manejo com maior emprego de tecnologia e inapta para o nível desprovido de capital e acesso a tecnologia. No entanto, pondera-se que devido ao relevo mais

movimentado a aptidão das dessas terras é mais restrita, independentemente do nível tecnológico considerado, sendo adequadas para uso, somente as vertentes e topos menos declivosos. Nos terrenos menos íngremes, são solos adequados para pastagens e cultivos perenes manejados com práticas conservacionistas. A implantação de sistemas silvipastoris e agroflorestais também é recomendável.

A vegetação original era composta por floresta estacional semidecidual (subperenifólia). Em processo similar à zona agroecológica anteriormente descrita, estas áreas tiveram sua vegetação natural suprimida principalmente pela expansão da pecuária de corte. Assim, a vegetação natural se encontra bastante reduzida, observando-se apenas fragmentos nas partes mais elevadas do terreno e em algumas encostas de maior declividade (Figura 30).



Fig. 30 - Vegetação natural nas partes mais elevadas do terreno e preparo de solo com aração e gradagem.

É comum nesta sub-paisagem a ocorrência de pastagens degradadas por erosão laminar acentuada em conjunto com sulcos rasos, ocasionais a freqüentes, com comprometimento parcial dos horizontes superficiais mais férteis. A erosão, conforme a situação local de declividade e intensidade de uso, pode variar de ligeira a forte causando a perda de matéria orgânica e fertilidade natural.

Quando utilizadas com pastagens, tem-se verificado nestas áreas alta lotação de animais no pasto, o que tem dificultado, notadamente na estiagem, a recuperação da cobertura forrageira, intensificando os processos erosivos (Figura 31a). Quando usadas com agricultura, nota-se que o preparo do solo e o manejo têm favorecido os processos erosivos devido à acentuada exposição e desagregação dos solos (Figura 31b).



Fig. 31 - Erosão em sulco em área de pastagem em declive acentuado (a) e solo completamente exposto, preparado para plantio (b).

A utilização dessa zona para mineração é muito visada, sendo que, quase 14% de suas áreas possui algum título minerário junto ao DNPM.

A recomposição da Mata Atlântica, nas partes mais declivosas e recuperação das matas ciliares e de cabeceiras de drenagem constituem ações prioritárias. O controle ambiental em atividades de mineração e recuperação de áreas degradadas são ações desejáveis. Terrenos formados por colúvios, com moderada a alta capacidade de carga permitem urbanização em localidades de declividade mais suavizada. Nas partes mais acidentadas, deve-se considerar o risco de deslizamentos.

Zona Agroecológica 4: relevo montanhoso

Ocupando 8,78% da área da BHRI e constituída por áreas menores e descontínuas distribuídas no extremo sudoeste da bacia, esta zona agroecológica integra as áreas dos vales intermontanos do alto curso do rio do Imbé e seus tributários (rio do Futuro, córrego Santana e do Cruzeiro), incluindo as áreas próximas às suas nascentes. Nela estão localizados os núcleos populacionais de Santo Antônio do Imbé, Doutor Loretti e Morro do Estado, no município Santa Maria Madalena, e a sede do município de Trajano de Moraes, correspondendo à Zona mais densamente habitada.

Apresenta pluviosidade média variando entre 1.100 e 1.500 mm anuais e, na região próxima à nascente do rio do Imbé, valores superiores a 2.000 mm anuais. As chuvas concentram-se nos meses de novembro a março. As temperaturas médias são amenizadas pela altitude caracterizando o clima mesotérmico, de verões amenos e invernos fracos, registrando médias mensais não superiores a 22° C no mês mais quente, costumeiramente o de fevereiro.

Esta zona apresenta-se como favorável do ponto de vista hidrogeológico, pela concentração de fraturas existentes. Por comparação com as condições encontradas na sede de Trajano de Morais (em área fora da bacia), porém muito próxima do divisor de águas, espera-se vazões em poços nesta zona, no aquífero fissural, da ordem de 5 a 6 mil litros/hora, conforme ocorre com o poço do CIEP de Trajano de Morais que é jorrante (Figura 32).



Fig. 32 - Poço tubular profundo. Jorrante. CIEP de Trajano de Morais.

Nesta zona montanhosa, os problemas de escassez de recursos hídricos não são comuns, embora nela esteja concentrada a maior parte da população da BHRI, ameaçando a qualidade das águas superficiais e subterrâneas pelo lançamento de efluentes domésticos nos cursos d'água.

Das nascentes, passando pela sede do município de Trajano de Morais até o distrito de Dr. Loretti, o rio do Imbé forma estreitas e descontínuas várzeas, as quais têm sofrido considerável pressão antrópica, relacionada às atividades agrícolas ou expansão urbana. No local do Assentamento Santo Inácio, foi observada uma várzea anteriormente drenada de forma artificial e que atualmente se encontra improdutiva, com predomínio de gramíneas invasoras (Figura 33).



Fig. 33 - Várzea na região do assentamento da Fazenda Santo Inácio, que foi drenada e atualmente encontra-se improdutiva.

O trecho que atravessa a sede municipal de Trajano de Moraes e a localidade de Dr. Loretti, pertencente à Santa Maria Madalena, constitui-se em uma das áreas mais problemáticas quanto aos recursos hídricos observadas em campo. Isto se deve ao adensamento populacional e ao fato de que não há tratamento convencional de esgoto sanitário nestes locais, sendo indicativo de que a qualidade da água dos rios possa estar comprometida, merecendo maior atenção por parte dos órgãos competentes.

A cidade de Trajano de Moraes, com aproximadamente 3.500 habitantes, é abastecida pela captação em poço “artesiano”, com água tratada apenas há três anos e pela captação nas nascentes dos rios do Imbé e Macabu.

O lançamento de esgotos sanitários é feito parte em fossas sépticas e parte diretamente no rio do Imbé, sem qualquer tratamento prévio. O excesso de resíduos orgânicos, oriundos do esgoto doméstico, pode ocasionar processos de eutrofização dos corpos hídricos. O exemplo mais notório é a represa do rio do Imbé, no bairro Nova Esperança, na sede do município de Trajano de Moraes. A mesma foi construída há 60 anos para geração de energia, sendo atualmente utilizada para recreação, estando em terras de posse do Instituto Estadual de Florestas. No entanto, encontra-se bastante assoreada e eutrofizada, estando parte dela ocupada por macrófitas aquáticas e até mesmo por gramíneas em regiões mais assoreadas.

As principais causas do assoreamento foram: construção da estrada de asfalto ao lado, implantação do núcleo urbano próximo e lançamento de esgoto diretamente na represa, provindo do Bairro Nova Esperança. Às margens da represa existe um reflorestamento com eucalipto e espécies nativas, realizado pelo IEF (Figura 34).



Fig. 34 - Represa eutrofizada e assoreada e lançamento de esgoto do Bairro Nova Esperança diretamente na mesma.

O Distrito de Dr. Loretti, possui captação comunitária de água nas nascentes, não sendo esta suficiente para o abastecimento doméstico na época da seca.

O lançamento de esgoto sanitário, nesta localidade, é feito diretamente em fossas comuns. Foi observado que estas, além de em número insuficiente, apresentavam problemas de vazamento, estando o esgoto correndo a céu aberto. Esta situação pode levar a uma contaminação do lençol freático e comprometer as condições sanitárias da localidade (Figura 35).



Fig. 35 - Fossa séptica onde é armazenado o esgoto sanitário proveniente da população do distrito de Dr. Loretti com vazamento.

Após Dr Loretti, o rio do Imbé e os afluentes deste trecho - rio Água Limpa e córrego da Agulha - atravessam um trecho bastante acidentado, estando o canal encaixado no leito rochoso e entalhando as rupturas de declive, formando algumas quedas (Figura 36).



Fig. 36 - Trecho do alto rio do Imbé escavando os paragneisses da Unidade São Fidélis.

No distrito e sub-bacia de Santo Antônio do Imbé, município de Santa Maria Madalena, a água é obtida das nascentes e armazenada em uma caixa d'água antes de ser distribuída para a população. Parte do esgoto sanitário é lançado em fossas sépticas e parte lançado a céu aberto, podendo atingir rios e lençóis freáticos.

Por ser esta a zona agroecológica de maior concentração de núcleos urbanos, é importante ressaltar que se faz necessário a implantação de estações de tratamento de esgoto sanitário, com sistema de tratamento que possa conciliar baixos custos de investimentos e eficiência na remoção dos efluentes (como por exemplo lagoas de estabilização, reatores aeróbios ou anaeróbios ou associação de mais de um tipo de tratamento conforme as necessidades).

Uma vez introduzida a estação de tratamento de esgotos sanitários, deve-se fazer também o monitoramento da qualidade da água dos rios, verificando-se a sua eficiência. No que diz respeito ao monitoramento, é importante ressaltar que não somente para esta zona, mas para toda a BHRI, seria interessante uma rede de monitoramento a ser implementada pelos órgãos competentes com o intuito de acompanhar o processo de degradação da água, visando mitigá-lo.

Sugere-se ainda que haja um cadastro de captações e lançamentos, contemplando localização dos pontos de captação/lançamento, vazão captada/lançada, responsável pela captação/lançamento e uso a que se destina a captação. Além do cadastro, o monitoramento da quantidade e qualidade de água possibilitará o gerenciamento dos recursos hídricos na região. Aliás, não há ainda na bacia do Imbé um comitê gestor ou similar como prevê a Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelecida pela Lei 9.433 de 1997. Os instrumentos de gestão (cobrança pelo uso, outorga, compensação aos municípios, entre outros) estabelecidos pela mesma política, são ferramentas importantes no processo de gerenciamento dos recursos hídricos. Desta forma, é fundamental que estes conceitos sejam introduzidos na população, incentivando-a a se organizar, buscando uma melhor qualidade para este recurso que já se encontra em escassez e uma distribuição justa do mesmo, visando atender aos usos múltiplos.

O relevo caracteriza-se pela predominância de um conjunto de morros dissecados e alinhamentos serranos escalonados, sob os quais estão embutidos os fundos de vales aprofundados. Nesses fundos de vales é comum observar compartimentos alveolares, localmente, com relevo colinoso sobre os quais se desenvolvem solos relativamente evoluídos. Os morros dissecados apresentam vertentes sulcadas de geometria côncavo-convexa e topos arredondados ou aguçados, com gradientes elevados. As vertentes registram declividades entre 20° e 45° e amplitudes topográficas entre 150 e 300 m.

Os alinhamentos serranos escalonados, por sua vez, apresentam vertentes retilíneas ou côncavo-retilíneas e topos aguçados ou alinhados em cristas com gradientes muito elevados, superiores a 45°. É freqüente a ocorrência de paredões rochosos subverticais e depósitos de tálus na base, onde por retrabalhamento se formam complexos de rampas de variadas declividades. As amplitudes topográficas situam-se entre 300 e 500 m. A densidade de drenagem deste conjunto de relevo é média e alta, registrando um padrão de drenagem nitidamente controlado pelas estruturas do substrato geológico, variando de treliça a retangular

Na Figura 37 é apresentada uma vista panorâmica do relevo montanhoso com os complexos de rampa.



Fig. 37 - Relevo montanhoso com os complexos de rampa.

Os solos destas áreas, a exemplo da Zona Agroecológica 3, foram descritos como Latossolos e Argissolos ambos Vermelho-Amarelos e/ou Amarelos com inclusões de Cambissolos e Neossolos Litólicos. São solos minerais bem desenvolvidos porém menos profundos do que aqueles encontrados no relevo colinoso. Carregam em si as mesmas limitações descritas anteriormente, destacando-se as boas propriedades físicas e a baixa fertilidade natural em função da acidez por excesso de alumínio, baixa capacidade de retenção e deficiência de nutrientes.

Há possibilidades de se utilizar estes solos para a atividades agrossilvipastoris, desde de que se adote um rigoroso planejamento de conservação de solos e água, dado a evidente limitação da topografia acidentada das áreas onde ocorrem. A vegetação natural concentra-se nos topos de morros e montanhas e nas áreas de maior declividade (Figura 38), sendo ainda observados fragmentos de mata ciliar em alguns trechos dos rios



Fig. 38 - Vegetação natural nos topos de morros e montanhas próximos ao rio do Futuro.

A ocupação desta zona se deu de forma mais intensa a partir de 1860, com o início do ciclo do café na região, sustentando até décadas passadas uma intensa atividade cafeeira. O cultivo de café na bacia ocupou predominantemente as médias vertentes dos vales encaixados do alto curso do rio do Imbé. A atividade perdurou até 1965, quando os cafezais foram erradicados da região. Durante este processo, muitas áreas foram desmatadas para a implantação dos cafezais e, por isso, não raro se encontram vertentes acentuadamente declivosas desprovidas de sua cobertura vegetal original, hoje quase totalmente ocupadas com pastagens plantadas destinadas à pecuária leiteira.

Atualmente, a área destinada ao cultivo do café é muito reduzida, sem expressão, ficando apenas o registro da riqueza deste ciclo econômico na arquitetura das “velhas sedes de fazenda” e nas marcas da cultura do café, ainda hoje observadas nas encostas dos morros: traços paralelos no sentido topo-base, correspondentes às linhas de plantio (Figura 39).



Fig. 39 - Fazenda Brinco, onde se observam as marcas da cultura do café em campo, que ocupou parte das terras da região.

A cultura do café implantada na época sem práticas de conservação do solo e, posteriormente, o uso dessas áreas por pastagens manejadas de forma inadequada, impulsionou os processos erosivos, muito freqüentes nas vertentes do relevo montanhoso (Figura 40). A erosão varia de ligeira a forte em função do uso e das altas declividades inerentes ao relevo local. São áreas com risco de movimento de massa e queda de blocos. Padrões conjugados de deslizamento seguido de erosão em sulcos são freqüentes nas vertentes mais declivosas.



Fig. 40 - Deslizamento de terra seguida de erosão em sulcos, sobre vertente do relevo montanhoso.

Atualmente, as terras desta zona são ocupadas, predominantemente, por pastagens para pecuária leiteira (Figura 41), constituindo toda esta região serrana, fundamentalmente, em uma bacia leiteira. A região conta com uma infraestrutura de apoio à atividade leiteira, assim 99% do leite do município de Trajano de Moraes passa por tanques de resfriamento obtidos pela prefeitura, sendo este produto vendido para a cooperativa de Macuco.



Fig. 41 - Pecuária leiteira na Zona Agroecológica 4.

Apesar do exposto, a agricultura, embora em menor escala, é digna de registro, observando-se produção voltada para o mercado, como a cultura da banana e o reflorestamento com eucalipto. Algumas iniciativas de diversificação da produção para comercialização são observadas, como a cultura de maracujá e de palmeiras, como a pupunha e a palmeira real australiana.

No vale do rio do Ouro, tributário do alto rio do Imbé, a bananicultura persiste como atividade principal. No município de Trajano de Moraes, no vale próximo à Caixa D'Água, na região das nascentes do rio do Imbé, está localizado parte do assentamento Fazenda Santo Inácio. Este é formado por 51 lotes, sendo 8 hectares para cada assentado, onde a atividade principal é a agricultura, predominando o cultivo de banana. Pertencendo à cooperativa local, foi implementada há dois anos, com recurso do Fundo de Amparo ao Trabalhador do Ministério do Trabalho e Emprego, uma fábrica para processamento da banana e produção de banana-passa. Porém, não se encontra em funcionamento por falta de capital de giro. Atualmente, a produção de banana do assentamento é vendida individualmente por cada produtor para comerciantes que vendem essa produção nos centros urbanos regionais.

Além da bananicultura, o reflorestamento com eucalipto ocupa grande parte da área do assentamento. As mudas de eucalipto são distribuídas pelo Horto de Santa Maria Madalena e a produção é vendida como lenha na cidade de Campos dos Goytacazes. Na Figura 42 é apresentada vista de parte do assentamento Fazenda Santo Inácio destacando área com de cultivo de banana e de reflorestamento com eucalipto. A pecuária leiteira configura atividade secundária no assentamento, sendo a produção vendida no comércio local da cidade de Trajano de Morais.



Fig. 42 - Área onde se observa cultivo de banana, pupunha e reflorestamento com eucalipto no assentamento Fazenda Santo Inácio.

Esta zona agroecológica pode ainda vir a sofrer pressão da atividade minerária pela concentração de áreas requeridas no DNPM, perfazendo cerca 45% do total da zona. Ressalta-se a presença de duas lavras em atividade (uma para brita e outra

para rocha ornamental) e mais quatro para rocha ornamental, estas paralisadas, porém sem recuperação da área degradada. Todas as lavras estão inseridas na Unidade Trajano de Moraes, sendo que o granito aí explorado recebe a denominação de Granito Coral, correspondendo a um aplogranito de cor rosada, dada à presença de microclina (Figura 43).



Fig. 43 - Extração de rocha ornamental (nome comercial: Granito Coral), nos aplogranitos da Unidade Trajano de Moraes.

As saibreiras exploradas para manutenção de estradas, comuns nesta Zona e na Zona 5, constituem foco de erosão, início de processo de deslizamento de terra e voçorocamento, além de produzirem sedimentos que contribuem para assoreamento dos rios. Sendo assim, é fundamental que sejam adotados projetos de manutenção de estradas que mais adequados, e que se recuperem as áreas já degradadas.

Nessa zona, em locais onde há adensamento populacional, observou-se o acúmulo de resíduos sólidos lançados nas proximidades dos rios, quando não dentro deles. As Figuras 44 e 45 ilustram a ocorrência desse fato no rio do Imbé, respectivamente, no bairro Morro do Estado (inserido na periferia de Trajano de Moraes embora faça parte do município de Santa Maria Madalena) e no distrito Dr. Loreti (município de Santa Maria Madalena). Essa situação requer que sejam tomadas as medidas necessárias para a coleta e disposição adequadas dos resíduos sólidos, bem como a conscientização da população sobre sua importância e a necessidade de proteção dos recursos hídricos.



Fig. 44 - Lançamento de resíduos sólidos no Rio do Imbé (bairro Morro do Estado - Santa Maria Madalena).

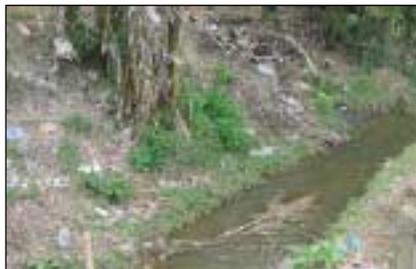


Fig. 45 - Distrito de Dr. Loreti, disposição dos resíduos sólidos em local inadequado, próximo a um afluente de primeira ordem do rio do Imbé.

Zona Agroecológica 5: relevo escarpado

Esta zona agroecológica constitui a maior parte da área da BHRI, representando 26,51% da área total da mesma. Estendendo-se na direção SW-NE, paralela ao eixo da bacia, esta zona compreende toda a extensão da margem esquerda do rio do Imbé, desde seu alto curso, onde se localiza sua nascente (Figura 46), até seu exutório nas proximidades da Lagoa de Cima. Compõe a face norte da BHRI e abrange os três municípios: Campos dos Goytacazes, Santa Maria Madalena e Trajano de Moraes. Destaca-se ainda o núcleo populacional de Sossego, localizado no sopé da serra do Sossego, no município de Santa Maria Madalena e o fato desta zona ser limítrofe ao Parque Estadual do Desengano. As nascentes do rio do Imbé drenam o reverso e escarpas da serra de mesmo nome.



Fig. 46 - Nascente do rio do Imbé.

Sob a influência do relevo movimentado, o clima é fortemente influenciado pela topografia local. Nas regiões de encosta ocorre uma faixa de clima úmido e mesotérmico. Caracterizado por chuvas orográficas relativamente abundantes o

ano inteiro, esta zona serrana possui uma pluviosidade elevada, atingindo valores superiores a 1.600 milímetros anuais. As temperaturas médias são amenizadas pela altitude caracterizando o clima mesotérmico, de verões amenos e invernos fracos, registrando médias mensais não superiores a 22° C no mês mais quente, costumeiramente o de fevereiro.

A Zona Agroecológica 5 configura-se, do ponto de vista dos recursos hídricos, em unidade ambiental de grande relevância, visto que essas áreas de escarpa abrigam inúmeras nascentes que estruturam a rede de drenagem contribuinte e inclusive o próprio rio do Imbé. A conservação destas áreas é muito importante para a recarga dos aquíferos, estabilizando o ciclo hidrológico e garantindo os recursos hídricos em suas multifuncionalidades.

Estão localizados nesta zona os principais contribuintes do rio do Imbé: rios Água Limpa, do Ouro, do Norte, Mocotó, Opinião, Aleluia e Conceição; córregos do Sossego e da Morumbeca; dentre outros.

Nesta região, não foram observados problemas relacionados à escassez de água para o abastecimento doméstico. As casas do núcleo urbano de Sossego do Imbé são abastecidas pela captação comum de água nas nascentes próximas. Contudo, a qualidade da água pode estar sendo comprometida, visto que o lançamento do esgoto sanitário ocorre, parte em fossas sépticas e parte em despejo direto no córrego do Sossego (Figura 47).

Segundo relatos dos moradores locais, a quantidade de água que emerge das nascentes do rio do Imbé diminuiu bastante nos últimos anos em função, essencialmente, de práticas agrícolas sem a preocupação ambiental. Para reverter este quadro e melhor proteger as nascentes é preciso uma intervenção dos órgãos ambientais competentes, a partir de um plano de manejo da bacia hidrográfica em questão, reflorestando-se estas áreas com espécies nativas.



Fig. 47 - Córrego do Sossego, afluente do rio do Norte, evidenciando assoreamento e ausência de mata ciliar.

O relevo proeminente destaca-se topograficamente do domínio colinoso. São terrenos montanhosos de alta declividade com baixa capacidade de carga e solos pouco espessos com afloramentos de rocha que condicionam alta suscetibilidade a processos de erosão e movimentos de massa. O controle lito-estrutural é marcante, tanto na instalação da rede de canais, quanto na evolução dos processo de dissecação e recuo da escarpa. Frequentemente, os cursos d'água estão encaixados em falhas ou fraturas geológicas. A densidade de drenagem é alta, registrando um padrão de drenagem retangular, destacando-se inúmeros cotovelos de drenagem e capturas fluviais sendo, inclusive, observados vales abandonados de tributários do rio do Imbé junto ao sopé da escarpa. O "front" da escarpa do Desengano é caracterizado por vertentes muito íngremes, dissecadas pela rede de canais tributária ao rio do Imbé, que promove o recuo diferencial da escarpa frontal festonada.

O relevo caracteriza-se por vertentes retilíneas ou côncavo-retilíneas e topos aguçados ou alinhados em cristas com gradientes muito elevados, superiores a 45°. Altos picos rochosos de topos aguçados ou arredondados alteiam-se acima da cota 1.000 m (já inseridos no Parque Estadual do Desengano) e emolduram o belo cenário da paisagem regional, marcada pela ocorrência de paredões rochosos subverticais e espriados depósitos de tálus na base, sob forma de extensas rampas de colúvio-tálus. As amplitudes topográficas são comumente superiores a 700 m, sendo que a partir da cota 500 m, a escarpa está abrangida pelo PED.

Quanto aos solos, predominam aqueles mais rasos e incipientes como os Cambissolos ocorrendo em associações com Neossolos Litólicos e afloramentos de

rocha, mas também, conforme a situação, ocorrem de forma subordinada: Latossolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Vermelhos. Nesses solos mais incipientes, a pedregosidade, rochosidade e pouca profundidade efetiva constituem as principais limitações intrínsecas para a exploração agrícola. A fertilidade, apesar de não ser muito expressiva, é variável dependendo do material de origem e estado de intemperismo. Os solos mais evoluídos registram as mesmas limitações descritas anteriormente com menção aos Argissolos Vermelhos que normalmente apresentam uma condição melhor de fertilidade.

Parte desta unidade ambiental apresenta extensas áreas cobertas por vegetação natural, como à região próxima ao rio Aleluia (Figura 48) e parte completamente alterada, como o vale do córrego do Ouro (Figura 49). Embora com condições inadequadas para a atividade agrícola e pecuária devido aos declives acentuados e solos rasos esta zona também teve parte de sua vegetação natural suprimida para a implantação da cultura do café. Atualmente, os usos predominantes são pastagens e banana (Figura 50).

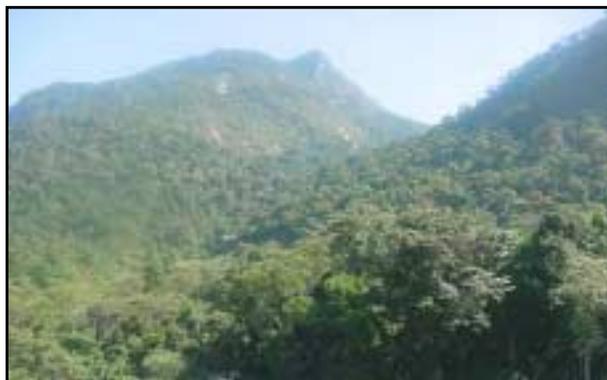


Fig. 48 - Região próxima ao rio Aleluia, onde a vegetação original prevalece na paisagem.



Fig. 49 - Vale do rio do Ouro, com vista para o relevo escarpado, onde foi quase completamente suprimida a vegetação natural.



Fig. 50 - Plantio de banana e pastagem em área de relevo escarpado.

São áreas, em sua maioria, inaptas para a exploração agropecuária, onde predominam coberturas florestais em diversos estádios de regeneração sobre relevo acidentado. Portanto, devem ser direcionadas para a preservação permanente, refúgio da fauna silvestre e proteção dos mananciais.

Ações de recuperação de áreas degradadas, preservação e recuperação da Mata Atlântica devem ser implementadas. Entretanto, as baixas vertentes dessas escarpas serranas encontram-se bastante desflorestadas, ocupadas majoritariamente por pastagens, banana e eucalipto. Encontra-se desde sistemas de produção agropecuária mais intensos, com relativo emprego de capital e tecnologia, até padrões de agricultura de subsistência ou baixa renda, onde predominam pequenos "roçados" com mandioca, milho, feijão e várias frutíferas. Exemplos desta realidade podem ser apreciados em algumas glebas dos assentamentos de Conceição do Imbé, Boa Vista e Fazenda Santo Inácio. No primeiro, observa-se sítios desenvolvendo atividades no entorno do Parque Estadual do Desengano (Figura 51). No Boa Vista, parte das glebas foram demarcadas em terrenos de maior declividade, os quais são ocupados predominantemente por floresta.

Embora essa área faça parte do assentamento, os assentados não as reconhecem como pertencentes a suas terras uma vez que não podem ocupá-las e utilizar seus recursos, com exceção da água que é captada em nascentes da encosta (Figura 52). Outro exemplo ocorre no assentamento Fazenda Santo Inácio, nas áreas de nascente do rio do Imbé, que se encontravam cobertas por vegetação em estágio inicial de regeneração, e foram desmatadas recentemente para implantação de um bananal e ampliação de área reflorestada com eucalipto (Figura 53).



Fig. 51 - Vista de gleba do assentamento Conceição do Imbé em área escarpada.



Fig. 52 - Parte do assentamento Aleluia, onde se observa a ocorrência de florestas em área de relevo escarpado.



Fig. 53 - Área em torno da nascente do rio do Imbé com ampliação da área de cultura de banana e eucalipto.

Em função da morfodinâmica atuante e ocorrência de depósitos de tálus com baixa capacidade de carga juntamente com afloramentos de rocha e solos pouco espessos, estas áreas tornam-se altamente suscetíveis aos processos de erosão e movimentos de massa, ocorrendo freqüentes desmoramentos de blocos de rochas e escorregamentos de terra. Os padrões de erosão ligeira a forte podem ser evidenciados, sobretudo em algumas áreas onde o uso continuado tem exposto em demasia o solo. Atenção deve ser dada à possibilidade de expansão da mineração para esta zona onde 49% de sua área está requerida junto ao DNPM para exploração mineral. Outro aspecto a ser considerado é que, das nove saibreiras para manutenção de estradas cadastradas na bacia, seis estão localizadas nesta zona e três na Zona 4.

Trata-se de uma região de transição entre a baixada e o planalto serrano, onde se localiza o Parque Estadual do Desengano, e por isso constituem importantes áreas de entorno desta unidade de conservação. Devido ao relevo acidentado, a ocupação antrópica é dificultada e por isso essas áreas possuem um adensamento significativo de vegetação em estágio de sucessão médio ao avançado. Mesmo assim, nos áreas onde se encontram pastagens implantadas ou se desenvolvem pequenas atividades agrícolas, se evidencia, em função dos acentuados declives, o problema da erosão das encostas. Se faz necessário a remediação dessas áreas críticas com base na mudança de uso das terras, contemplando sempre os princípios da conservação de solo e água.

Por se tratar de áreas que requerem grande proteção ambiental, esta zona deve ser, portanto, estratégica para o gerenciamento integrado de agroecossistemas. Deste modo, a implantação de sistemas agroflorestais, economicamente sustentáveis para fixação e proteção do entorno da vegetação nativa devem ser considerados. São áreas totalmente inadequados para urbanização. No entanto, possuem extraordinária beleza cênica, indicadas para turismo controlado.

Nesta zona agroecológica se observa regiões com potencial turístico, como o Distrito de Sossego do Imbé, pertencente ao município de Santa Maria Madalena (Figura 54).



Fig. 54 - Região próxima ao distrito de Sossego do Imbé, apresentando grande potencial turístico.

Antes que atividades relacionadas ao turismo se intensifiquem, é preciso que o Distrito disponha de um planejamento ambiental e tenha uma estrutura adequada. O dimensionamento da captação de água, o lançamento adequado de esgoto sanitário e a disposição de resíduos sólidos são pontos importantes a serem considerados. Desde que dentro dos preceitos da conservação da natureza e realizado de forma controlada, as atividades turísticas podem representar uma alternativa econômica.

Zona Ecológica 6: Parque Estadual do Desengano

Esta zona compreende toda a área do Parque Estadual do Desengano localizada na BHRI, ocupando 18,02% da área da bacia. Como unidade de conservação de uso indireto, criada por força do Decreto-Lei Estadual 250, de 13 de abril de 1970, representa uma zona de uso restrito para o desenvolvimento de qualquer atividade econômica, sendo por esse motivo, denominada Zona Ecológica.

O clima é caracterizado por apresentar temperaturas amenas em pontos com altitude superior a 800 m. Na parte mais elevada, as temperaturas médias anuais são inferiores a 18°C e a precipitação atinge 2000 mm. A umidade relativa do ar é elevada.

Representa importante área para recarga dos aquíferos fissurais, sendo, portanto, uma área de alta vulnerabilidade e baixa favorabilidade. Encontra-se densamente vegetada, o que é um fator extremamente positivo para manutenção das nascentes. Os cursos d'água nesta zona têm seus cursos encaixados nas fraturas, cujas direções acompanham a principal foliação regional NE-SW.

Nesta zona há um amplo predomínio das rochas charnockíticas da Unidade Bela Joana e uma pequena parte representada pela rochas graníticas da Unidade Desengano. Ambas, por sua maior resistência à erosão, sobressaem no relevo, em especial se comparadas com as rochas metassedimentares da Unidade São Fidélis.

Esta zona é constituída pelas escarpas, planalto e reversos da serra do Imbé. Caracteriza-se por um planalto e borda com relevo extremamente acidentado onde predominam as formas abruptas com pontões aguçados e escarpas serranas. Segundo Rio de Janeiro (2001), na paisagem sobressaem o Pico do Desengano (1750 metros), o Pico São Mateus (1576 metros) e o Pico Pedra Agulha (1080 metros), sendo esse último na Zona 6. Os vales são alongados, com segmentos de drenagem retilíneos e linhas de crista paralelas.

Representam áreas em seu conjunto com alta suscetibilidade a processos de erosão e movimentos de massa, inclusive queda de blocos.

Apesar de antropizada em função dos impactos relacionados à exploração da madeira, palmito e agricultura em seu entorno, apresenta vegetação natural em razoável estado de conservação.

A cobertura vegetal é formada por Floresta Ombrófila Densa montana (entre 500 e 1500 metros de altitude) e sub-montana (até 500 metros). Geralmente acima de 1.600 metros, observam-se os campos de altitude (Rio de Janeiro, 2001). Nos terrenos com solos menos espessos, onde predominam os afloramentos de rocha e solos Litólicos, a vegetação original é composta por formações rupestres.

Já foram observadas cerca de 410 espécies de aves na região, o que evidencia a alta biodiversidade. Muitas estão ameaçadas de extinção, como a jacutinga, gavião-pomba, gavião-pato e jacu, além de outras aves, como inhambu, araponga, gavião-pega-macaco e papagaio-chauá. Entre os mamíferos, destacam-se: preguiça-de-coleira, onça-parda, quati, paca, barbado, tatu-galinha, irara, cateto, queixada, sauá, cuíca, macaco-prego, furão, mão-pelada, mono-carvoeiro e muriqui, muitos ameaçados de extinção (Rio de Janeiro, 2001).

Uma síntese das principais características das seis zonas agroecológicas identificadas na BHRI é apresentada na Tabela 6.

Tabela 6 - Síntese das principais características das Zonas Agroecológicas.

ZONA AGROECOLÓGICA 1: PLANÍCIES ALUVIAIS		
Proporção da Área da BHRI	10,47%	
Clima	quente e úmido, sem inverno pronunciado	
Recursos Hídricos	aqüíferos livres, rasos, com potencial restrito e risco de contaminação; área de acúmulo de poluentes e sedimentos advindos de regiões mais elevadas	
	Sub-unidade 1	Sub-unidade 2
Geomorfologia	áreas planas caracterizadas pela formação de lagoas e alagadiços	terraços fluviais e planícies hidrologicamente ativas com melhores condições de drenagem que sub-unidade 1
Limitações ao uso agrícola	terrenos inundáveis com baixa capacidade de carga e lençol freático aflorante	excesso de umidade, deficiência de fertilidade variável com a situação local
Aptidão agrícola predominante	restrita para pastagem plantada	restrita para lavouras em níveis de alta e média tecnologia e inaptas em nível de baixa capacidade tecnológica; inapropriadas para culturas inadaptadas ao excesso de umidade
Uso e cobertura atual	predominam campos hidrófilos de várzea sem uso ou ocupação regular	predominam campos antrópicos e pastagens com vários níveis de manejo, compostas por gramíneas induzidas ou semi-espontâneas
Potencial	proteção e recuperação da cobertura vegetal original	culturas para sistemas de sequeiro, olerícolas, culturas anuais, culturas tolerantes ao excesso de umidade e pastagens
ZONA AGROECOLÓGICA 2: RELEVO SUAVE-COLINOSO		
Proporção da Área da BHRI	24,60%	
Clima	quente e úmido sem inverno pronunciado; em faixas nas proximidades da serra do Imbé, precipitação anual superior a 2.000 mm	
Recursos Hídricos	aqüíferos fissurais de baixa favorabilidade hidrológica devido ao solo de baixa permeabilidade e à reduzida cobertura vegetal; ocorrência de águas ferruginosas	
Geomorfologia	baixada litorânea caracterizada pela formação de colinas sustentadas por litologia cristalina	
Limitações ao uso agrícola	solos com condições químicas desfavoráveis e de baixa fertilidade; em locais de maior declividade, há limitações à mecanização e suscetibilidade à erosão	
Aptidão agrícola predominante	restrita para lavouras em níveis de manejo mais tecnificado e inapta em nível de menor emprego de tecnologia	
Uso e cobertura atual	predominantemente pastagens, áreas de cultivo de cana-de-açúcar e reflorestamento; em áreas de assentamento, tem-se ainda lavouras de mandioca e banana	
Potencial	em áreas de relevo mais acentuado: sistemas de produção baseados em processos silvipastoris e agroflorestais; demais áreas: agricultura e pecuária com base em princípios conservacionistas	

Continuação da Tabela 6.

ZONA AGROECOLÓGICA 3: RELEVO COLINOSO	
Proporção da Área da BHRI	11,52%
Clima	precipitação média anual superior à registrada nas baixadas
Recursos Hídricos	aquíferos livres a semi-confinados, com favorabilidade positiva devido à vegetação mais preservada, cobertura do solo espessa e menor densidade de drenagem
Geomorfologia	"mar de morros": conjunto de colinas e morros baixos com restritas acumulações fluviais nos fundos de vales e rampas de colúvio na base das vertentes
Limitações ao uso agrícola	baixa fertilidade natural dos solos, alta concentração de alumínio, tendência à reação ácida, suscetibilidade à erosão
Aptidão agrícola predominante	restrita para lavouras em níveis de manejo com maior emprego de tecnologia e inapta em nível desprovido de tecnologia
Uso e cobertura atual	predominam pastagens; 14% da área requerida para exploração mineral junto ao DNPM
Potencial	pastagem e cultivos perenes manejados com práticas conservacionistas em terrenos de menor declividade
ZONA AGROECOLÓGICA 4: RELEVO MONTANHOSO	
Proporção da Área da BHRI	8,78%
Clima	pluviosidade entre 1.100 e 1.500mm; na região próxima à nascente do rio do Imbé, superior a 2.000mm
Recursos Hídricos	favorabilidade positiva devido à concentração de fraturas; qualidade da água ameaçada pela concentração populacional e pelo lançamento de efluentes
Geomorfologia	conjunto de morros e alinhamentos serranos sob os quais estão embutidos os fundos de vales aprofundados
Limitações ao uso agrícola	baixa fertilidade natural, alta suscetibilidade à erosão, com riscos de movimentos de massa e queda de blocos
Aptidão agrícola predominante	
Uso e cobertura atual	áreas antigamente ocupadas por cafezais, são hoje predominantemente ocupadas por pastagens; em assentamentos, tem-se ainda áreas de cultivo de banana e reflorestamento; 45% da área requerida para exploração mineral junto ao DNPM; vegetação natural restrita a áreas de maior declividade; presença de saibreiras; zona de maior concentração de núcleos urbanos
Potencial	atividades agrossilvipastoris com planejamento de conservação de solo e água
ZONA AGROECOLÓGICA 5: RELEVO ESCARPADO	
Proporção da Área da BHRI	26,51%
Clima	úmido e mesotérmico, fortemente influenciado pela topografia local
Recursos Hídricos	área de grande importância para recarga dos aquíferos, abriga inúmeras nascentes
Geomorfologia	terrenos montanhosos, de alta declividade, onde está localizada a nascente do rio do Imbé
Limitações ao uso agrícola	alta declividade, solos rasos e incipientes, alta suscetibilidade à erosão
Aptidão agrícola predominante	
Uso e cobertura atual	predominam pastagens e áreas de cultivo de banana; também se observa áreas de reflorestamento e pequenas roças; 49% da área requerida para exploração mineral junto ao DNPM; presença de saibreiras; vegetação natural ocupa maiores fragmentos de áreas
Potencial	conservação da vegetação, refúgio de fauna e proteção de mananciais; implantação de sistemas agroflorestais; atividades turísticas com restrições

Continuação da Tabela 6.

ZONA AGROECOLÓGICA 6: PARQUE ESTADUAL DO DESENGANO	
Proporção da Área da BHRI	18,02%
Clima	caracterizado por apresentar temperaturas amenas
Recursos Hídricos	alta vulnerabilidade dos aquíferos e baixa favorabilidade, importante para recarga dos aquíferos fissurais
Geomorfologia	relevo extremamente acidentado
Limitações ao uso agrícola	área de proteção integral
Aptidão agrícola predominante	---
Uso e cobertura atual	Floresta Ombrófila Densa montana e sub-montana
Potencial	conservação ambiental

Conclusões

A metodologia de integração dos diversos temas do meio físico em escala 1:250.000 demonstrou-se pertinente e aplicável ao diagnóstico ambiental, considerando que este nível de detalhamento é suficiente para a realização de um planejamento estratégico preliminar que visa a identificação de microbacias, objeto de estudo posterior mais detalhado.

A metodologia aplicada permitiu a realização de uma síntese da realidade ambiental, destacando os principais problemas, fragilidades e potencialidades dos recursos naturais.

A adequação da metodologia foi verificada em uma etapa de Validação do Diagnóstico, em que atores locais (técnicos, produtores e políticos) vinculados a diversas instituições públicas e privadas expressaram a pertinência e a veracidade das informações obtidas, por meio desta metodologia.

Em relação aos resultados do diagnóstico, verificou-se que a bacia hidrográfica do rio do Imbé, em função da singular interação dos aspectos fisiográficos, possui uma diversidade ambiental contrastante, com diferenciação entre as unidades de paisagem e, por conseguinte, variada potencialidade de uso e diversos níveis de fragilidade associados. Essa diversidade encontra-se retratada nas zonas agroecológicas identificadas na BHRI, as quais se constituem em unidades territoriais básicas de planejamento.

Foi possível ainda observar que a BHRI apresenta uma razoável cobertura vegetal, primária e sucessional, que se destaca no contexto estadual. Este fato ocorre possivelmente devido às restrições ao uso impostas pelas formas de relevo

acidentado. Entretanto, danos ambientais e a degradação dos recursos naturais têm ocorrido como consequência dos ciclos econômicos anteriores, caracterizados por intensa e inapropriada exploração dos recursos naturais, obras regionais de drenagem, adensamentos urbanos sem infra-estrutura e o inadequado uso atual das terras. O efeito conjunto dessas ações deletérias tem comprometido a manutenção da capacidade produtiva dos solos e dos recursos hídricos, comprometendo a sustentabilidade dos sistemas de produção agrossilvipastoris. Essa situação remete à necessidade de uma intervenção planejada que privilegie práticas adequadas ao desenvolvimento sustentável.

Agradecimentos

À Secretaria de Estado de Agricultura, Abastecimento, Pesca e Desenvolvimento do Interior (SEAAPI) e à Superintendência de Microbacias Hidrográficas (SMH) pela organização do projeto, apoio e infra-estrutura para os trabalhos de campo.

Ao Nelson Teixeira Alves Filho, coordenador do projeto e sua equipe pela organização do projeto e apoio

Ao Eduardo Olivieri pelo apoio, especialmente durante os trabalhos de campo.

À EMATER RIO, Gerência Estadual de Microbacias, ESREG Norte, Noroeste e Serrana, ESLOC Campos dos Goytacazes, Santa Maria Madalena e Trajano de Moraes pelo apoio.

Às Secretarias Municipais de Agricultura e Meio Ambiente dos municípios Santa Maria Madalena, Trajano de Moraes e Campos dos Goytacazes pelo apoio aos trabalhos de campo.

À Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente (FEEMA) Agência Regional de Campos e Instituto Estadual de Florestas (IEF) Agência Regional Friburgo pelo apoio aos trabalhos de campo.

Aos produtores rurais dos assentamentos e aos habitantes da região que contribuíram fornecendo valiosas informações sobre a região durante os trabalhos de campo.

Ao Hermani M. Vieira pelo apoio na obtenção dos dados georreferenciados.

Ao Amaury Carvalho Filho, José Francisco Lumbreras, Fernando César S. Amaral, Uebi Jorge Naime e Raphael David dos Santos pelo fornecimento do mapeamento de solos e de aptidão agrícola da região.

Ao Jesus Fernando Mansilla Baca, Ronaldo Pereira de Oliveira, Mário Luiz D. Aglio e José R. de Souza pelo apoio em geoprocessamento.

Referências Bibliográficas

AB'SABER, A. N. **Da participação das depressões periféricas e superfícies aplainadas na compartimentação do Planalto Brasileiro**. São Paulo: USP, 1972. 38 p. (Geomorfologia, 28)

BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R.; SILVA, J. X. Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, v. 16/17, p. 117-151, 1965.

CAMARGO, M. N; KLAMT, E; KAUFFMAN, J. H. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 12, n. 1, p. 11-33, jan./abr.1987.

CARVALHO FILHO, A. de; LUMBRERAS, J. F.; SANTOS, R. D. dos. Os Solos do Estado do Rio de Janeiro. In: CPRM Serviço Geológico do Brasil. **Rio de Janeiro: geologia, geomorfologia, geoquímica, geofísica, recursos minerais, economia mineral, hidrogeologia, estudos de chuvas intensas, solos, aptidão agrícola, uso e cobertura do solo, inventário de escorregamentos, diagnóstico geoambiental**. Rio de Janeiro: CPRM: Embrapa Solos; [Niterói]: DRM-RJ, 2001. 1 CD-ROM.

CARVALHO FILHO, A. de; LUMBRERAS, J. F.; SANTOS, R. D. dos. **Levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 1 v. + mapa color. 1:250.000. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento). No prelo

CENTRO DE INFORMAÇÃO E DADOS DO RIO DE JANEIRO. **IQM Verde**: índice de qualidade dos municípios – verde. 2. ed. ampl. rev. Rio de Janeiro, 2003. CD ROM.

CPRM Serviço Geológico do Brasil. **Rio de Janeiro: geologia, geomorfologia, geoquímica, geofísica, recursos minerais, economia mineral, hidrogeologia, estudos de chuvas intensas, solos, aptidão agrícola, uso e cobertura do solo, inventário de escorregamentos, diagnóstico geoambiental**. Rio de Janeiro: CPRM: Embrapa Solos; [Niterói]: DRM-RJ, 2001. 1 CD-ROM.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Mapa Geomorfológico, folhas Juiz de Fora, Rio de Janeiro, Campos e Macaé. In: CPRM Serviço Geológico do Brasil. **Rio de Janeiro: geologia, geomorfologia, geoquímica, geofísica, recursos minerais, economia mineral, hidrogeologia, estudos de chuvas intensas, solos, aptidão agrícola, uso e cobertura do solo, inventário de escorregamentos, diagnóstico geoambiental**. Rio de Janeiro: CPRM: Embrapa Solos; [Niterói]: DRM-RJ, 2001. 1 CD-ROM; Mapa escala 1:250.000.

DANTAS, M. E. Geomorfologia do estado do Rio de Janeiro. In: CPRM. **Estudo geoambiental do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília, 2001. Mapas em escala 1:250.000. CD-ROM; 63p.

DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br>. Acesso: em 2 fev. 2003.

EIRADO, L. G.; DANTAS, M.; NOGUEIRA, J. R.; TUPINAMBÁ, M. Caracterização geológica e geomorfológica da área de entorno. In: SEMADS-IEF / FBCN. **Plano de manejo do parque Estadual do Desengano, RJ**. Rio de Janeiro, 2003a. Produto 2. (no prelo)

EIRADO, L. G.; DANTAS, M.; NOGUEIRA, J. R.; TUPINAMBÁ, M. Caracterização geológica e geomorfológica da área do PED. In: SEMADS-IEF / FBCN. **Plano de manejo do parque Estadual do Desengano, RJ**. Rio de Janeiro, 2003a. Produto 3. (no prelo)

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1999. 412 p.

EMBRAPA SOLOS. Mapa de Solos do Estado do Rio de Janeiro - escala 1:250.000. 2002. Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/sigweb.html>. Acesso em: jun. 2003.

HEILBRON, M.; MOHRIAK, W.; VALERIANO, C. M.; MILANI, E.; ALMEIDA, J. C.H.; TUPINAMBÁ, M. From collision to extension: the roots of the Southeastern Continental Margin of Brazil. In: TALWANI & MOHRIAK (eds.) **Atlantic rifts and continental margins**. American Geophysical Union, 2000. p. 1-34. (Geophysical Monograph Series, v. 115).

IBGE. **Folha topográfica Campos (SF24-V-C)** – escala 1:250.000. Rio de Janeiro, 1980a. 1 mapa.

IBGE. **Folha topográfica Juiz de Fora (SF23-X-D)** – escala 1:250.000. Rio de Janeiro. 1976. 1 mapa

IBGE. **Folha topográfica Macaé (SF24-Y-A)** – escala 1:250.000. Rio de Janeiro. 1977. 1 mapa.

IBGE. **Folha topográfica Rio de Janeiro (SF23-Z-B)** – escala 1:250.000. Rio de Janeiro. 1980b. 1 mapa.

- JENNY, H. **Factores of soil formation**. New York: Mc Graw-Hill, 1941. 218 p.
- KING, L. C. A Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v.18, n.2, p. 147-266, 1956.
- LAMEGO, A. R. O homem e a serra. Rio de Janeiro: IBGE, Rio de Janeiro, 1963, 350p.
- OLIVEIRA, J. B. de; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento**. Jaboticabal, São Paulo: FUNEP, 1992. 201p.
- PESAGRO. **Zoneamento agroclimático para a cultura do café no estado do Rio de Janeiro**. Niterói, 2002. 1 v.
- RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Turismo. Departamento de Recursos Minerais. **Projeto carta geológica 1:50.000, folha São Fidélis**: relatório final. Niterói, 1977. 3v.
- RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Turismo. Departamento de Recursos Minerais. **Projeto carta geológica 1:50.000, folha Santa Maria Madalena**: relatório final. Niterói, 1978a.
- RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Turismo. Departamento de Recursos Minerais. **Projeto carta geológica 1:50.000, folha Trajano de Moraes**: relatório final. Niterói, 1978b.
- RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Turismo. Departamento de Recursos Minerais. **Projeto carta geológica 1:50.000, folhas Renascença, Conceição de Macabu, Carapebus e Macaé / Cabiúnas e Dores de Macabu**: relatório final. Niterói, 1981. 5v.
- RIO DE JANEIRO. SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Atlas das unidades de conservação da natureza do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2001. 1 v.
- ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, p. 133-137, 1998.
- THORNTON, C. W., MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p. (Publication in Climatology)