

## Diagnóstico do Meio Físico da Área de Entorno do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tombos, MG



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

# **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 79**

## **Diagnóstico do Meio Físico da Área de Entorno do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tombos, MG**

*Braz Calderano Filho  
Aluísio Granato de Andrade  
Sebastião Barreiros Calderano  
Celso Vainer Manzatto  
José Silva de Souza*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

### **Embrapa Solos**

Rua Jardim Botânico, 1024. Jardim Botânico.

CEP: 22460-000 - Rio de Janeiro, RJ

Fone: + 55 (21) 2179-4500

Fax: + 55 (21) 2179-5291

<https://www.embrapa.br>

<https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/>

Supervisão editorial: *Jacqueline S. Rezende Mattos*

Revisão de texto: *Marcos Antônio Nakayama*

Normalização bibliográfica: *Luciana Sampaio de Araujo*

Editoração eletrônica: *Jacqueline S. Rezende Mattos*

Foto da capa: *Braz Calderano Filho*

### **1ª edição**

On-line (2005)

#### **Todos os direitos reservados**

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

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

---

Diagnóstico do meio físico da área de entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica de Tombos, MG / Braz Calderano Filho ... [et al.]. – Dados eletrônicos. – Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2005.

44 p. : il. color – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892 ; 79).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: <<https://www.embrapa.br/solos/publicacoes/>>.

Título da página da Web (acesso em 20 dez. 2005).

1. Erosão do solo. 2. Manejo do solo. I. Calderano Filho, Braz. II. Andrade, Aluísio Granato de. III. Calderano, Sebastião Barreiros. IV. Manzatto, Celso Vainer. V. Souza, José Silva de. VI. Embrapa Solos. VII. Série.

CDD 631.45

---

© Embrapa 2005

# Sumário

<b>Resumo</b> .....	5
<b>Abstract</b> .....	7
<b>Introdução</b> .....	9
<b>Material e Métodos</b> .....	11
<b>Resultados</b> .....	18
<b>Considerações Finais</b> .....	40
<b>Referências</b> .....	42



# Diagnóstico do Meio Físico da Área de Entorno do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tombos, MG

---

*Braz Calderano Filho<sup>1</sup>*

*Aluísio Granato de Andrade<sup>2</sup>*

*Sebastião Barreiros Calderano<sup>3</sup>*

*Celso Vainer Manzatto<sup>2</sup>*

*José Silva de Souza<sup>4</sup>*

## Resumo

O objetivo do trabalho foi realizar o diagnóstico físico-biótico da área, onde foram mapeados os elementos componentes da paisagem: solos, relevo, vegetação, uso e cobertura, todos na escala 1:10.000, incluindo informações socioeconômicas. Com as informações extraídas do diagnóstico, avaliaram-se as potencialidades, fragilidades e limitação das terras. Para avaliação do potencial erosivo das terras, gerou-se um mapa para a área do entorno com base em parâmetros de clima, solos, geologia, relevo, uso e cobertura das terras e vegetação. A integração desses fatores possibilitou discriminar as diferentes classes de suscetibilidade à erosão. Os mapas temáticos, em meio analógico produzidos com o diagnóstico, foram convertidos para o meio digital, com posterior cruzamento no SIG. Os resultados permitiram caracterizar os elementos componentes da paisagem com suas potencialidades e limitações, identificar áreas frágeis e indicar medidas de mitigação, visando reduzir o processo erosivo da bacia hidrográfica e o assoreamento do reservatório. A partir das informações geradas, foi

---

<sup>1</sup> Geógrafo, doutor em Geologia, analista da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>3</sup> Geólogo, mestre em Geologia, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>4</sup> Assistente da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

possível também elaborar um plano de manejo conservacionista para a área de estudo, com base na realidade local, bem como subsidiar a revegetação do morro que circunda o reservatório com o plantio de espécies arbóreas.

Termos para indexação: manejo do solo e água, modelo digital de elevação, erosão do solo, planejamento geoambiental.

# Diagnosis of Physical Environment of the Surrounding Area of the Tombos Hydroelectric Reservoir, Minas Gerais State

---

## Abstract

*The aim of this paper is to carry out a geoenvironmental assessment, using thematic maps, such as: soils, landforms, vegetation cover and land use, at 1:10.000 scale, including the socio-economic information. Based on the information obtained from the assessment, it was possible to evaluate the potential, fragility and limitations of the lands. To assess soil erosion risk, a map from the reservoir surrounding was made, based on climate, soils, geology, geomorphology, soil use and vegetation cover. The integration of these factors made it possible to discriminate the different soil erosion classes. The maps were converted into digital maps, with the consequent crossing using GIS. The results enabled us to characterize the landscape, with its potentialities and limitations, to identify fragile areas and also to mitigate them, aiming to reduce soil erosion in the drainage basin and, at the same time, to reduce the reservoir siltation. Based on all these information and results, it was also possible to establish a conservationist plan for the study area, based on the local reality, and also to explain how to revegetate the hill which surrounds the reservoir, using different tree species.*

*Index terms: soil and water management, digital elevation model, soil erosion, geoenvironmental planning.*





## Introdução

Localizado na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, o Município de Tombos apresenta um quadro fisionômico diversificado, com relevo vigoroso e um mosaico de paisagens de grande beleza cênica, como a cachoeira de Tombos e a cachoeira das Três Quedas. Ao longo dos anos, essas paisagens sofreram sucessivas intervenções antrópicas, em função de diferentes usos do solo. Antes cobertas de matas, muitas dessas paisagens se transformaram em imensas áreas de pastagens, e algumas encontram-se atualmente degradadas, o que tem possibilitado a instalação de um processo contínuo de degradação ambiental, como é o caso da erosão, fenômeno que ameaça constantemente as áreas de lavoura praticada no município.

O leito do Rio Carangola, mais importante curso d'água que drena o município, apresenta, via de regra, trechos retilíneos e curso suave. Seu traçado orientou a ocupação humana, adensando-a em suas margens e dando forma linear à malha urbana da sede do município. Próximo à cachoeira de Tombos, no perímetro urbano da cidade, onde o Rio Carangola forma um remanso, está localizado o reservatório da Usina Hidrelétrica de Tombos (UEH), de propriedade da Ampla, que desenvolve suas atividades no setor de geração de energia elétrica. Circundando o reservatório, encontra-se o morro do cruzeiro. Antes da construção do reservatório e expansão urbana da cidade, as margens do Rio Carangola eram protegidas por mata ciliar, que desapareceram, cedendo lugar à expansão urbana da cidade.

Especificamente no Morro do Cruzeiro e proximidades do reservatório, o relevo vigoroso, os desmatamentos e queimadas realizadas periodicamente a montante no morro, as características geoambientais locais como solos mais susceptíveis à erosão e o regime de chuvas da região, com precipitações concentradas em determinados períodos do ano, favoreceram a instalação de enormes voçorocas nas áreas que circundam o reservatório. A situação foi agravada com a construção de uma estrada vicinal para acesso ao topo do morro, aumentando os

desequilíbrios e a evolução das voçorocas. As consequências desse processo de degradação foram a deposição gradual de sedimentos e o assoreamento do reservatório, comprometendo a capacidade de produção de energia e a estabilidade das terras declivosas que circundam o reservatório.

De acordo com Eletrobras (1982), as descargas sólidas diminuem a vida útil dos reservatórios, e o material arrastado constituído de partículas maiores deposita-se na entrada do reservatório, iniciando a formação de um delta aluvional, levando à diminuição do volume de água a ser utilizado para a movimentação das turbinas e prejudicando a geração de energia elétrica.

Para reverter o cenário de degradação ambiental e fornecer subsídios para a utilização racional das terras, a Embrapa Solos, em parceria com a Ampla, implantou o projeto de "Desenvolvimento de técnicas para conservação do solo e recuperação de áreas degradadas do entorno de reservatórios, estudo de caso para UHE de Tombos, MG", cujo objetivo era desenvolver técnicas de manejo para o uso adequado das terras, controle da erosão e recuperação de áreas degradadas, da área de entorno do reservatório da UEH de Tombos. Com esse propósito, realizou-se o diagnóstico geoambiental da área de entorno do reservatório da UEH de Tombos, com o objetivo específico de caracterizar e analisar a estrutura da paisagem (incluindo aspectos físicos e ecológicos) para o planejamento e manejo da área, onde foram estudados solos, relevo, uso e cobertura das terras, vegetação e avaliação da suscetibilidade dos solos à erosão, todos na escala 1:10.000. A partir dessas informações, elaborou-se um plano de manejo conservacionista para a área de entorno do reservatório da UHE de Tombos, com base na realidade local. Os resultados produzidos forneceram, também, subsídios para a revegetação do morro do cruzeiro e arredores do reservatório, com leguminosas e espécies nativas da região, além de servir para propor medidas de mitigação visando reduzir o processo erosivo e o assoreamento do reservatório.

São apresentados, aqui, parte dos documentos cartográficos produzidos com o diagnóstico geoambiental, como o mapa de solos, declividade, uso e cobertura das terras e suscetibilidade dos solos à erosão, incluindo a metodologia de trabalho e a descrição sucinta referente a cada tema. Os resultados produzidos contribuem para a melhor compreensão dos recursos ambientais com suas potencialidades e limitações, além de gerar subsídios para uma maior precisão e agilidade no manejo das práticas de uso e conservação do solo da área de entorno do reservatório na busca de ações sustentáveis.

## **Material e Métodos**

### **Área de trabalho**

A área de estudo localiza-se no Município de Tombos, Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, entre o conjunto de coordenadas UTM's 7682000 a 7687000 e 808000 a 812000, ocupa aproximadamente 2.029 ha, dos quais 560 ha correspondem à área de impacto direto e indireto do entorno do reservatório da UHE de Tombos (Figura 1).

Situada na margem direita do Rio Carangola, a área insere-se no domínio morfoestrutural "Faixas de Dobramentos Remobilizados" da região do Vale do Paraíba do Sul, na unidade geomorfológica "Alinhamentos de Cristas do Paraíba do Sul (ACPS)" (ALMEIDA et al., 1975). O relevo é forte ondulado com altitudes da ordem de 400 m, onde predominam rochas proterozoicas da Associação Paraíba do Sul, cuja litologia se constitui numa associação de gnaisses, migmatitos e charnoquitos (ALMEIDA et al., 1975; RIO DE JANEIRO, 1984). Abrange totalmente a microbacia do córrego Sobradinho e parte da foz do ribeirão São João, ambos afluentes de primeira ordem do Rio Carangola. De forma localizada, ocorrem terrenos do Quaternário (Holoceno) representados pelos depósitos aluviais inconsolidados de consistência arenosa, areno-argilosa e silto-argilosa, ao longo dos córregos Sobradinho e São João.

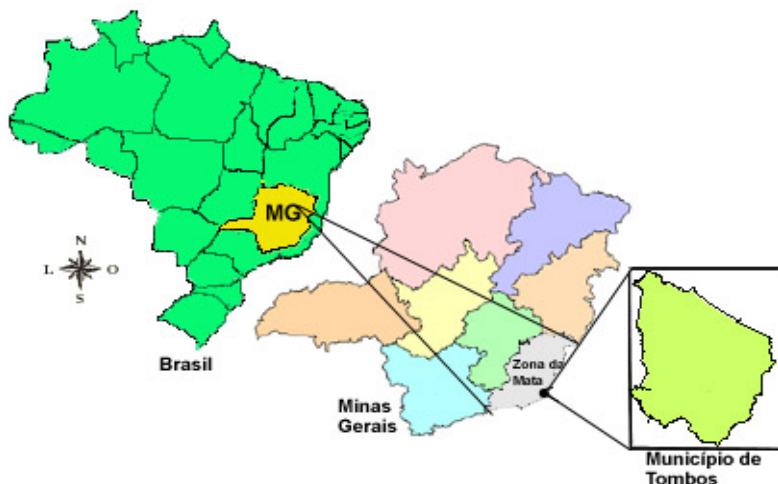


Figura 1. Localização esquemática da área de estudo.

O córrego Sobradinho, na margem esquerda do Rio Carangola, deságua próximo ao pátio atual da casa de máquinas da UHE. O ribeirão São João, na margem direita do Rio Carangola, deságua junto à zona urbana da cidade de Tombos, próximo à cachoeira do Grilo. Esses dois corpos d'água constituem zonas de acumulação de clásticos e são os receptores de sedimentos que fluem das encostas.

## Metodologia

A execução do trabalho envolveu etapas de campo, laboratório e escritório. No campo, foram mapeados solos, uso e cobertura das terras, vegetação, declividade e rede de drenagem, e foram levantadas informações socioeconômicas, de pluviosidade, estrutura fundiária e litoestrutura.

Os trabalhos de gabinete, incluindo as atividades de geoprocessamento, compreenderam a análise dos estudos antecedentes disponíveis sobre a área, obtenção de dados básicos, consultas bibliográficas, aquisição de restituição planialtimétrica, interpretação do material cartográfico e aerofotográfico básico, delimitação de padrões fisiográficos, confecção de modelos digitais de elevação (MDEs), programação dos serviços de

campo, incluindo a indicação dos principais itinerários e as localizações preliminares dos pontos de amostragem.

Trabalharam-se duas áreas com limites físicos distintos, uma para o diagnóstico, incluindo o uso e cobertura das terras com área de 2.029 há, e outra para a caracterização dos solos com área de 560 ha, que engloba a área de impacto direto e indireto do reservatório da UHE de Tombos. A escolha de áreas com limites físicos distintos obedeceu a critérios puramente operacionais e em função do material básico disponível.

Como material cartográfico básico, utilizaram-se fotografias aéreas verticais na escala 1:30.000, ortofotocartas 1:10.000, elaboradas a partir de fotografias aéreas verticais na escala 1:30.000, restituição planialtimétrica na escala 1:10.000, com curvas de 5 m em 5 m e aparelho de GPS.

Todas as informações cartográficas necessárias ao estudo foram trabalhadas de forma digital e diretamente incorporadas a uma base de dados espaciais, desenvolvida em ambiente SIG, gerando um banco de dados no ArcGIS 9.2, na projeção UTM, Datum SAD 69, com implementação de produtos de sensoriamento remoto, fotografias aéreas e mapas temáticos produzidos. A partir da restituição planialtimétrica na escala 1:10.000, com curvas de nível equidistantes de 5 m em 5 m, foram extraídos para a área de interesse os layers de drenagem, limites, estradas, edificações, pontos cotados e curvas de nível. Numa etapa posterior, colocou-se a topologia nas curvas de nível, efetuaram-se os ajustes e eliminaram-se as informações inconsistentes, obtendo-se, dessa forma, a base cartográfica digital na escala 1:10.000. As fotografias aéreas em formato TIF foram georreferenciadas, padronizando 10 pontos por foto e erro máximo aceitável de 5 m.

A partir das feições digitalizadas e armazenadas na base cartográfica (curvas de nível, pontos cotados e limites), elaborou-se o modelo digital de elevação (MDE) da área, com resolução espacial de 10 m, utilizando-se a ferramenta Topo to Raster do programa ArcGIS Desktop (ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, 2006;

HUTCHINSON, 1989). Para a geração do MDE, efetuaram-se ajustes topológicos e direcionais da hidrografia, das curvas de nível e dos pontos cotados. Com auxílio do software, a rede hidrográfica foi editada, obtendo-se uma rede de arcos simples, conectados e orientados na direção do escoamento. Da mesma forma, as curvas de nível foram ajustadas à hidrografia para assegurar sua coerência. Numa etapa de pós-processamento, procedeu-se a limpeza das depressões espúrias contidas no MDE.

A partir do MDE isento de depressões espúrias, foi gerada a grade com a declividade da área, e foram extraídas outras variáveis morfométricas de interesse como direção do fluxo, fluxo acumulado, orientação das vertentes, perfil de curvatura, plano de curvatura e imagem de sombreado do relevo, utilizando-se o módulo 3D Analyst do ArcGIS Desktop 9.2. Esses grids foram utilizados juntamente com os produtos de sensoriamento remoto como material cartográfico básico nas etapas de prospecções e mapeamentos de campo, delimitação de bacias de captação, verificação de limites entre unidades de mapeamento, identificação de diferentes tipos de solos e pedoambientes e avaliação da suscetibilidade dos solos à erosão.

Complementou-se a base de dados com as informações socioeconômicas, de pluviosidade e de áreas protegidas por legislação específica ou reservas existentes, constituindo, assim, um conjunto de informações em meio digital, padronizadas na projeção UTM, Datum SAD 69, necessárias ao SIG para análises, cruzamentos e geração de novos mapas interpretativos, úteis ao planejamento como o de aptidão agrícola das terras e de suscetibilidade dos solos à erosão da área, na escala 1:10.000.

## **Detalhamento das atividades**

No campo, com o objetivo de estudar in loco os elementos geobiofísicos componentes da paisagem, foram mapeados: solos, uso e cobertura das terras, vegetação, declividade, rede de drenagem, delimitação da estrutura fundiária e delimitação preliminar de unidades ambientais. Além disso, foram levantadas e coletadas informações socioeconômicas, de pluviosidade, estrutura fundiária e litoestrutura.

A área foi percorrida através de transecções, onde foram coletadas amostras de solos com a finalidade de auxiliar a classificação pedológica, além de ser realizados descrição morfológica de perfis de solos, coleta de perfis trincheiras para caracterizações analíticas, coleta de pontos de campo com auxílio de GPS e registro fotográfico dos detalhes considerados de interesse. Foram realizadas também, campanhas de campo específicas para coleta de dados referente ao mapeamento de uso e cobertura das terras, para comprovação da verdade terrestre e ajustes finais nos mapas produzidos.

Além dos mapeamentos no campo, para o diagnóstico foram observados e avaliados parâmetros referentes ao relevo, declividade, erosão, drenagem interna, riscos de inundação, pedregosidade, rochiosidade, vegetação original, fertilidade aparente, formas de utilização agrícola e pastoril, transformações na paisagem, uso agrícola, fragilidade dos ambientes e observações referentes ao perfil tecnológico dos agricultores locais e áreas de proteção legal, de modo a fornecer um quadro geral da situação atual da área amostrada e o grau de conservação de seus habitats.

A geração do diagnóstico geoambiental possibilitou conhecer os componentes do meio, entender sua estrutura e relacionamento, conhecer e registrar as propriedades, atributos, ofertas e restrições ecológicas dos componentes, extrair informações inerentes às potencialidades e limitações de cada componente ambiental, com base nas ofertas ecológicas apresentadas, além de permitir planejar o uso e o manejo dos recursos disponíveis em função de suas verdadeiras vocações agroecológicas. Numa etapa posterior, efetuou-se a integração das informações obtidas com o diagnóstico, o que possibilitou o estudo da vulnerabilidade ambiental e a formulação do planejamento conservacionista da área de estudo.

**Solos:** A prospecção e identificação dos solos foi executada segundo o método de exame intensivo com intenso trabalho de campo, usando-se, para este fim, todos os acessos existentes a veículos e caminhamento com observações a pequenos intervalos, que permitiram visualizar a



sequência de distribuição dos solos na paisagem e estabelecer a legenda preliminar, levando-se em conta relevo, declividade, erosão, drenagem, pedregosidade, rochosidade e vegetação original, correlacionando-os sempre com a paisagem. Esses serviços compreenderam a descrição morfológica e coleta de perfis de solos para posterior análise em laboratório, mapeamento com base na fotointerpretação de fotografias aéreas e observação das características das terras, sendo que os detalhes julgados de interesse foram registrados fotograficamente.

Os pontos de amostragem foram localizados de forma a representar as várias classes e tipos de solos que ocorrem na área, buscando obter uma certa representatividade das diferentes situações físico-edáficas, além de sua distribuição geográfica. Esses pontos foram marcados com o GPS e posteriormente transferidos para a base cartográfica na escala de 1:10.000.

Para as descrições morfológicas, foram empregadas as normas e critérios constantes no manual de descrição e coleta de solo no campo (LEMOS; SANTOS, 1996) e nos preceitos contidos na definição e notação de horizontes e camadas do solo (LARACH et al., 1988). As amostras de solo coletadas foram enviadas aos laboratórios da Embrapa Solos para realização das análises físicas, químicas e mineralógicas, de acordo com os procedimentos contidos no Manual de Métodos de Análise de Solos (CLAESSEN, 1997). Com os resultados obtidos, foi elaborada a legenda de identificação de solos. A classificação dos solos seguiu os critérios de classificação adotados pela Embrapa e as normas contidas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2006).

**Uso e Cobertura das Terras:** O mapeamento de uso e cobertura das terras foi realizado a partir da fotointerpretação de ortofotos digitais e trabalho de campo com apoio de equipamento de GPS, onde foram coletadas informações sobre as diferentes classes de uso e cobertura da terra. A carta de vegetação natural foi atualizada com informações de campo e auxílio de fotointerpretação e delimitada junto com o mapa de uso e cobertura. Os pontos checados no campo foram transferidos e sobrepostos às ortofotos, auxiliando na interpretação das diferentes classes de uso da terra.

**Clima:** A análise climatológica compreendeu a obtenção dos dados históricos de clima relacionados à área de estudo, por meio da bibliografia consultada, estabelecendo a distribuição sazonal de chuvas, as médias de temperaturas e de umidades relativas, a definição de ventos predominantes (direção e intensidade) e fenômenos climatológicos relevantes (chuvas intensas, veranicos, geadas, granizo, etc.).

**Relevo:** O relevo da área foi estudado mediante os componentes MDE, declividade, hipsometria, curvatura das vertentes, direção do fluxo, fluxo acumulado e a sombra das vertentes, gerados a partir do MDE com as informações constantes na base cartográfica.

**Informações socioeconômicas:** O comportamento tecnológico e organizacional dos produtores rurais teve por base a caracterização socioeconômica, a partir de dados e informações cedidas pela Empresa de extensão rural do estado de Minas Gerais (Emater), escritório local de Tombos, e Prefeitura Municipal de Tombos, com o principal intuito de inferir o grau de modernização e o nível de conscientização e preocupação com as questões ambientais.

**Suscetibilidade à erosão:** A avaliação da suscetibilidade dos solos à erosão foi elaborada com base na interpretação dos mapas de solos, declividade, uso e cobertura atual, nos dados contidos nos relatórios técnicos de solos e de uso e cobertura das terras, produzidos para a área de entorno do reservatório, e em informações e resultados coletados no campo referentes à erosão das terras e degradação de solos pelo uso agrícola. A avaliação foi feita de forma qualitativa e realizada em etapas distintas e sucessivas, conforme sugerido em Carvalho (1994) e Mendes (1982), com adaptações, com base em parâmetros e atributos de clima, solos, geologia, relevo, vegetação, declividade, uso do solo e trabalho de campo para elaboração do mapa final, que foi confeccionado na escala 1:10.000, mostrando as áreas de maior e menor potencial à erosão.

Numa etapa final, aprontou-se a base de dados espaciais definitiva (BDE), onde foram feitos os ajustes na base cartográfica digital

(contendo as curvas de nível, limites, drenagem, pontos cotados e infraestrutura viária), interpretações das correlações de campo para cartografia final, elaboração de legendas definitivas, edições, ajustes e elaboração final dos mapas temáticos produzidos com o diagnóstico geoambiental (solos, geologia, relevo e declividade, vegetação, uso e cobertura das terras).

## **Resultados**

### **Características Ambientais da Área de Estudo**

O primeiro resultado alcançado foi a base de dados georreferenciada contendo o modelo digital de elevação, mapas de declividade, solos, litoestrutura, uso e cobertura das terras e suscetibilidade dos solos à erosão, em que os mapas estão associados às suas respectivas tabelas com as características de seus atributos.

As diferentes paisagens do Município de Tombos, com relevo diversificado e distintas feições fisionômicas, sofreram, ao longo dos anos, sucessivas e constantes intervenções antrópicas, em função de diferentes usos dos solos. Antes cobertas de matas que gradativamente foram sendo retiradas e transformadas em imensas áreas de pastagens, muitas encontram-se hoje degradadas, restando apenas pequenas manchas e capões de florestas secundárias, assim mesmo, restritas às áreas de maiores altitudes. Nos trechos onde a floresta ocupava encostas e vales mais suaves, a vegetação encontra-se bastante alterada. A substituição da floresta por atividades agrícolas imprimiu ao cenário local uma paisagem de aspecto antrópico, com intensa ocupação do solo (CALDERANO FILHO et al., 2005b).

As formações geológicas aflorantes nas vizinhanças da área do entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Tombos incluem rochas do Proterozoico Inferior, pertencentes à associação Paraíba do Sul, cuja litologia dominante constitui-se numa associação de gnaisse, migmatitos e charnoquitos e, em menor extensão, terrenos do Quaternário representados pelos depósitos aluviais inconsolidados de consistência arenosa e silto-argilosa.

O Complexo Gnáissico-Migmatítico da região se encontra em diversas posições topográficas, podendo ocorrer em relevo acidentado com vertentes rochosas, como ao longo das três quedas que constituem a cachoeira de Tombos, e em relevo menos acentuado em forma de meia-laranja, com elevações de 100-200 metros de altura (Figura 2).

Os sedimentos aluviais do Quaternário mais expressivos encontrados na área situam-se basicamente ao longo do córrego Sobradinho e ao longo do ribeirão São João. Esses dois corpos d'água são muito importantes como receptores de sedimentos carreados das encostas (Figura 3).

O quadro morfológico da área reflete a estrutura e as litologias locais, a região se localiza em uma altitude com picos da ordem de 400 m e está completamente inserida no domínio morfoestrutural "Faixas de Dobramentos Remobilizados", na região do Vale do Paraíba do Sul, onde se insere a Unidade Geomorfológica denominada "Alinhamentos de Cristas do Paraíba do Sul (ACPS)" (ALMEIDA et al., 1975), que apresenta, em geral, relevo forte ondulado, ondulado e suave ondulado.

Foto: Braz Calderano Filho.



Figura 2. Complexo Gnáissico-Migmatítico.



Foto: Braz Calderano Filho.

Figura 3. Depósitos Aluviais.

A morfologia dos terrenos é controlada pela estrutura geológica regional evidenciada por linhas de falhas e diáclases. O controle estrutural se reflete principalmente na rede de drenagem, onde o curso d'água principal, o Rio Carangola, apresenta, via de regra, trechos retilíneos. A resistência das rochas reflete-se nas formas de dissecação, ressaltando filões resistentes, pontões, cristas e sulcos nas zonas diaclasadas. A área possui uma generosa malha de pequenos cursos

d'água que têm origem predominantemente em nascentes de encosta. A área com padrão de drenagem dendrítica se mostra com tendências a ravinamentos e voçorocamentos.

## Clima

O clima na região de Porciúncula, Tombos e Carangola enquadra-se no tipo Cwa (inverno seco e verão chuvoso), de acordo com a classificação climática de Köeppen (1948), com temperatura do mês mais frio inferior a 18°C e, do mês mais quente, superior a 22°C, apresentando áreas de transição entre os tipos Aw e Cwa.

Porciúncula, município do Estado do Rio de Janeiro, apresenta clima classificado com o AW, ou seja, clima tropical, com inverno seco, estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro (julho é o mês mais seco). A temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C. As precipitações são superiores a 750 mm anuais, atingindo 1.800 mm.

À medida que há elevação na altitude e a predominância de um relevo mais acidentado, como nos municípios de Tombos e Carangola, o clima tende ao tipo Cwa, ou seja, clima subtropical de inverno seco com temperaturas inferiores a 18°C e verão quente com temperaturas superiores a 22°C.

Em Tombos, a temperatura média anual é de 20,90°C, com média máxima anual de 26,50°C e média mínima anual de 14,40°C. O índice médio pluviométrico anual é em torno de 1.200 mm. As temperaturas médias mensais variam de um mínimo de 20,1°C até um máximo de cerca de 26,5°C. Os meses mais quentes situam-se entre janeiro e março, e os mais frios, entre junho e agosto. No período de 1961 a 1990, a mínima absoluta registrada foi de 8°C em julho, ao passo que a máxima absoluta foi de 39,6°C. A umidade relativa do ar, no mesmo período, estava em torno de 77%, registrando-se a maioria das mínimas nos meses de janeiro a março, e as máximas, nos meses de maio a julho. A oscilação térmica é muito grande, alcançando 26°C a média dos meses mais quentes, e, nos meses mais frios, em torno de

7°C. Portanto, o tipo climático da área estudada é o subúmido seco, com acentuado déficit hídrico (KÖEPPEN, 1948; NIMER, 1977).

Com precipitação pluviométrica anual de 1.228 mm, evapotranspiração potencial em torno de 1.221 mm e evapotranspiração real em torno de 1.104 mm, conforme balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1955), para o Município de Porciúncula (RJ), a área apresenta limitações de água disponível (Tabela 1).

**Tabela 1.** Balanço hídrico de Thornthwaite.

Meses	T	P	N	EIP	P-ETP	ETR	DEF	EXC
	°C	mm	horas	Thornthwaite 1948	mm	mm	mm	mm
Jan	26,2	224,7	13,2	151,00	73,7	151,0	0,0	73,7
Fev	26,5	115,6	12,9	137,62	-22,0	135,4	2,3	0,0
Mar	25,8	149,4	12,4	135,78	13,6	135,8	0,0	0,0
Abr	24,2	91,7	11,8	103,92	-12,2	102,5	1,4	0,0
Mai	21,8	39,9	11,2	75,82	-35,9	65,0	10,9	0,0
Jun	19,9	14,7	10,8	54,47	-39,8	33,7	20,7	0,0
Jul	19,7	16,4	10,7	54,29	-37,9	28,7	25,6	0,0
Ago	21,0	22,0	11,0	66,94	-44,9	31,7	35,3	0,0
Set	22,4	57,5	11,6	81,72	-24,2	61,2	20,6	0,0
Out	23,8	110,0	12,2	105,69	4,3	105,7	0,0	0,0
Nov	24,5	165,8	12,8	116,50	49,3	116,5	0,0	0,0
Dez	25,4	221,1	13,2	137,56	83,5	137,6	0,0	50,5
Total	281,2	1228,8	144,0	1221,33	7,5	1104,6	116,7	124,2
Média	23,4	102,4	12,0	101,78	0,6	92,0	9,7	10,4

T= temperatura mensal; P = precipitação pluvial; N = número de horas; ETP = evapotranspiração potencial; P-ETP = pluviosidade menos evapotranspiração potencial; ETR = evapotranspiração real; DEF = déficit hídrico; EXC = excesso.

A precipitação pluviométrica é irregularmente distribuída durante o ano, com valores muito baixos de maio a setembro (Figura 4). Excedentes hídricos na área são observados apenas nos meses de janeiro e dezembro e se devem mais à bacia de captação de água e ao relevo que mantém o lençol freático alto do que propriamente ao regime de chuvas da região.

### Extrato do Balanço Hídrico Mensal

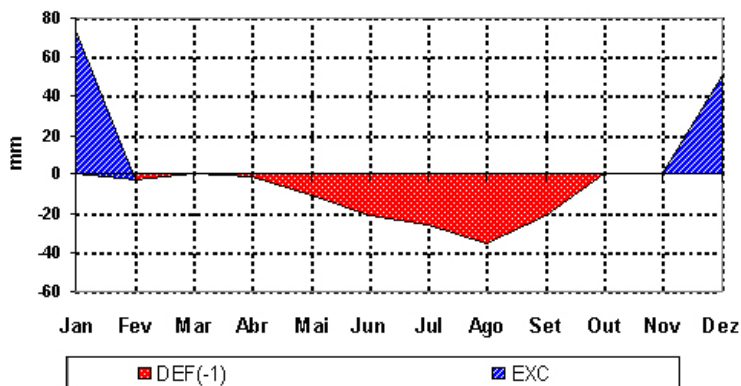


Figura 4. Balanço hídrico da área com armazenamento no solo. mm = volume de água mensal em mm; DEF = déficit hídrico; EXC = excesso.

## Vegetação

A erradicação do estrato vegetal arbóreo para uso do solo com culturas permanentes ou cíclicas tem reduzido ou extinguido o caráter permanente ou semipermanente de mananciais, com o assoreamento de alguns deles. Atualmente, restam apenas pequenas manchas e capões de florestas secundárias, restritas às áreas de maiores altitudes. Nos trechos onde a floresta ocupava encostas e vales mais suaves, a vegetação encontra-se bastante alterada. A substituição da floresta por atividades agrícolas imprimiu ao cenário local uma paisagem de aspecto antrópico, com intensa ocupação dos solos (CALDERANO FILHO et al., 2005b).

Com base em remanescentes na área e circunvizinhanças, a floresta tropical subcaducifólia predomina em praticamente toda a área de estudo, onde ocorre clima tropical estacional com mais de 90 dias de seca por ano (Figura 5). O período seco anual prolongado reflete na queda foliar dos elementos arbóreos dominantes, durante certo período no ano, os quais tem adaptação fisiológica à deficiência hídrica (RIZZINI, 1972). Na bacia do Rio Carangola, especialmente na região de Tombos, as formações naturais são caracterizadas por

florestas secas, que são muito variadas no que concerne à estrutura e à composição. Embora sejam floristicamente relacionadas com as florestas Ombrófilas regionais, têm designação própria, pois o ritmo estacional se traduz por avançado grau de deciduidade foliar durante a seca. A intensidade da queda das folhas depende da severidade da seca e/ou das condições edáficas existentes, só havendo deciduidade completa em casos extremos (RIZZINI, 1972).



**Figura 5.** Floresta tropical subcaducifólia em contraste com pasto limpo.

De modo geral, na floresta tropical subcaducifólia a disponibilidade de luz é alta nos estratos inferiores devido ao espaçamento entre os indivíduos arbóreos. Dentre as espécies encontradas, pode-se citar o angico, o vinhático, o camboatá e o jacaré. Esta última espécie define comunidades florestais semidecíduais em determinados locais, conferindo característica fisionômica homogênea com copas tipicamente esgalhadas, enquanto o angico domina em ambientes de floresta decídua, tendência já observada por Rizzini (1972), em florestas secas sobre afloramentos rochosos. O estrato herbáceo apresenta ervas e plântulas esparsas, dentre as quais se encontram gramíneas, capim-navalha, avencas e bromélias (especialmente nos afloramentos de rocha). A serrapilheira é normalmente delgada e seca, sendo frequente a ocorrência de bolsões em meio a trechos de solo desnudo.



Além da floresta tropical subcaducifólia, encontra-se também em ambientes de acumulação dos cursos d'água, sujeitos ou não a inundações periódicas, vegetação apresentando originalmente fisionomia arbustiva ou herbácea, variável de acordo com a intensidade e duração da inundação, com ocorrência de floresta tropical subperenifólia de várzea (Figuras 3 e 5).

Na maior parte da bacia do Rio Carangola, principalmente na área mais próxima à cachoeira de Tombos, a vegetação ciliar encontra-se bastante alterada, formando apenas uma estreita e fragmentada faixa de árvores. O que se observa é a presença dominante de apenas duas espécies, o ingá e o sangue-de-drago, colonizando os afloramentos de rocha onde o solo é quase inexistente (Figura 6).

Foto: Braz Calderano Filho.



**Figura 6.** Floresta ciliar ou mata de galeria.

Com relação aos ambientes modificados pelo homem na área do projeto, o padrão dominante são as pastagens que formam extensos campos antrópicos. De um modo geral, podem ser divididas em pastagens com capim-gordura, com braquiária, pastos sujos com predomínio de samambaias invasoras e sujas com outras espécies invasoras.

Nas áreas de pastagens abandonadas há mais tempo e que apresentam estágios iniciais de regeneração florestal, observa-se a formação de

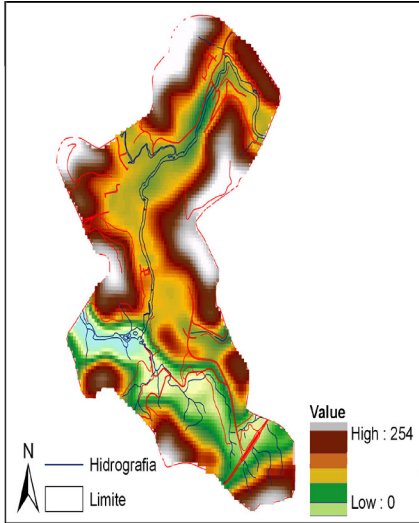
macegas e de capoeiras, nas quais o denso emaranhado de arbusto cobre totalmente o solo. Os principais elementos componentes dessa formação são as espécies pioneiras, com grande capacidade de reprodução e dispersão.

## **Relevo e MDE**

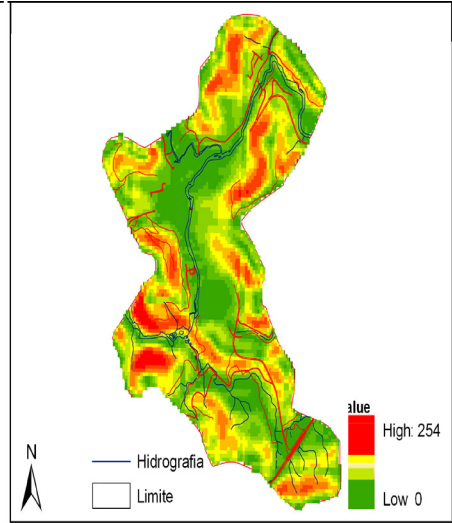
O relevo da área foi estudado mediante os componentes modelo digital de elevação, sombreamento do relevo e declividade. Tomando por base as curvas de nível de 5 m em 5 m, foi gerado um modelo digital de elevação (MDE), com resolução espacial de 10 m, utilizando, para a elaboração, as operações efetuadas via SIG ArcGis. A partir do Modelo Digital de Elevação, foi gerada a grade com a declividade e o grid de sombreamento do relevo. As Figuras 7, 8, 9 e 10 mostram o modelo digital de elevação e a declividade da área, para os modelos extraídos do ASTER-GDM e produzido pelo Topo to Raster.

Com relação aos MDEs testados para as áreas de estudo, o modelo produzido pelo Topo to Raster foi o que se mostrou mais coerente com a realidade do campo e melhor atendeu às expectativas do trabalho, na escala 1:10.000. O modelo extraído do ASTER-GDM não se mostrou adequado na escala deste trabalho.

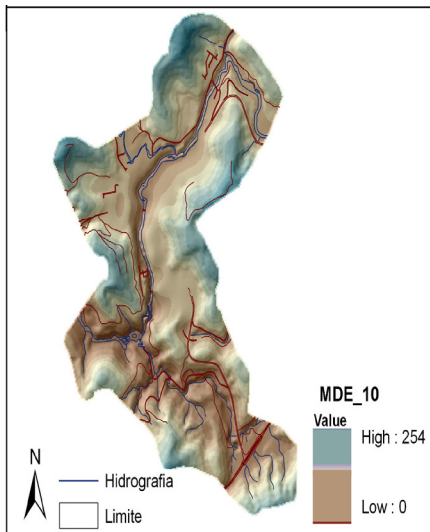
O relevo tem importância no processo erosivo, principalmente por ser a declividade o fator responsável pela maior ou menor infiltração das águas das chuvas. No presente trabalho, a definição de intervalos de classes de declives utilizadas está de acordo com as características morfoestruturais da área, a escala de trabalho, o interesse de precisão e os objetivos propostos. As classes de declividade são detalhadas na Tabela 2.



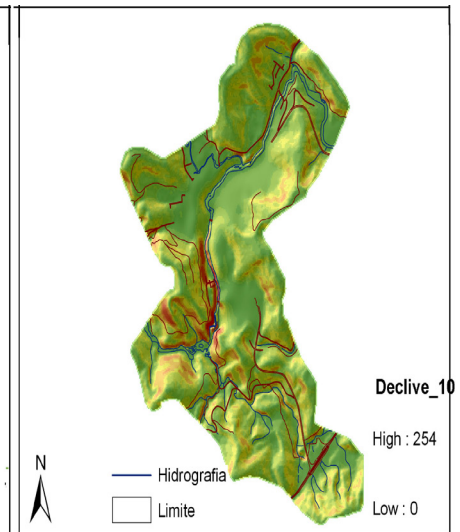
**Figura 7.** Modelo digital de elevação do ASTER-GDM.



**Figura 8.** Declividade do ASTER-GDM.



**Figura 9.** Modelo Digital de Elevação (MDE\_10).



**Figura 10.** Declividade (MDE\_10).

A definição dos intervalos entre as classes de declividade está de acordo com o proposto em Calderano Filho et al. (1992) e Wittern et al. (1990), que subdividem as seis classes de relevo apresentadas em Larach et al. (1988) em sete classes de declive, ou seja, **A** (0%-3%), relevo plano; **B** (3%-8%), relevo suave ondulado; **C** (8%-14%), relevo moderadamente ondulado; **D** (14%-20%), relevo ondulado; **E** (20%-45%), relevo forte ondulado; **F** (45%-75%), relevo montanhoso; e **G** (> 75%), relevo escarpado. Como os objetivos visam também à agricultura e conservação do solo, os limites estão de acordo com os definidos para construção de terraços, conforme Bertoni e Lombardi Neto (1999).

O mapa de declividade facilita a visualização do grau de inclinação do relevo em intervalos de classes, possibilitando, por meio de uma análise integrada a outros mapas, obter resultados da interferência antrópica. As classes de declividade utilizadas buscam revelar a influência da água e os impactos resultantes sobre a superfície (CALDERANO FILHO et al., 1998).

O mapa de declividade, junto das feições identificadas na fotointerpretação, serviu, entre outros fins, para apoiar a cartografia dos solos no campo e a avaliação da suscetibilidade dos solos à erosão. Dessa forma, o delineamento das unidades de mapeamento superpõe-se às classes de declives especificadas no mapa. O grau de declive do terreno exerce influência direta sobre a quantidade de perda de solo por erosão, pois, quanto maior seu gradiente, maior a intensidade de escoamento das águas sob o efeito da gravidade, sendo menor o tempo disponível para a infiltração no solo (OLIVEIRA et al., 2007). As classes de declives adotadas foram: A = 0% a 3% (plano), B = 3% a 8% (suave), C = 8% a 14% (moderadamente ondulado), D = 14% a 20% (ondulado), E = 20% a 45% (forte ondulado), F = 45% a 100% (montanhoso e escarpado). A Figura 11 mostra o mapa de declividade da área e as respectivas áreas, e percentuais de ocorrência são mostradas na Tabela 2.

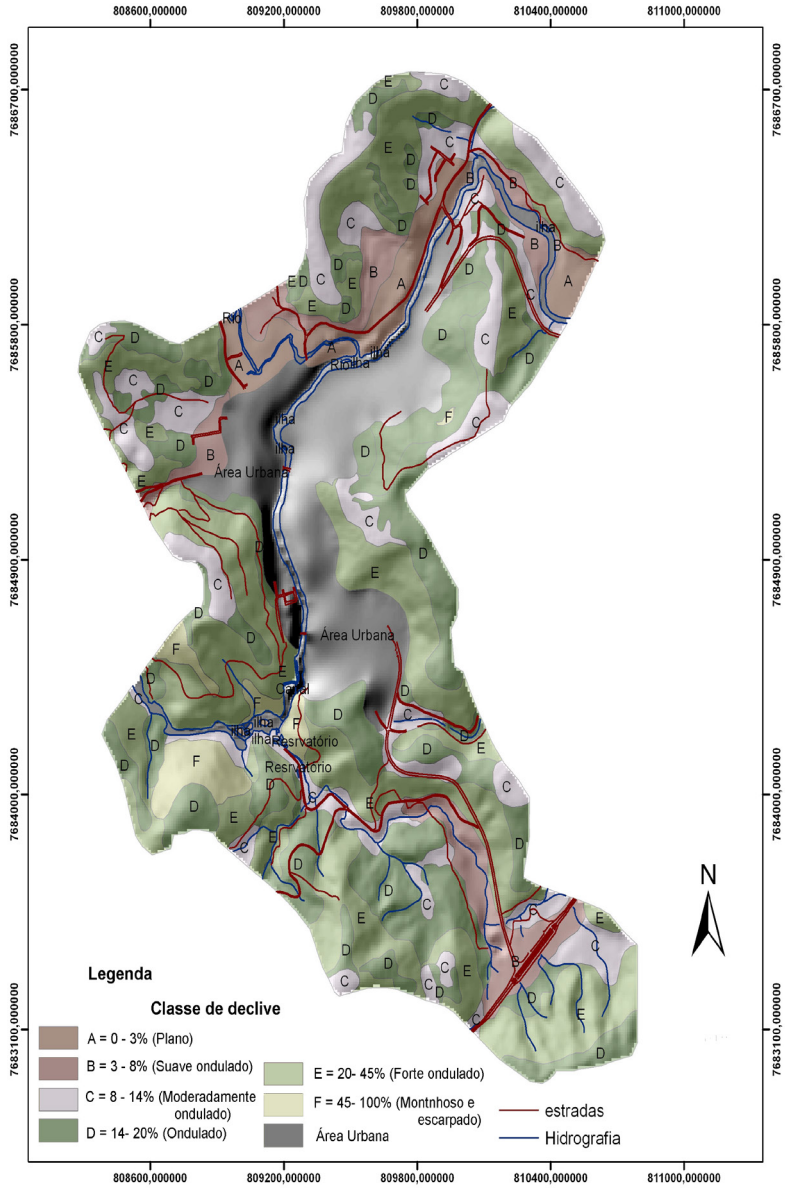


Figura 11. Mapa de declividade da área de entorno do reservatório da UHE de Tombos.

**Tabela 2.** Área e percentagem das classes de declive.

Classe de declividade	Relevo	Área (ha)	%
A - (0% a 3%)	Plano/praticamente plano	28,38	5,12
B - (3% a 8%)	Suave ondulado	35,34	6,38
C - (8% a 14%)	Moderadamente ondulado	78,22	14,12
D - (14% a 20%)	Ondulado	131,36	23,73
E - (20% a 45%)	Forte ondulado	162,03	29,26
F - (45% a 100%)	Montanhoso e escarpado	14,20	2,56

## Solos

Com base nas características morfológicas e resultados analíticos dos perfis de solos coletados na área de entorno do reservatório da UHE de Tombos, as classes de solos identificadas na área foram (Figura 12): Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd); Latossolo Amarelo distrófico (LAd); Latossolo Vermelho distrófico (LVd); Latossolo Vermelho ácrico (LVw); Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, típico e latossólico (PVAd); Argissolo Vermelho eutrófico, típico (PVe); Argissolo Vermelho distrófico latossólico (PVd), Argissolo Amarelo distrófico (PAd), Cambissolo Háptico Tb Distrófico (CXbd); Gleissolo Háptico Tb distrófico (GXbd); Neossolo Flúvico Tb distrófico (RYd) e Neossolo Litólico Tb distrófico (RLd). Desses, os solos de maior ocorrência na área de estudo são Latossolo Vermelho-Amarelo, Argissolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho, seguidos de Argissolo Amarelo e Gleissolo Háptico, os demais ocorrem apenas como membro componente de associação ou de inclusão, como é o caso dos Cambissolos Hápticos (CALDERANO FILHO et al., 2005a).

De forma simplificada, podem-se separar dois principais domínios pedológicos, inseridos nas duas grandes feições geomorfológicas, ou seja, as terras baixas e terras altas. As terras baixas compreendem as áreas planas a suave onduladas, algumas vezes interrompidas por pequenas ondulações e depressões incipientes por onde corre o leito dos córregos Sobradinho e São João, afluentes de primeira ordem

do Rio Carangola, além de outros igarapés, intermitentes ou não. São ambientes de acumulação dos cursos d'água, sujeitos ou não a inundações periódicas, sendo o domínio das zonas de acumulação de clásticos e áreas receptoras de sedimentos que fluem das encostas. Nesses locais, ocorre a floresta tropical subperenifólia de várzea ou vegetação com fisionomia original arbustiva ou herbácea, variável de acordo com a intensidade e duração da inundação. Os solos dominantes nesse ambiente são Gleissolo Háptico Tb Distrófico (GXbd) e Neossolo Flúvico Tb Distrófico (RYd). De forma restrita, ocorrem nas posições de tabuleiros Argissolo Amarelo e Vermelho-Amarelo distróficos.

As terras altas, formadas por áreas onduladas e forte onduladas, compreendem o domínio da floresta tropical subcaducifólia. Os solos dominantes dessa unidade são os Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, Argissolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho distróficos e eutróficos, posicionados nas seções convexas das elevações. Em menor proporção, ocorre Latossolo Amarelo distrofico, seguido de Neossolo Litólico e Cambissolo Háptico distrófico, este último posicionado nas seções côncavas da paisagem (Figura 12).

Foram associadas classes taxonômicas devido à ocorrência de variedade de solos com distribuição irregular pela área de estudo. Na composição das associações, foi considerado em primeiro lugar o componente mais importante, sob o ponto de vista de extensão. Informações sobre descrição de perfis de solos, descrição morfológica, resultados analíticos e classes de solos identificadas encontram-se detalhadas no Boletim Pedológico (CALDERANO FILHO et al., 2005a). A Tabela 3 mostra a legenda de solos da área de estudo.



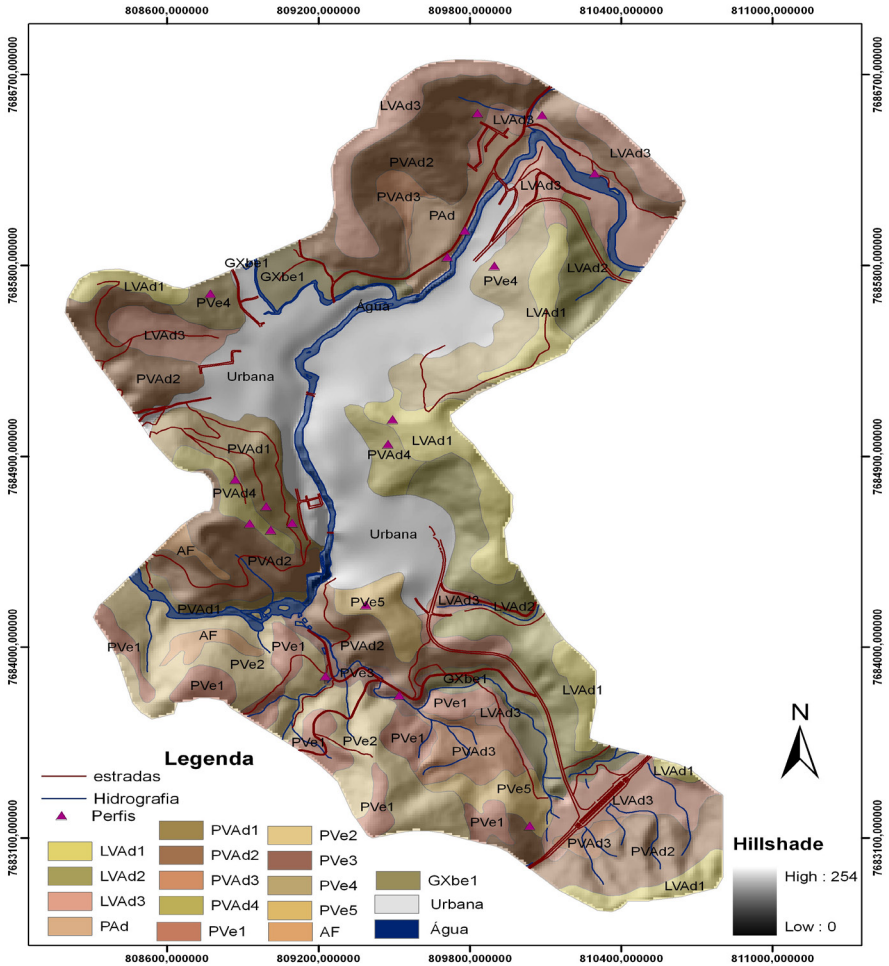


Figura 12. Mapa de solos da área de entorno do reservatório da UHE de Tombos.



**Tabela 3.** Legenda do mapa de solos.

<b>Unidade</b>	<b>Classe de solo</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>
<b>Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico</b>			
<b>LVAd1</b>	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico + Latossolo Vermelho ácrico, ambos textura argilosa, A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia e relevo ondulado.	39,07	7,05
<b>LVAd2</b>	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura argilosa + Argissolo Vermelho Amarelo distrófico latossólico, textura argilosa/muito argilosa, ambos A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia e relevo forte ondulado.	39,50	7,13
<b>LVAd3</b>	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico de textura argilosa + Argissolo Vermelho Amarelo distrófico latossólico, textura argilosa/muito argilosa, ambos A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia e relevo ondulado.	68,75	12,41
<b>Argissolo Vermelho Eutrófico</b>			
<b>PVe1</b>	Argissolo Vermelho eutrófico típico, textura argilosa/muito argilosa, A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia e relevo ondulado.	26,95	4,87
<b>PVe2</b>	Argissolo Vermelho eutrófico típico, textura argilosa/muito argilosa, A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia e relevo forte ondulado.	43,58	7,87
<b>PVe3</b>	Argissolo Vermelho eutrófico típico + Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, ambos textura argilosa/muito argilosa, A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia e relevo ondulado.	6,36	1,15
<b>PVe4</b>	Argissolo Vermelho distrófico latossólico de textura argilosa/muito argilosa + Latossolo Vermelho distrófico típico, textura argilosa, ambos A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia e relevo forte ondulado.	25,74	4,65
<b>PVe5</b>	Argissolo Vermelho distrófico latossólico de textura argilosa/muito argilosa + Latossolo Vermelho distrófico típico, textura argilosa, ambos A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia e relevo ondulado.	13,91	2,51
<b>Argissolo Amarelo Distrófico</b>			
<b>PAAd</b>	Argissolo Amarelo distrófico típico + Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, ambos A moderado, textura argilosa, fase floresta tropical subcaducifólia e relevo suave ondulado.	12,71	2,29

**Tabela 3.** Continuação.

<b>Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico</b>			
<b>PVAd1</b>	Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico, textura argilosa/muito argilosa + Latossolo Amarelo distrófico típico, textura argilosa + inclusão de Cambissolo Háptico Tb distrófico, textura média/argilosa + Latossolo Vermelho distrófico típico, todos A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia e relevo forte ondulado.	19,53	3,52
<b>PVAd2</b>	Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico + Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico + inclusão de Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico, todos A moderado, textura argilosa/ muito argilosa, fase floresta tropical subcaducifólia e relevo forte ondulado.	101,08	18,25
<b>PVAd3</b>	Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico Latossólico + Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, ambos A moderado, textura argilosa/muito argilosa, fase floresta tropical subcaducifólia e relevo ondulado.	15,51	2,80
<b>PVAd4</b>	Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico Latossólico + Latossolo Amarelo distrófico típico, ambos textura argilosa/muito argilosa, A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia e relevo forte ondulado.	11,97	2,16
<b>Gleissolo Háptico Tb Distrófico</b>			
<b>Gxbe1</b>	Gleissolo Háptico Tb distrófico, textura argilosa + Neossolo Flúvico Tb distrófico, textura média com cascalho, ambos típicos, A moderado, fase campo de várzea e floresta tropical subperenifólia de várzea e relevo plano.	19,74	3,57
<b>Afloramentos de Rocha</b>			
<b>AF</b>	Afloramento de Rocha + inclusão de Neossolo Litólico Tb distrófico típico, textura média com cascalho, A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia e relevo forte ondulado.	5,13	0,93
Água		14,74	2,67
Área urbana		89,57	16,17
<b>Total</b>		<b>553,84</b>	<b>100,00</b>

## Uso Atual das Terras

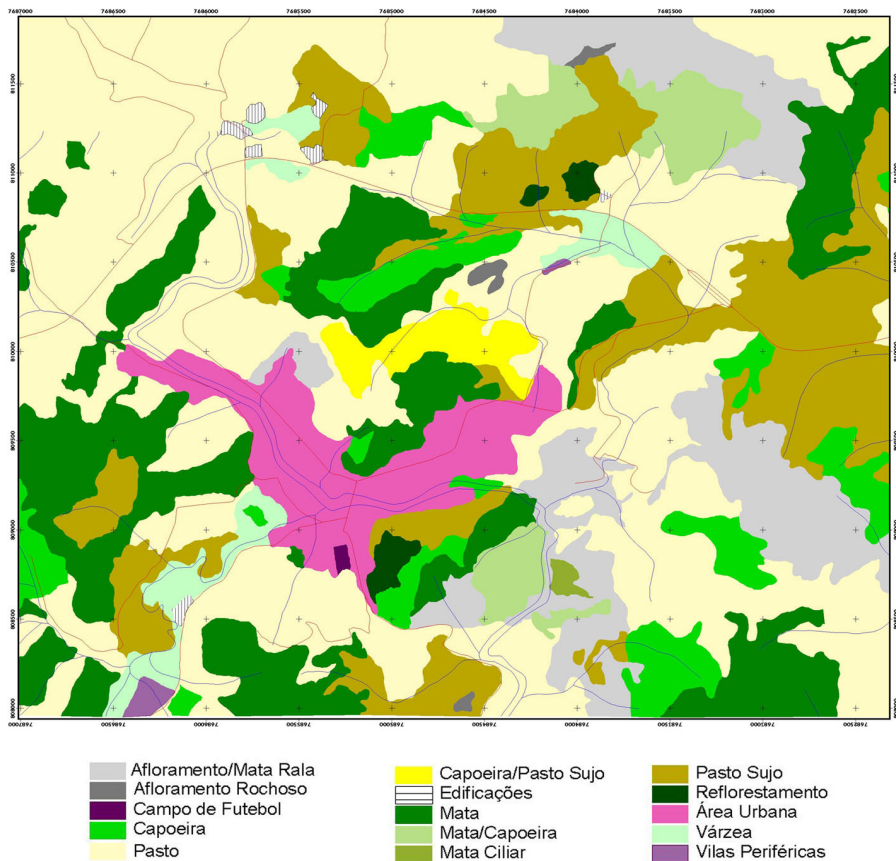
No mapeamento do uso e cobertura das terras, trabalharam-se duas áreas de abrangência com limites distintos: uma de 2.029 ha, que corresponde à área de impacto indireto, e outra de 553,84 ha, correspondente à área de impacto direto do entorno do reservatório da UHE de Tombos. Áreas essas necessárias para contemplar os limites dos dois afluentes de primeira ordem do Rio Carangola, o córrego Sobradinho e o ribeirão São João.

Caracterizaram-se as tipologias de ocupação, de forma a obter dados de base pertinentes ao comportamento hidrológico da bacia hidrográfica. Também foi caracterizada a distribuição de áreas impermeabilizadas (espaços urbanos e industriais) e permeáveis em função do tipo de revestimento e cobertura do solo (agricultura, espaços florestais, capoeiras e pastagens). A análise da ocupação do solo incluiu os usos atuais do solo, contemplando todas as transformações em que o uso da terra alterou a vegetação original, de modo a fornecer um quadro geral da situação atual da área amostrada e o grau de conservação de seus habitats.

Neste mapeamento, foi possível identificar, delimitar e discriminar as seguintes classes e categorias de uso e cobertura: Remanescentes Florestais, separados em Mata, Capoeira e Mata Ciliar; Reflorestamento (eucaliptos); Pastagem, separada em Pasto Sujo e Pasto Limpo; Várzea; Área Urbana; Vilas periféricas; Edificações, Afloramento de Rocha e associação de categorias de uso (Afloramento + Mata Rala; Capoeira + Pasto Sujo e Mata + Capoeira). Áreas pontuais como agricultura e áreas de solo exposto não foram possíveis de separar, considerando que o cultivo agrícola predomina em pequenos módulos. Também não foram identificadas áreas expressivas com culturas anuais. A classe Mata/Capoeira corresponde às áreas com floresta primária ou secundária ou, ainda, capoeiras em estágio avançado de regeneração.

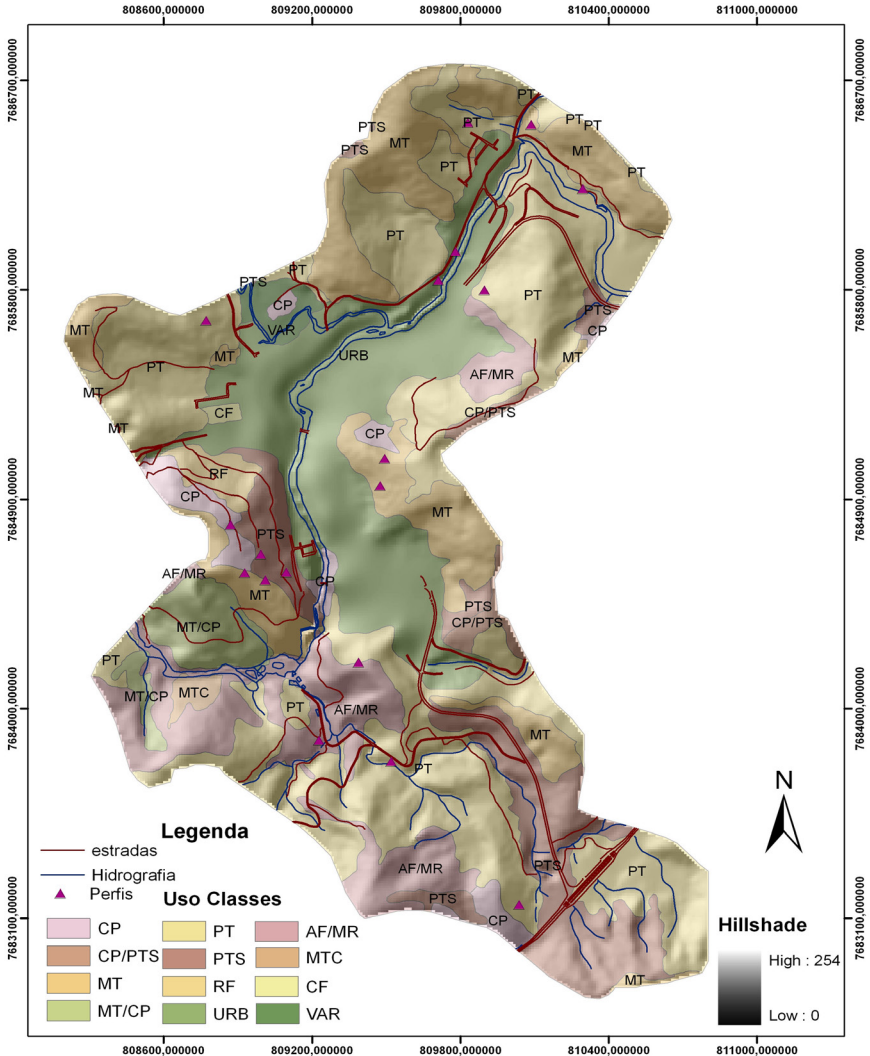
Os resultados do mapeamento de uso e cobertura das terras da área de entorno do reservatório da UHE de Tombos, para as duas áreas de

abrangência, bem como a área e percentuais de ocorrência ocupadas por cada uma das categorias de uso e cobertura dos solos, são mostradas nas Figuras 13 e 14. A Tabela 5 mostra os percentuais de ocorrência das categorias de uso e cobertura das terras para a área de impacto direto. Essas informações são detalhadas no Volume II, relatório técnico de uso e cobertura da terra.



**Figura 13.** Mapa de uso e cobertura das terras da área de impacto indireto do entorno do reservatório da UHE de Tombos.

Os respectivos percentuais de ocorrência da área de impacto indireto foram assim distribuídos: Mata (15,29%); Capoeira (6,51%); Mata Ciliar (0,14%); Reflorestamento (0,51%); Pasto Sujo (15,10%); Pasto Limpo (41,11%); Várzea (1,97%); Área Urbana (5,07%); Vilas periféricas (0,21%); Edificações (0,27%); Afloramento de Rocha (0,22%); Afloramento + Mata Rala (9,16%); Capoeira + Pasto Sujo (1,42%); Mata + Capoeira (2,97%).



**Figura 14.** Mapa de uso e cobertura das terras da área de impacto direto do entorno do reservatório da UHE de Tombos.

**Tabela 5.** Percentuais das classes de uso e cobertura das terras.

<b>Categoria de uso</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>	<b>Categoria de uso</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>
Mata	81,72	14,76	Área Urbana	88,00	15,89
Capoeira	15,17	2,74	Água	14,74	2,66
Mata Ciliar	2,75	0,50	Afloramento de Rocha	1,04	0,19
Reflorestamento	5,87	1,06	Afloramento + Mata Rala	56,62	10,22
Pasto Sujo	56,32	10,17	Capoeira + Pasto Sujo	5,47	0,98
Pasto Limpo	202,80	36,62	Mata + Capoeira	17,70	3,19
Várzea	5,64	1,02			
<b>Total</b>	<b>553,84</b>	<b>100</b>			

## Socioeconomia

As estruturas produtivas do Município de Tombos não divergem muito da maioria dos municípios que compõem a região da Zona da Mata de Minas Gerais. Sua estrutura econômica está voltada para a agropecuária tradicional, com predomínio da cafeicultura e da pecuária de leite.

A partir da segunda metade do século 19, passou a haver um profundo incentivo à agricultura tropical, com a introdução da cafeicultura na região. O início dessa atividade removeu das encostas as florestas, preservando-se apenas os locais com maiores declividades. A cultura do café deixou marcas na paisagem, onde o processo erosivo atingiu grau avançado, ocasionando a remoção parcial da camada superficial do terreno. Há registros de que, nas partes planas, a ocupação se deu com a cultura da cana-de-açúcar, atividade que apresentou duração curta na região, sendo logo desativada pela falta de mão de obra. Entretanto, como no caso da cafeicultura, as consequências foram profundamente sentidas por meio da descaracterização das poucas áreas de vegetação de baixada.

Atualmente, o setor primário detém a maior geração de renda, e a economia do município concentra-se basicamente na agropecuária. As

lavouras ocupam uma pequena parcela da área em uso no município. A produção agrícola é bastante modesta, com destaque para as culturas de milho, café, cana e cana forrageira, com predomínio da cafeicultura e da pecuária de leite. Devido às condições e ao baixo aproveitamento das lavouras, existe hoje uma grande preocupação local em diversificar, incentivando outras atividades. Um dos fatores que impedem maior aproveitamento do uso do solo é a topografia local bastante acidentada.

A pecuária leiteira responde pelo maior volume da economia do município. A produção de leite é comercializada com diversas empresas, dentre as quais podem ser destacadas a Fleischman-Royal Produtos Alimentícios (Leite Glória), que possui um posto de resfriamento na cidade de Porciúncula, a Cooperativa de Laticínios Vale do Carangola, a Indústria e Comércio Laticínios Rejane Ltda. (fábrica de iogurte), no Município de Faria Lemos, a Parmalat, com postos nos municípios de Espera Feliz e Porciúncula, e a Indústria de Laticínios Marília, de Carangola.

O setor primário também concentra o maior número de estabelecimentos e de pessoal ocupado, da mesma forma que o Estado de Minas Gerais. Os demais setores, secundário e terciário, participam muito pouco, tanto em número quanto em pessoal ocupado.

No Município de Tombos, a população era de 11.653 habitantes, conforme dados do IBGE divulgados no censo demográfico de 2000. Com características de município de pequeno porte demográfico, a população sofreu significativas mudanças na sua distribuição espacial e, atualmente, a área urbana da cidade de Tombos conta com 8.732 habitantes, o distrito de água santa, com 948, e o distrito de catuné, com 1.973. Dos 2.272 domicílios cadastrados na sede e distritos, 90% dispõem de energia elétrica (CEMIG), e 80%, de água e esgoto, sendo este serviço sob a responsabilidade da Prefeitura Municipal. O índice de alfabetização registrado no Município de Tombos era, segundo dados do IBGE, de 84,7% em 2000, considerado satisfatório para os padrões nacionais (IBGE, 2000).

O espaço rural do município é ocupado por estabelecimentos produtivos, ligados à pecuária, na sua maioria. Esses estabelecimentos eram conduzidos pelos seus próprios donos, quase na sua totalidade. As demais relações aparecem com pouquíssima representatividade, tanto no número de estabelecimentos quanto na área ocupada. Diante disso, verifica-se, por meio dos dados apresentados na Tabela 6, uma expressiva dominância numérica das mini e pequenas propriedades e, por outro lado, uma grande concentração de terras para os grandes e macroestabelecimentos. Conforme recenseados em 1985, 78% dos estabelecimentos detinham apenas 24% da área total, enquanto os grandes e macroestabelecimentos representavam cerca de 11% dos estabelecimentos e ocupavam mais de 60% da área total.

**Tabela 6.** Número de estabelecimentos agropecuários (unidade) em 1996.

Propriedade (Grupos de área total)	Condição legal das terras	
	Total	%
Menos de 1 ha	15	2,77%
1 ha a menos de 2 ha	10	1,85%
2 ha a menos de 5 ha	46	8,52%
5 ha a menos de 10 ha	95	17,59%
10 ha a menos de 20 ha	126	23,33%
20 ha a menos de 50 ha	130	24,07%
<b>Menos de 1 ha a 50 ha</b>	<b>Subtotal</b>	<b>78,13%</b>
50 ha a menos de 100 ha	61	11,30%
100 ha a menos de 200 ha	32	5,9%
200 ha a menos de 500 ha	18	3,33%
500 ha a menos de 1.000 ha	6	1,11%
1.000 ha a menos de 2.000 ha	1	0,18%
Mais ha de 2.000 ha	Não existe no município	-
<b>TOTAL</b>	<b>540</b>	<b>100%</b>



## Considerações Finais

A caracterização dos aspectos físico-bióticos e socioeconômicos fornecem os elementos que permitem definir o espaço sobre o qual o homem atua. A geração do diagnóstico possibilitou conhecer os componentes do meio, entender sua estrutura e relacionamento, permitindo conhecer e registrar as propriedades, atributos, ofertas e restrições ecológicas dos elementos componentes da paisagem. Com base nas ofertas ecológicas apresentadas pelos elementos componentes da paisagem, foi possível planejar o uso e manejo dos recursos disponíveis em função de suas verdadeiras vocações agroecológicas.

As formas atuais de uso e ocupação do solo rural foram definidas ao longo do tempo pelos proprietários rurais na construção da atual paisagem geográfica. Com base no histórico da área, pode-se afirmar que os problemas ambientais desencadeados nesse processo estão relacionados diretamente com a retirada da cobertura florestal para implantação da agricultura e utilização da madeira como lenha (fonte energética).

A agricultura e a pecuária são as atividades econômicas mais importantes no município, destacando-se a produção de café e leite. Pelo fato de existirem muito poucas áreas planas, a agricultura é comumente praticada em terrenos de declividades acentuadas, com a máxima ocupação de áreas íngremes. Essa ocupação provoca inúmeras transformações ambientais, que acabam se constituindo em conflitos de uso da terra, com reflexos negativos imediatos nas áreas próximas aos cursos d'água, que foram desmatadas e utilizadas para produção agrícola.

Portanto, o desmatamento da vegetação é o principal impacto, que acontece basicamente para extração de madeira e implantação de projetos agropecuários. Considerando que as principais atividades econômicas do município estão voltadas para o espaço rural, as

medidas a serem sugeridas voltam-se para as práticas de exploração agropastoril. Assim, a utilização correta do solo agrícola, com técnicas de terraceamento e cultivos em curvas de nível, faz-se necessária, em vista dos terrenos íngremes e acidentados que compõem a paisagem local. As áreas com altas declividades podem ser ocupadas com fruticultura, as de meia encosta, com culturas permanentes. A cobertura florestal em áreas de preservação é de fundamental importância para a conservação do solo contra agentes erosivos, como a erosão hídrica laminar. O desmatamento dessas áreas pode causar deslizamentos de terra, erosão laminar e assoreamento dos cursos d'água. Por isso, há a necessidade de se preservar essas áreas e evitar a retirada da cobertura florestal.

Os solos argissolos são, depois dos latossolos, os mais representativos, principalmente na zona de terras altas das bacias hidrográficas do rio Carangola e Ribeirão São João. Eles apresentam maior suscetibilidade para a erosão hídrica. Os cambissolos ocorrem localmente de forma quase isolada principalmente nas partes côncavas da paisagem, enquanto os gleissolos e neossolos têm maior representatividade nas partes baixas da paisagem e não apresentam risco de erosão.

A erosão hídrica tem implicações na redução da capacidade de infiltração e de retenção de umidade do solo. Os subsolos da área de estudo, particularmente os da classe dos argissolos, não são tão permeáveis em subsuperfície como são na camada superior, além de terem, na sua maioria, um baixo teor de matéria orgânica. Assim, quando a água escorre sobre o terreno, o subsolo não absorve a água da chuva com a mesma rapidez, causando, conseqüentemente, maior escoamento e menos água disponível para as plantas.

Além do exposto, observa-se alguma degradação qualitativa em certas zonas onde a atividade antrópica (agricultura, indústria incipiente, deposição de lixo) põe em risco sistemas hidrogeológicos de interesse local. Pode-se concluir pela avaliação efetuada que as atividades atualmente desenvolvidas na área do entorno do reservatório não

causam impactos negativos com caráter irreversível na área onde se insere, na sua envolvente e nas populações mais próximas. Por outro lado, pode-se concluir que a implementação do projeto de "Desenvolvimento de técnicas para conservação do solo e recuperação de áreas degradadas do entorno de reservatórios, estudo de caso para UHE de Tombos, MG", projeto financiado pela Ampla, não irá produzir impactos ambientais negativos, nem impactos de caráter cumulativo acentuado; ao contrário, trará benefícios ambientais com o reflorestamento do Morro do Cruzeiro.

As medidas de minimização propostas no presente projeto visam essencialmente corrigir os impactos negativos que se instalaram ao longo do tempo, com as atividades desenvolvidas no município e que particularmente contribuem para o passivo ambiental existente. A implementação do projeto, conjugada com o cumprimento das medidas e recomendações propostas e com as ações de recuperação paisagística a promover, permitirá uma reconversão ambientalmente sustentada da área do entorno do reservatório, o respeito pelo meio ambiente e o aumento do volume de água captado pela microbacia.

## Referências

ALMEIDA, F. F. M. de; HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R. Lineamento de Além-Paraíba. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 47, n. 3/4, p. 575-576, 1975.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1999. 355 p.

CALDERANO FILHO, B.; ANDRADE, A. G. de; CALDERANO, S. B.; MANZATTO, C. V.; SOUZA, J. S. **Caracterização dos solos da área de entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica de Tombos, Estado de Minas Gerais**. Rio de Janeiro, 2005a. 62 p. (Embrapa Solos. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 80).

CALDERANO FILHO, B.; ANDRADE, A. G. de; RAMALHO FILHO, A.; PRADO, R. B.; GONÇALVES, A. O.; SOUZA, J. S. de; LUZ, L. D. **Uso e cobertura das terras da área do entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Tombos, no estado de Minas Gerais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005c. 34 p. (Embrapa Solos. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 89).

CALDERANO FILHO, B.; SANTOS, H. G. dos; FONSECA, O. O. M. da; SANTOS, R. D.; PRIMAVERESI, O.; PRIMAVERESI, A. C. **Os solos da Fazenda Canchim, Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste, São Carlos, SP:** levantamento semidetalhado, propriedades e potenciais. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS; São Carlos: EMBRAPA-CPPSE, 1998. 95 p. (EMBRAPA-CNPS. Boletim de pesquisa, 7; EMBRAPA-CPPSE. Boletim de pesquisa, 2).

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

CARVALHO, A. P. de. Solos do arenito Caiuá. In: PEREIRA, V. de P.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da. (Ed.). **Solos altamente suscetíveis à erosão.** Jaboticabal: UNESP/SBCS, 1994. p. 39-50.

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo.** 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

ELETROBRAS. **Curso de segurança de barragens:** sedimentologia. Itaipava, 1982. 91 p.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. **ArcMap 9.2.** Redlands, 2006.

HUTCHINSON, M. F. A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits. **Journal of Hydrology**, v. 106, n. 3/4, p. 211-232, Apr. 1989.

IBGE. **Censo demográfico 2000:** características de município de pequeno porte demográfico. Rio de Janeiro, 2000.

KÖEPPEN, W. **Climatologia:** con un estudio de los climas de la tierra. México, DF: Fondo de Cultura Economica, 1948. 466 p.

LARACH, J. O. I.; CAMARGO, M. N.; JACOMINE, P. K. T.; CARVALHO, A. P. de; SANTOS, H. G. dos. **Definição e notação de horizontes e camadas do solo.** 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1988. 54 p. (EMBRAPA-SNLCS. Documentos, 3).

LEMOS, R. C. de; SANTOS, R. D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 84 p.

MENDES, W. Relação entre os graus de limitações do uso do solo por suscetibilidade à erosão e às unidades de mapeamento de solo. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, ano 44, n. 3, p. 445-476, jul./set. 1982.

NIMER, E. Clima. In: IBGE. **Geografia do Brasil**: Região Sudeste. Rio de Janeiro, 1977. v. 3, p. 51- 89.

OLIVEIRA, A. M. M. de; PINTO, S. dos A. F.; LOMBARDI NETO, F. Caracterização de indicadores da erosão do solo em bacias hidrográficas com o suporte de geotecnologias e modelo predictivo. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, SP, v. 5, n. 1, p. 63-86, 2007.

RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Turismo. Departamento de Recursos Minerais. **Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro**: folha Porciúncula. Rio de Janeiro, 1984. Escala 1:50.000.

RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil**: manual de dendrologia brasileira. São Paulo: E. Blucher: USP, 1972. 294 p.

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

THORNTON, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p. (Publications in climatology, v. 8, n. 1).

WITTERN, K. P.; MOTCHI, E. P.; CALDERANO FILHO, B.; LEMOS, A. L. **Levantamento detalhado de solos e avaliação da aptidão agrícola das terras da Usina Novo Horizonte no Município de Campos, RJ**. Rio de Janeiro, 1990. 86 p. Relatório técnico convênio Secretaria Estadual de Agricultura SEA-RJ/Emater-Rio/Embrapa Solos.

**Embrapa**

---

*Solos*