

DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL DA ÁREA DO ENTORNO DO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE TOMBOS, PARA FINS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Braz Calderano Filho

UFRJ/CCMN/IGEO Depto. de Geologia
bccalder@gmail.com

Aluísio Granato de Andrade

Pesquisador Doutor da EMBRAPA
aluísio@gmail.com

Helena Polivanov

UFRJ/CCMN/IGEO Depto. de Geologia
hpolivanov@gmail.com

Antônio José Teixeira Guerra

Depto. de Geografia UFRJ/CCMN/IGEO
antoniogtguerra@gmail.com

Antônio Ramalho Filho

Pesquisador Doutor da EMBRAPA
bccalder@gmail.com

RESUMO

O objetivo do trabalho foi realizar o diagnóstico geoambiental 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, avaliou-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 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.

Palavras-chaves: manejo do solo e água, recuperação áreas degradadas, revegetação, assoreamento, erosão do solo, planejamento geoambiental.

GEOENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE SURROUNDING AREA OF THE TOMBOS HYDROELECTRIC RESERVOIR, AIMING THE RECUPERATION OF DEGRADED LANDS.

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 is 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.

Keywords: soil and water management, land recuperation, revegetation, soil erosion, geoenvironmental planning.

INTRODUÇÃO

O município de Tombos, assim como a maioria dos municípios da Zona da Mata de Minas Gerais, apresenta topografia acidentada, com relevo forte ondulado e uma diversidade de paisagens, que vem sendo alteradas por sucessivas intervenções antrópicas, em função de diferentes usos do solo. Antes cobertas de matas, as paisagens do município transformaram-se em imensas áreas de pastagens, muitas das quais encontram-se atualmente degradadas (Andrade & Calderano Filho, 2006), possibilitando a instalação de um processo contínuo de degradação ambiental. A região da Zona da Mata Mineira foi submetida a intenso desmatamento para o estabelecimento da cafeicultura, com o declínio da cultura de café, as pastagens passaram a ocupar desde os topos das elevações até o leito maior dos cursos d'água (Pimentel *et al.* 1982).

Próximo a cachoeira de Tombos, no perímetro urbano da cidade, onde o rio Carangola forma um remanso está o morro do cruzeiro que circunda o reservatório da Usina Hidrelétrica de Tombos, ambos de propriedade da AMPLA que desenvolve a sua atividade nos setores de geração e distribuição de energia elétrica. Antes da construção do reservatório e expansão urbana da cidade, as margens do Rio Carangola eram protegidas por mata ciliar, atualmente as matas ciliares desapareceram, cedendo lugar à expansão urbana da cidade (Calderano Filho, *et al.* 2005a).

Especificamente no morro do cruzeiro e proximidades do reservatório, devido ao relevo acidentado, atividades antrópicas (práticas agrícolas inadequadas, desmatamentos e queimadas realizadas periodicamente a montante do morro), aliados as características geoambientais locais como solos mais susceptíveis a erosão e o regime de chuvas da região, com precipitações concentradas em certos 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 conseqüências 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.

As descargas sólidas diminuem a vida útil de reservatórios, o material arrastado constituído de partículas maiores deposita-se na entrada do reservatório, iniciando a formação de um delta aluvional, isto leva a diminuição do volume de água à ser utilizado para a movimentação das turbinas, prejudicando a geração de energia elétrica (Eletrobrás, 1982).

Entre os principais setores e atores indiretamente envolvidos com a qualidade e quantidade de água gerada em uma bacia hidrográfica, a agricultura merece destaque, uma vez que o uso do solo interfere diretamente na produção e na qualidade da água. A pressão de uso agrícola em áreas tidas como marginais para o processo produtivo, compromete o estado de conservação do solo e interfere diretamente na sustentabilidade dos sistemas hídricos (Calderano Filho, 2002).

Nesse sentido, o estudo da distribuição espacial dos elementos componentes da paisagem, como solos, relevo, geologia, vegetação e do uso que se dá a terra, torna-se uma ferramenta útil para o planejamento de uso e manejo dos recursos naturais, principalmente do solo e da água. É necessário também, conhecer as potencialidades e fragilidades do meio físico, bem como as condições socioeconômicas locais, assim é possível desenvolver sistemas de produção sustentável.

Com os propósitos de proteger as margens do reservatório contra erosão, recuperar áreas

degradadas, atender as exigências legais e, tomar medidas para controlar a entrada de sedimentos no reservatório da UHE de Tombos, realizou-se o diagnóstico geoambiental da área, com o objetivo específico de caracterizar e analisar a estrutura da paisagem (incluindo aspectos físicos e ecológicos), 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, além de levantar informações socioeconômicas, de pluviosidade, da estrutura geológica e perfil tecnológico dos agricultores locais. A partir destas informações elaborou-se um plano de manejo conservacionista para a área de entorno do reservatório da UHE de Tombos, além de fornecer subsídios para a revegetação do morro do cruzeiro e arredores com leguminosas e espécies nativas.

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 estudo

Localizada no município de Tombos, Estado de Minas Gerais, entre o conjunto de coordenadas UTM's 7682000 a 7687000 e 808000 a 812000 (Figura 1), a área na margem direita do rio Carangola, insere-se no domínio morfoestrutural "*Faixas de Dobramentos Remobilizados*", na região do Vale do Paraíba do Sul, na unidade geomorfológica denominada "*Alinhamentos de Cristas do Paraíba do Sul - ACPS*" (Almeida *et al.* 1975), com relevo forte ondulado e altitudes da ordem de 400m, onde se incluem rochas do Proterozóico Inferior, pertencentes à Associação Paraíba do Sul, cuja litologia se constitui predominantemente numa associação de gnaisses, migmatitos e charnoquitos (Almeida *et al.* 1975; DRM 1984). Ocorrem de forma localizada, terrenos do Quaternário (Holoceno) representados pelos depósitos aluviais inconsolidados de consistência arenosa e silto-argilosa, ao longo dos córregos Sobradinho e São João, afluentes de primeira ordem do rio Carangola. Esses dois corpos d'água constituem zonas de acumulação de clásticos e são os receptores de sedimentos que fluem das encostas.

O clima enquadra-se no tipo Cwa (inverno seco e verão chuvoso), de acordo com a classificação climática de Köppen (1948), com temperatura do mês mais frio inferior a 18°C e, do mês mais quente, superior a 22°C (Nimer, 1977). Com precipitação pluviométrica anual de 1228 mm, evapotranspiração potencial em torno de 1221 mm e evapotranspiração real em torno de 1104 mm, conforme balanço hídrico de Thornthwaite & Mather (1955), para o município de Porciúncula (RJ), a área apresenta limitações de água disponível. A precipitação pluviométrica é irregularmente distribuída durante o ano, com valores muito baixos de maio a setembro. Excedentes hídricos na área são observados apenas nos meses de janeiro e dezembro.

A cobertura vegetal original predominante na área de estudo é a floresta tropical subcaducifólia, caracterizada assim, por apresentar certa exuberância no período úmido, com formação densa e espécies arbóreas de médio porte, típica de clima com período seco anual prolongado (Calderano Filho *et al.* 2005b). Formada por terras altas e terras baixas (Ross 1996), a área é ocupada por pequenos produtores em regime de agricultura familiar e, condicionada por fortes limitações geobiofísicas. Engloba terras desmatadas, áreas aptas e inaptas para as atividades produtivas e áreas protegidas por lei.

Metodologia

A execução do trabalho envolveu etapas de campo, laboratório e escritório. No campo foram mapeados, solos, uso e cobertura dos solos, vegetação, declividade, rede de drenagem, incluindo declividade, estrutura fundiária e, suscetibilidade dos solos à erosão todos na escala 1:10.000. Levantou-se informações socioeconômicas, de pluviosidade, estrutura geológica e perfil tecnológico dos agricultores locais. Como produtos foram gerados mapas temáticos de solos, declividade, uso da terra e suscetibilidade à erosão, incluindo vegetação e rede de drenagem. Os resultados aqui apresentados correspondem ao mapeamento de solos, de uso e cobertura das terras e suscetibilidade dos solos à erosão.

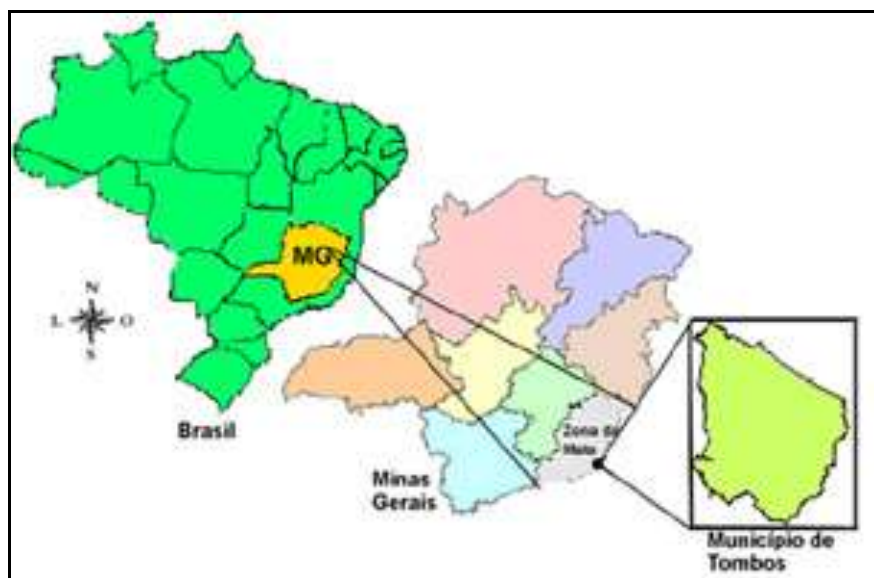


Figura 1 - Localização esquemática da área de estudo

Como material cartográfico básico utilizou-se fotografias aéreas verticais na escala 1:30.000, ortofotocartas 1:10.000 elaboradas a partir de fotografias aéreas verticais de 1:30.000, restituição planialtimétrica escala 1:10.000 com curvas de 5 em 5m e aparelho de GPS, Garmin 12.

Todas as informações cartográficas necessárias foram preparadas em ambiente SIG. Após a realização do diagnóstico geoambiental efetuou-se a conversão dos mapas de solos, vegetação, declividade, uso e cobertura em meio analógico para o meio digital. A seguir montou-se, em meio digital, uma base de dados espaciais (BDE), composta de mapas temáticos, informações socioeconômicas, pluviosidade e áreas protegidas por legislação específica ou reservas existentes, constituindo assim, um conjunto de informações agro-sócio-ambientais preparadas para o uso do SIG. A forma de entrada de dados foi feita via digitalização e escanização, mediante a importação de arquivos. Utilizou-se os softwares de SIGs Arc/Info e ArcView, versão 3.2a (ESRI, 1996); na edição final.

Diagnóstico geoambiental: Para o diagnóstico foram considerados parâmetros referentes ao relevo, declividade, erosão, drenagem, pedregosidade, rochosidade, vegetação original, transformações na paisagem, uso agrícola, solos, 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.

Solos: Com apoio de fotografias aéreas, nesta etapa realizou-se o levantamento semi-detalhado dos solos da área de estudo, determinou-se os pontos de coleta de amostras, efetuou-se a descrição morfológica e coleta de perfis de solos, sendo que os detalhes julgados de interesse foram registrados fotograficamente. As observações de campo permitiram visualizar a seqüência de distribuição dos solos na paisagem e estabelecer a legenda preliminar, levando-se em conta relevo, declividade, erosão, drenagem, pedregosidade, rochosidade e vegetação original.

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 (Embrapa, 1998). As amostras coletadas foram enviadas aos laboratórios da Embrapa Solos, para determinações analíticas conforme (Embrapa, 1997) e a classificação dos solos obedeceu o Sistema brasileiro de classificação de solos (Embrapa, 2006).

Uso e Cobertura das Terras: O mapeamento de uso atual procurou contemplar todas as transformações em que o uso da terra alterou a vegetação original, de modo a fornecer um

quadro geral da situação atual da área amostrada e o grau de conservação de seus habitat.

Clima: A análise climatológica compreendeu a obtenção dos dados históricos de clima relacionados à região de estudo, por meio da bibliografia consultada e extrapolações, 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).

A geração do diagnóstico geoambiental possibilitou conhecer os componentes do meio, entender sua estrutura e relacionamento, permitindo 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, permitindo 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.

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 referente 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 Mendes (1982) e Carvalho *et al.* (1992), com adaptações, baseando 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.

De acordo com Ross (1996), as terras foram separadas em terras altas e baixas. As terras altas estão sujeitas a processos de perdas e abrigam formas potencialmente erodíveis, nas baixas predomina os processos de acumulação. Para Van Oost *et al.* (2000) os modelos atuais de erosão enfatizam muito o aspecto da variabilidade temporal e destaca pouco os estudos que consideram a variabilidade espacial dos atributos do solo ligados a erosão.

Alguns dos conceitos e critérios adotados que afetam a erodibilidade dos solos e que são conhecidos da literatura, como atributos e propriedades dos solos, formas de relevo, declividade, morfodinâmica e vegetação são comentados abaixo.

Conceitos e critérios adotados

Os processos erosivos que se desenvolvem nas encostas fazem parte de uma complexa relação que depende de inúmeras variáveis, internas e externas. Entretanto, vários fatores como litologia, estrutura das rochas, grau de intemperismo, tipos de solo, morfologia da área e vegetação, condicionam a maior ou menor susceptibilidade de uma área à ocorrência de processos erosivos. Entre as causas da erosão do solo as mais importantes são a evolução do meio físico e a ação do homem como agente modificador das condições naturais, com suas ações de agressão ao solo e desequilíbrio do meio ambiente. O uso inadequado do solo provoca o aceleração da erosão, que é o principal fator responsável pela deterioração da qualidade do solo (Brady, 1989; Guerra, 1998a; Bertoni & Lombardi Neto, 1999).

Os fatores naturais mais importantes que afetam a erosão hídrica estão ligados à natureza do solo (erodibilidade), à morfologia do terreno (declividade) e clima (erosividade das chuvas). Os fatores antrópicos se relacionam à ocupação das terras e às características de cada cultivo, os quais são referenciados pelo uso atual através de seu uso-manejo e de práticas conservacionistas. A água, considerada isoladamente, é o agente mais importante agindo como desagregante ou como transportador.

A quantidade das águas das chuvas que incidem sobre o terreno e a velocidade de escoamento sobre o solo é considerada por Wischmeier & Mannering (1969), como causa ativa geradora da erosão. A erodibilidade do solo é considerada como causa passiva ou facilitadora da erosão, através da maior ou menor resistência do solo. A erodibilidade, maior ou menor de um solo, dependerá, portanto de suas propriedades. Para Hudson (1971), erodibilidade é a capacidade com que o solo se deixa erodir, sendo dependente de variáveis físicas e

mineralógicas, como: textura, estrutura, mineralogia e profundidade.

A natureza do solo é um dos fatores que exerce maior influência sobre a quantidade e qualidade do material erodido. A erodibilidade do solo, como causa passiva ou facilitadora da erosão, através da maior ou menor resistência do solo está diretamente relacionada com sua permeabilidade e capacidade de infiltração de água e à estabilidade de seus agregados, resistência à desagregação e ao transporte das partículas, (Wischmeier & Mannering, 1969; Bertoni *et al.* 1975), conferidos por sua vez, pelas características físicas, químicas e morfológicas do solo, tais como: textura, estrutura, gradiente textural, teor de argila, teor de matéria orgânica, pH, teor de argila dispersa, presença ou não de camadas de impedimento.

Essas características são consideradas intrínsecas, isto é, oriundas do processo de formação do solo, apresentando uma ação conjunta, sendo difícil individualizar seus efeitos. Alguns atributos mineralógicos e químicos do solo afetam a erodibilidade de maneira indireta. Dessa forma, eles respondem diferentemente ao processo erosivo, em função de suas características intrínsecas, que são responsáveis pela susceptibilidade do solo à erosão. Assim, cada classe de solo apresentará maior ou menor erodibilidade, mesmo quando submetidas às condições semelhantes de erosividade. As variáveis, atributos e propriedades do solo que interferem no processo erosivo, como: profundidade, permeabilidade, textura, estrutura, densidade aparente, porosidade, teor de matéria orgânica, teor e estabilidade dos agregados, pH do solo, argilominerais, fertilidade, matéria orgânica, morfologia da encosta, importância da cobertura vegetal, têm sido demonstradas em vários trabalhos como Wischmeier *et al.* 1971; Bertoni & Lombardi Neto, 1999; Resende & Almeida, 1985; Resende 1992; Guerra, 1998b e 1999, e outros.

Resultados de trabalhos de campo têm demonstrado que as diferenças nas classes de textura são as que apresentam maior influência nas perdas de solo (Carvalho 1992; Bertoni *et al.* 1975). Outro fator importante que afeta a erosão são os tipos e graus de estrutura dos solos. Assim, as estruturas prismáticas e em blocos, quanto mais desenvolvidas e estando presente a cerosidade, mais suscetíveis são os solos à erosão hídrica. Baseado nessas observações, as unidades de mapeamento, constituídas por solos que apresentam horizonte textural em classes de relevo movimentado, foram enquadradas nos graus de suscetibilidade à erosão Moderada/Forte, Forte e Muito Forte. A profundidade do solo, favorável ao desenvolvimento do sistema radicular é, sem dúvida, uma importante característica para o estabelecimento dos limites de tolerância de perdas de solo por erosão. Para solos bem desenvolvidos, como a classe dos Latossolos, a profundidade máxima admitida para o desenvolvimento radicular é de 1,00 metro. No caso de solos rasos (profundidade menor que 50cm), como os Neossolos Litólicos, a profundidade é uma característica importante que definirá a baixa tolerância à perda de solo, implicando então, na alta susceptibilidade à erosão desta classe de solo. O gradiente textural entre os horizontes superficial e subsuperficial afeta principalmente a infiltração e a permeabilidade. Solos que apresentam gradiente textural são mais suscetíveis à erosão (Carvalho, 1992). O clima, fator ativo por excelência no processo erosivo, deve ser analisado em conjunto com os fatores ditos passivos, a fim de que se possa estimar os riscos de erosão dos solos.

O relevo tem importância no processo erosivo, principalmente por ser a declividade o fator responsável pela maior ou menor infiltração das águas das chuvas. Segundo Mendes (1982), as classes de relevo descritas como fases das unidades de mapeamento, atendem perfeitamente às exigências de uma análise da susceptibilidade à erosão em escalas de levantamento a nível de reconhecimento. A declividade é outro fator muito importante, pois quanto maior seu valor, maior é a energia potencial de erosão. No presente trabalho, além da análise do comportamento dos solos nas diferentes classes de relevo como sugerido em Mendes (1982), foram adotadas sete classes de declividade, detalhadas no item 3.3, conforme (Calderano Filho, *et.al.* 1995 e Calderano Filho, *et. al* 2005b).

A cobertura vegetal compacta, caso das florestas, protege o solo contra o impacto direto das gotas de chuva. Há, portanto, menos erosão num solo florestado. A cobertura vegetal exerce ação interceptora das gotas de chuva, bem como evita o arraste de partículas do solo devido a sua trama radicular. A influência da vegetação no processo erosivo é consequência da cobertura vegetal em função da sua exuberância e massa foliar (Ministério do Meio Ambiente, 1997). No entanto, desde que a floresta é retirada para utilização do solo em atividades

agrícolas, ou para obras de engenharia (estradas de rodagem e vicinais etc.) o solo se torna mais suscetível a erosão.

A cobertura do solo funcionou como facilitadora ou amortecedora da suscetibilidade do solo à erosão. Solos com cobertura vegetal densa são menos erodidos do que os com cobertura vegetal esparsa ou cultivados sem a adoção de práticas conservacionistas. Para cada uso da terra encontrado na área foi definido o risco de erosão, conjugando critérios como textura, profundidade, transição de horizontes dos solos, classe de declividade e grau de proteção. Os tipos de cobertura vegetal e grau de proteção adotados foram baseados em Ross (2000). A avaliação qualitativa da suscetibilidade dos solos à erosão teve como base os dados morfológicos, físicos, químicos e observações do ambiente, obtidos quando da execução do levantamento de solos, os resultados deste estudo foram analisados juntamente com os dados de clima (erosividade das chuvas), vegetação e classes de declive, a fim de estabelecer o risco de erosão das terras para a área de estudo.

A integração desses fatores conjugadas com a superposição e intersecção dos mapas básicos possibilitaram discriminar e separar as diferentes classes de suscetibilidade à erosão. Na avaliação final, a diferenciação entre os graus de suscetibilidade é feita conjugando as classes de relevo e declive, textura e estrutura, aliadas ao tipo de solos e de cobertura do solo, agravadas ou minimizadas pelas condições físicas dos solos e cobertura atual. Onde o relevo é plano, não há deslocamento e transporte de partículas de solo, qualquer que sejam as classes de solo que compõem a unidade de mapeamento. Por essa razão essas unidades foram enquadradas no grau de suscetibilidade nula. No levantamento de solos as associações compreendem duas ou mais unidades taxonômicas, o critério estabelecido foi a análise do primeiro componente das unidades de mapeamento, tomando-se o cuidado de observar e ponderar os demais componentes. No seu enquadramento prevaleceram sempre as características da unidade que conferia maior grau de limitação do solo por suscetibilidade à erosão. Os graus de limitação por susceptibilidade à erosão adotados foram: nulo, ligeiro, ligeiro a moderado, moderado, forte, muito forte e extremamente forte.

Numa etapa final, conjugando aspectos dos elementos componentes da paisagem como substrato geológico, vegetação, relevo com tipos e formas das encostas, características dos solos e do clima, numa abordagem integrada que reflete a natureza e a intensidade das potencialidades e limitações impostas pelo meio, além dos impactos que a atividade produtiva pode causar, efetuou-se avaliação qualitativa da suscetibilidade dos solos à erosão e a formulação do plano de manejo conservacionista da área de entorno do reservatório da UHE de Tombos.

RESULTADOS

Solos

De forma simplificada, pode-se agrupar as paisagens da área de estudo em três unidades de paisagens, as elevações com encostas abruptas, as elevações com encostas íngremes ou suaves, e as baixadas. Com base nas características morfológicas e resultados analíticos dos perfis coletados as classes de solos identificadas na área são as seguintes: Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico; Latossolo Amarelo Distrófico típico; Latossolo Vermelho típico Distrófico e ácrico; Argissolo Vermelho-Amarelo típico Eutrófico e Distrófico; Argissolo Vermelho-Amarelo latossólico Distrófico e ácrico; Argissolo Amarelo Distrófico típico; Argissolo Vermelho típico e latossólico Eutrófico e Distrófico; Cambissolo Háptico Distrófico típico; Gleissolo Háptico Tb Distrófico; Neossolo Flúvico Tb Distrófico e Neossolo Litólico Tb Distrófico. O Argissolo Amarelo e o Argissolo Vermelho-Amarelo típicos ocorrem de forma restrita nas posições de tabuleiros. Nas elevações, predominam nas seções convexas, Argissolos e Latossolos e, nas seções côncavas ocorrência de Cambissolo Háptico. Nas baixadas predominam Gleissolos e Neossolos Flúvicos (Calderano Filho *et al.* 2005c).

Foram associadas classes taxonômicas devido à ocorrência de variedade de solos com distribuição irregular pela área de estudo, o que impossibilitou sua delimitação cartográfica, em unidades puras. A tabela 1 mostra a legenda de solos e, a figura 2 mostra o mapa de solos da área de estudo.

Essas informações encontram-se detalhadas no Boletim Pedológico (Calderano Filho *et al.* 2005c). Na composição das associações, foi considerado em primeiro lugar o componente mais importante, sob o ponto de vista de extensão.

Tabela 1
Legenda do mapa de solos

Unidades	CLASSES DE SOLOS	Área ha	%
Latossolo Vermelho-Amarelo			
LVA _{d1}	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico + Latossolo Vermelho ácrico, ambos textura argilosa A moderado fase floresta tropical subcaducifólia relevo ondulado.	39,07	7,05
LVA _{d2}	Latossolo Vermelho-Amarelo típico textura argilosa + Argissolo Vermelho Amarelo latossólico textura argilosa/muito argilosa ambos distróficos A moderado fase floresta tropical subcaducifólia relevo forte ondulado.	39,50	7,13
LVA _{d3}	Latossolo Vermelho-Amarelo típico textura argilosa + Argissolo Vermelho Amarelo latossólico textura argilosa/muito argilosa, ambos distróficos A moderado fase floresta tropical subcaducifólia relevo ondulado.	68,75	12,41
Argissolo Vermelho			
PVe ₁	Argissolo Vermelho eutrófico típico textura argilosa/muito argilosa A moderado fase floresta tropical subcaducifólia relevo ondulado.	26,95	4,87
PVe ₂	Argissolo Vermelho eutrófico típico textura argilosa/muito argilosa A moderado fase floresta tropical subcaducifólia relevo forte ondulado.	43,58	7,87
PVe ₃	Argissolo Vermelho eutrófico típico textura argilosa/muito argilosa + Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico textura argilosa ambos A moderado fase floresta tropical subcaducifólia, relevo ondulado.	6,36	1,15
PVe ₄	Argissolo Vermelho eutrófico latossólico textura argilosa/muito argilosa + Latossolo Vermelho distrófico típico, textura argilosa ambos A moderado fase floresta tropical subcaducifólia relevo ondulado e forte.	25,74	4,65
PVe ₅	Argissolo Vermelho latossólico textura argilosa/muito argilosa + Latossolo Vermelho textura argilosa, ambos distróficos A moderado fase floresta tropical subcaducifólia relevo ondulado.	13,91	2,51
Argissolo Amarelo			
PAd	Argissolo Amarelo + Argissolo Vermelho-Amarelo ambos distróficos típicos, A moderado textura argilosa fase floresta tropical subcaducifólia relevo ondulado.	12,71	2,29
Argissolo Vermelho-Amarelo			
PVAd ₁	Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico + Latossolo Amarelo Distrófico típico + Latossolo Vermelho ácrico todos textura argilosa/muito argilosa + inclusão de Cambissolo Háplico textura média/argilosa e Latossolo Vermelho distrófico típico, todos A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo forte ondulado.	19,53	3,52
PVAd ₂	Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico + Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico ambos típicos + inclusão de Argissolo Vermelho-Amarelo ácrico latossólico, todos A moderado textura argilosa/ muito argilosa fase floresta tropical subcaducifólia relevo forte ondulado.	101,08	18,25
PVAd ₃	Argissolo Vermelho-Amarelo latossólico + Latossolo Vermelho-Amarelo típico, ambos Distróficos A moderado textura argilosa/ muito argilosa relevo ondulado fase floresta tropical subcaducifólia.	15,51	2,80
PVAd ₄	Argissolo Vermelho-Amarelo latossólico + Latossolo Amarelo típico, ambos distróficos textura argilosa/muito argilosa A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo forte ondulado.	11,97	2,16
Gleissolo Háplico			
Gx _{be1}	Gleissolo Háplico textura argilosa + Neossolo Flúvico textura média com cascalho, ambos Tb distróficos, típicos A moderado fase campo de várzea e floresta tropical subperenifólia de várzea relevo plano.	19,74	3,57
Afloramentos de Rocha			
AF	Afloramento de Rocha + inclusão de Neossolo Litólico Tb distrófico típico textura média com cascalho A moderado fase floresta tropical subcaducifólia.	5,13	0,93
Água		14,74	2,67
Área urbana		89,57	16,17
Total		553,84	100,00

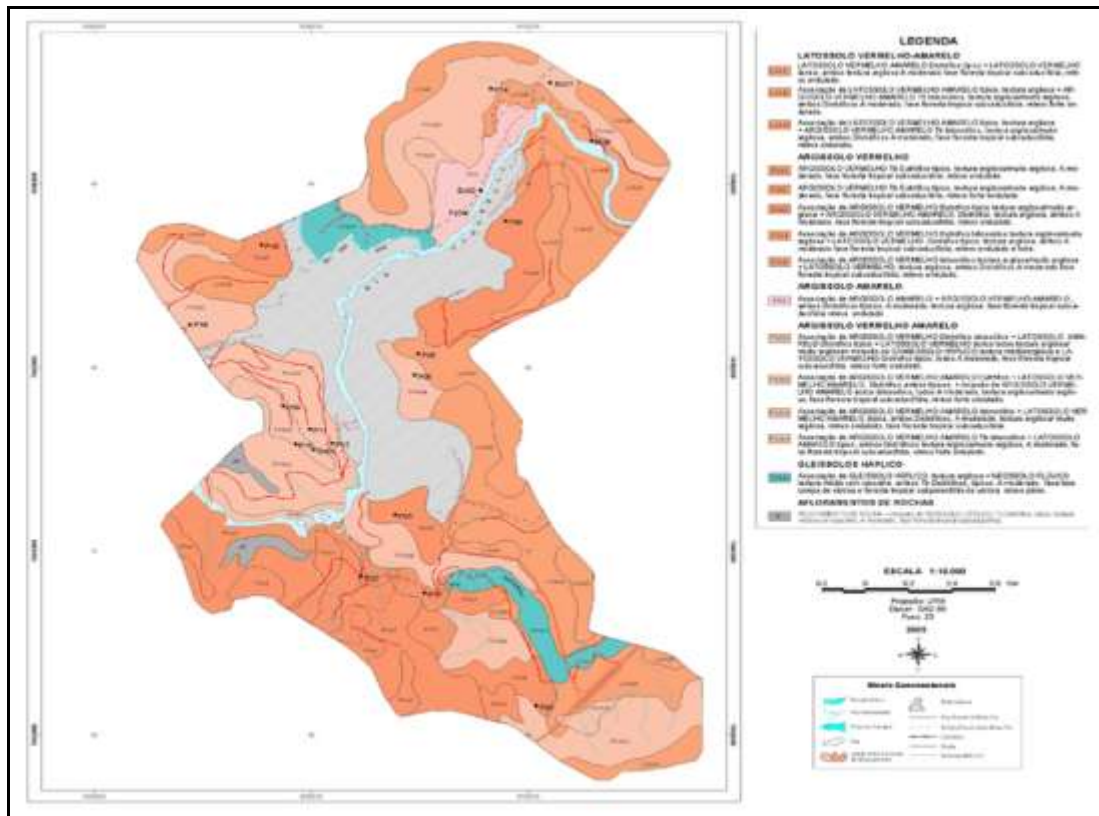


Figura 2 - Mapa de solos da área do entorno do reservatório da UHE de Tombos

Uso atual e cobertura das Terras

Originalmente coberta por vegetação florestal de Mata Atlântica, atualmente a vegetação encontra-se reduzida a alguns grupamentos florestais fragmentados e descaracterizados por sucessivas intervenções antrópicas, restando apenas pequenas manchas de florestas secundárias, assim mesmo, restritas às áreas de maiores altitudes (Calderano Filho *et al.* 2005a). A cobertura vegetal predominante na área de estudo é a floresta tropical subcaducifólia, caracterizada assim, por apresentar certa exuberância no período úmido, com formação densa e espécies arbóreas de médio porte, típica de clima com período seco anual prolongado (Calderano Filho *et al.* 2005b). Na região as formações naturais caracterizadas por florestas secas são muito variadas no que concerne à sua estrutura e composição, embora relacionam-se com as florestas Ombrófilas regionais, possuem designação própria, pois o ritmo estacional se traduz por avançado grau de decíduidade foliar durante a seca. A intensidade da queda das folhas depende da severidade da seca e/ou das condições edáficas existentes, só havendo decíduidade completa em casos extremos Rizzini (1972).

Além desta formação, encontra-se 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. São encontrados também, campos antrópicos com pastagens, que estão dispersas por toda a região, culturas perenes, principalmente o café, e culturas anuais em menor escala. A figura 3 mostra o mapa de uso e cobertura das terras da área de estudo.

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; 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 estádios avançados de regeneração.

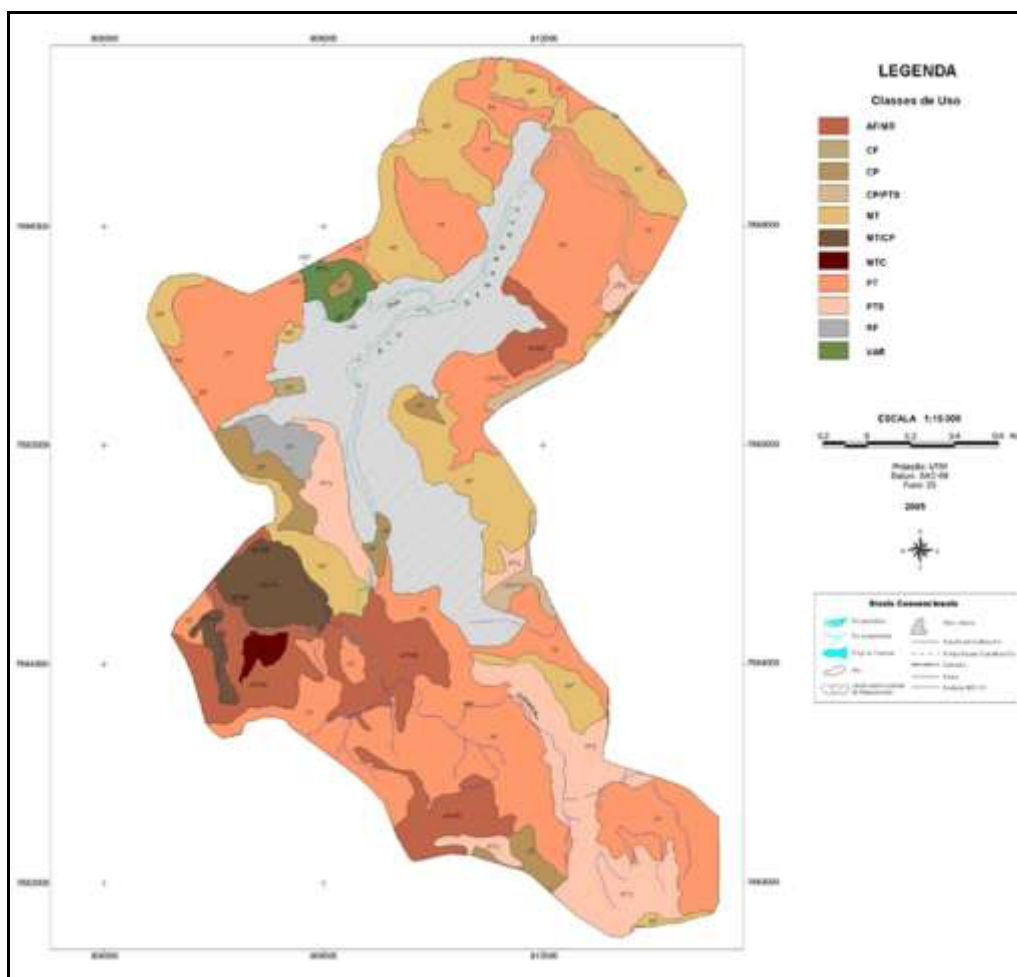


Figura 3 - Mapa de uso e cobertura das terras da área do entorno do reservatório da UHE de Tombos

As respectivas áreas e percentuais de ocorrência foram assim distribuídos: Mata (81,72ha e 14,76%); Capoeira (15,17ha e 2,74%); Mata Ciliar (2,75ha e 0,50%); Reflorestamento (5,87ha e 1,06%); Pasto Sujo (56,32ha e 10,17%); Pasto Limpo (202,80ha e 36,62%); Várzea (5,64ha e 1,02%); Área Urbana (88,00ha e 15,89%); Água (14,74ha e 2,66%); Afloramento de Rocha (1,04ha e 0,19%); Afloramento + Mata Rala (56,62ha e 10,22%); Capoeira + Pasto Sujo (5,47ha e 0,98%); e Mata + Capoeira (17,70ha e 3,19%).

A Organização das Nações Unidas estabelece em 25% a porcentagem de remanescentes florestais, como ideal para o desenvolvimento de uma agricultura auto-sustentável (Wolski, citado por Quinteiro, 1997), a soma das classes Mata, Capoeira, Mata Ciliar, Mata + Capoeira e Afloramento + Mata Rala, esses totais são superados.

Suscetibilidade dos Solos à erosão

A suscetibilidade dos solos à erosão diz respeito ao desgaste que a superfície do solo poderá sofrer, quando submetida a qualquer uso, sem medidas conservacionistas. Está na

dependência das condições climáticas (especialmente do regime pluviométrico), das condições do solo (textura, estrutura, permeabilidade, profundidade, capacidade de retenção de água, presença ou ausência de camada compacta e pedregosidade), das condições do relevo (declividade, extensão da pendente e micro relevo) e da cobertura vegetal, essas informações foram fornecidas com o diagnóstico geoambiental.

Os graus de suscetibilidade à erosão resultaram do cruzamento de informação contidas no mapa de solos e a avaliação das características genéticas dos solos, classes texturais, declividade e uso atual. As classes de solos predominantes na área de estudo são discriminadas no item 3.1: 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 75% (montanhoso); acima de 75% (escarpado). Os dados a respeito das formas de relevo e declividade foram obtidos de Calderano Filho *et al.* (2005b). As respectivas áreas e percentual de ocorrência são mostradas na tabela 2. As figuras 4 e 5 mostram os mapas de declividade e suscetibilidade das terras à erosão.

Os graus adotados de limitação por susceptibilidade a erosão foram: Nulo (N < 3%), Ligeiro (L 3% a 8%), Ligeiro a Moderado (L/M), Moderado (M 8% a 14%), Forte (F 14% a 20%), Muito Forte (MF 20% a 45%), Extremamente Forte (EF > 45%). As classes de solos identificadas na área foram enquadradas nas seguintes classes de Suscetibilidade a Erosão.

Tabela 2

Área e percentagem das classes de declive

Classes de Declividade	Área Ha	%
A - (0 a 3%)	28,38	5,12
B - (3 a 8%)	35,34	6,38
C - (8 a 14%)	78,22	14,12
D - (14 a 20%)	131,36	23,73
E - (20 a 45%)	162,03	29,26
F - (45 a 100%)	14,20	2,56

Nulo (N) - Caracterizam as áreas acumulativas, são compostas de terras planas ou quase planas, declive inferior a 3%, onde o assoreamento superficial ou enxurrada (deflúvio) é muito fraco ou lento. O declive do terreno, não oferece riscos à erosão hídrica significativa, salvo, possivelmente, em áreas cujas rampas sejam muito longas e com solos altamente suscetíveis à erosão, ou quando recebem enxurradas de áreas vizinhas, situadas à montante e mais declivosas; engloba a classe de declive A. No mapa corresponde a classe 6 de suscetibilidade à erosão, ocorre em 26,76 ha, correspondendo a 4,83% da área de estudo.

Ligeiro (L) – Composta de terras com declives suaves que apresentam em sua maior parte escoamento superficial lento ou médio. São terras pouco suscetíveis à erosão, relevo suave ondulado, caracterizam-se por relevo do tipo tabuleiro e declive entre 3% a 8%. No manejo recomenda-se práticas simples de conservação, como aração mínima, rotação de culturas, culturas em contorno; engloba unidades com declive B. No mapa corresponde a classe 5 de suscetibilidade à erosão, ocorre em 35,41ha, correspondendo a 6,39% da área de estudo.

Ligeiro a Moderado (L/M) - Terras com superfícies inclinadas, geralmente com relevo ondulado, no limite inferior da classe, nas quais o escoamento superficial é médio ou rápido, para a maior parte das terras. Em alguns casos, a erosão hídrica oferece poucos problemas, ou então pode ser controlada com práticas simples; na maior parte das vezes, no entanto, práticas complexas de conservação do solo podem ser necessárias. Estas terras podem apresentar erosão em ravinas e mesmo em forma de voçorocas. Embora o potencial erosivo da classe em questão seja fraco, o uso do solo de maneira inadequada, principalmente por atividades antrópicas, que são responsáveis pela aceleração dos processos erosivos pode levar à ocorrência de deslizamentos em vertentes utilizadas de modo inadequado. No mapa corresponde à área urbana, classe 7 de suscetibilidade à erosão, ocorre em 82,44ha, correspondendo a 14,88% da área de estudo.

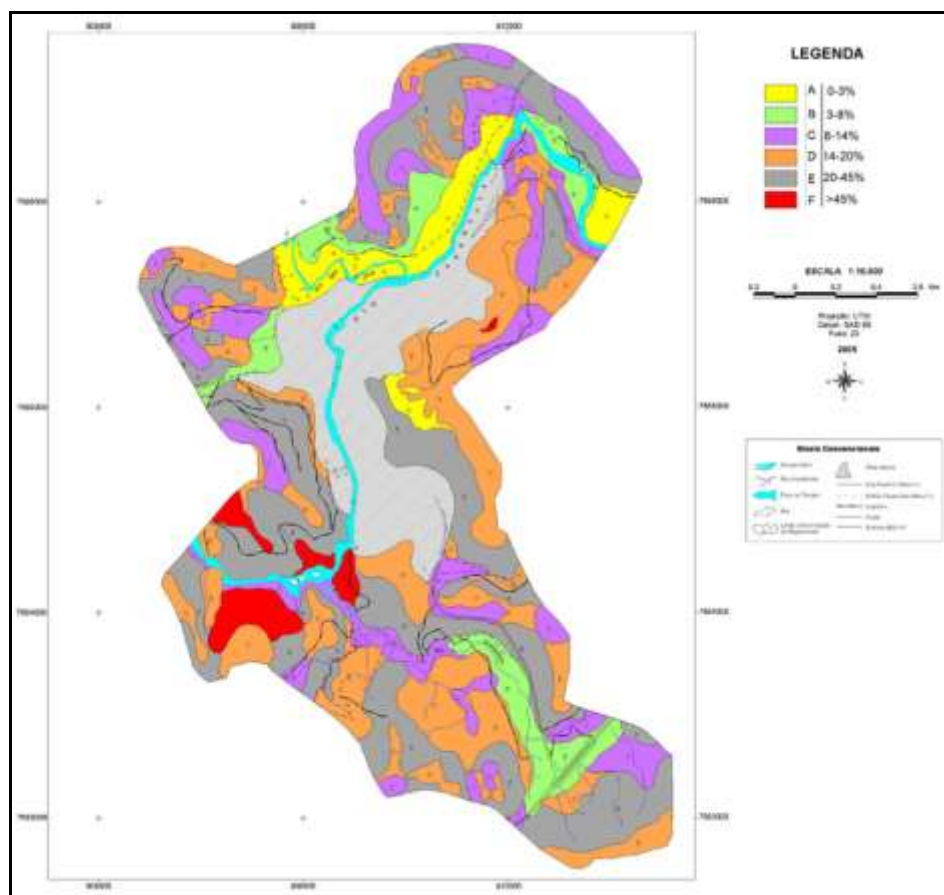


Figura 4 - Mapa de declividade da área de entorno do reservatório da UHE de Tombos

Moderado (M) - Terras moderadamente suscetíveis à erosão, onde o escoamento superficial é rápido na maior parte da área, relevo ondulado, declive entre 8% a 14%, podendo ser maior para os latossolos e solos com condições físicas favoráveis. Terras dessa classe são facilmente erodíveis, exceto aquelas muito permeáveis. Estas características, apesar de serem indicativas de um potencial erosivo mais forte, são atenuadas em função das classes de solo e declividade predominantes, declive ondulado no limite inferior da classe, e também, pela cobertura atual, ausência de atividades antrópicas ou presença de práticas agrícolas adequadas. No manejo recomenda-se práticas como terraços com base larga, cordões, diques, aração mínima, rotação de culturas, culturas em contorno, pastoreio controlado; engloba unidades com declive C. No mapa corresponde a classe 4 de suscetibilidade à erosão, ocorre em 71,11ha, correspondendo a 12,84% da área de estudo.

Forte (F) – Composta de terras muito suscetíveis à erosão, o escoamento superficial é muito rápido, na maior parte da área. O relevo é ondulado, declives entre 14% a 20%. Na maioria dos casos, a prevenção a erosão é difícil e dispendiosa. Deslizamentos e quedas de blocos podem ocorrer. No manejo dos solos nessa classe, deve usar práticas como terraços em patamar, em nível, banquetas individuais, interceptadores, controle de voçorocas, cobertura morta no inverno e viva no verão, engloba unidades com declive D. No mapa corresponde a classe 3 de suscetibilidade à erosão, ocorre em 125,13ha, correspondendo a 22,60% da área de estudo.

Muito Forte (MF) – Composta de terras fortemente suscetíveis à erosão, o escoamento superficial é muito rápido, o relevo é forte ondulado, declives entre 20% a 45%. Não são recomendadas ao uso agrícola intensivo sob pena de serem totalmente erodidas em poucos anos. Trata-se de terras ou superfícies nas quais deve ser estabelecida cobertura vegetal que evite seu arrasamento. No manejo desta classe deve-se usar práticas como banquetas

individuais, interceptadores, controle de voçorocas, cobertura morta no inverno e viva no verão. Na maioria dos casos, a prevenção a erosão é difícil e dispendiosa. Deslizamentos e quedas de blocos podem ocorrer. Nesta classe o solo deve estar sempre coberto, pastagem ou silvicultura com restrições podem ser usadas, mas pode ser antieconômico cultivar nessas áreas; engloba unidades com declive E. No mapa corresponde a classe 2 de suscetibilidade à erosão, ocorre em 182,20ha, correspondendo a 32,90% da área de estudo.

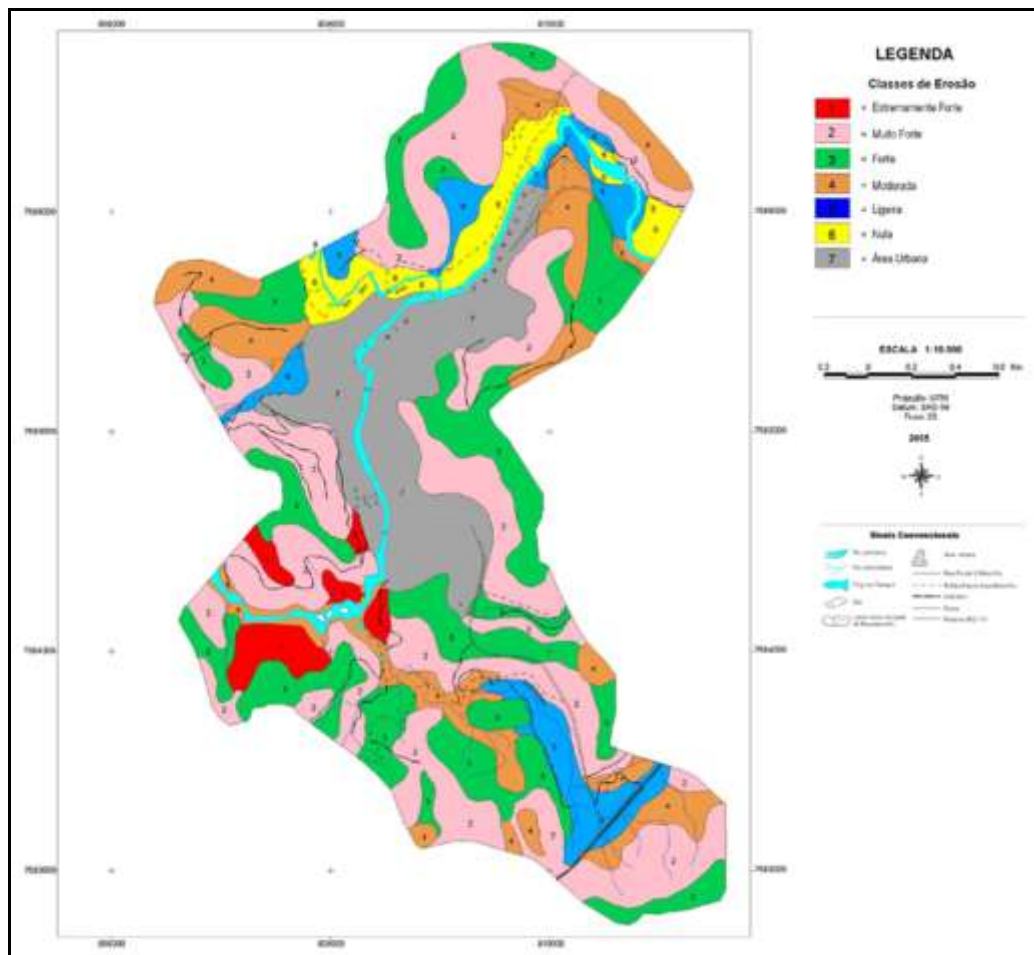


Figura 5 - Mapa de suscetibilidade dos solos à erosão da área de entorno do reservatório da UHE de Tombos.

Extremamente Forte (EF) – Composta de terras altamente suscetíveis à erosão, o relevo é montanhoso e escarpado, com declives superiores a 45%. Pelas características mencionadas, é evidente que qualquer alteração nesta classe irá desencadear a aceleração dos processos erosivos, envolvendo deslizamentos e quedas de blocos. No manejo, envolve práticas conservacionistas intensas e técnicas economicamente pouco viáveis. São por excelência destinadas à preservação da flora e da fauna ou revegetação; engloba unidades com declive F. No mapa corresponde a classe 1 de suscetibilidade à erosão, ocorre em 16,05ha, correspondendo a 2,90% da área de estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Tombos apresenta relevo movimentado e um mosaico de paisagens que foram sendo alteradas ao longo dos anos, devido as constantes e sucessivas intervenções antrópicas, em função de diferentes usos do solo. Antes da implantação do atual perímetro

urbano e construção do reservatório, as margens do rio Carangola eram protegidas por mata ciliar que se estendia até o terço inferior do terreno, a partir deste ponto, a vegetação alternava para floresta tropical semidecídua. As alterações transformaram as florestas do município em imensas áreas de pastagens, muitas das quais encontram-se hoje, degradadas, restando apenas pequenas manchas de florestas secundárias, assim mesmo, restritas as áreas de maiores altitudes, nos trechos onde a floresta ocupava encostas e vales mais suaves, a vegetação encontra-se bastante alterada, como é o caso da mata ciliar (Calderano Filho *et al.* 2005a e 2005b). A ocupação e o uso do solo sem um planejamento adequado vem acarretando a retirada da cobertura florestal de áreas consideradas vulneráveis, como margens de corpos hídricos, topos de morros e áreas com alto grau de degradação. Deve-se recuperar estas áreas.

A agricultura e pecuária são as atividades econômicas mais importante no município. A produção agrícola do município é bastante modesta, com destaque para as culturas de arroz, feijão, milho, café, plantio de capim napier e cana forrageira, com predomínio da cafeicultura e da pecuária de leite (IBGE, 2000). Devido às condições existentes e ao baixo aproveitamento das lavouras, existe hoje uma grande preocupação local em diversificar, incentivando outras atividades e, estuda-se o desenvolvimento da olericultura, fruticultura e suinocultura.

Um dos fatores que impedem maior aproveitamento, quanto ao uso do solo, é a topografia local bastante movimentada. 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 que compõem a paisagem local. Essa ocupação provoca inúmeras transformações ambientais, que acabam constituindo-se em conflitos de uso da terra. A utilização correta do solo exige práticas conservacionistas intensivas. Recomenda-se a introdução de práticas de conservação de solo e água, como o terraceamento, o cultivo em nível, a rotação de culturas e a implantação de cordões vegetados com o capim vetiver, e a introdução de sistemas agroflorestais como forma correta de explorar as áreas íngremes e para arborização de pastagens.

Os argissolos são, depois dos latossolos, os solos mais representativos na área de estudo. São, estes, que apresentam maior susceptibilidade para a erosão hídrica. Os cambissolos ocorrem localmente de forma quase que isolada principalmente nas partes côncavas, 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 humidade 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 e, conseqüentemente, haverá um maior escoamento e menos água disponível para as plantas.

As recomendações propostas e as medidas de minimização implementadas visaram essencialmente corrigir os impactos ambientais negativos que foram se instalando ao longo do tempo, com as atividades desenvolvidas no município, e que particularmente contribuíram para o passivo ambiental existente. Pode-se afirmar que as atividades atualmente desenvolvidas na área do entorno do reservatório não causam impactos negativos de caráter irreversível na área onde se insere, na sua envolvente e nas populações mais próximas. O desmatamento da vegetação e as queimadas são os principais impactos, que acontece basicamente em toda a área do entorno. Além do exposto, verifica-se também alguma degradação qualitativa em certas zonas onde a atividade antrópica (agricultura, indústria incipiente e deposição de lixo) põe em risco sistemas hidrogeológicos de interesse local.

Antes de iniciar a revegetação do morro do cruzeiro, foi necessário controlar os focos de erosão e recuperar as áreas degradadas como a voçoroca na estrada de acesso ao topo do morro do cruzeiro, cujo agravamento se deu, com a abertura da estrada. Para o controle dessa voçoroca, foram necessárias medidas específicas para as particularidades do local, que reduziam a velocidade e energia da água à montante do morro e ao longo dele. As práticas mecânicas e vegetativas implementadas para controle e estabilização de processo de voçorocamento se mostraram bastante eficientes.

CONCLUSÕES

Através de uma metodologia que combinou técnicas de campo, laboratório e geoprocessamento, foi possível caracterizar os elementos componentes da paisagem, permitindo melhor compreensão dos recursos ambientais com suas potencialidades e limitações, identificar áreas frágeis, gerar subsídios para uma maior precisão e agilidade no manejo das práticas de uso e conservação do solo da área de entorno do reservatório e indicar medidas de mitigação, visando reduzir o processo erosivo da bacia hidrográfica e o assoreamento do reservatório. A partir das informações produzidas foi possível também, elaborar um plano de manejo conservacionista para a área, com base na realidade local, bem como subsidiar a revegetação do morro que circunda o reservatório com o plantio de espécies arbóreas. As ações de recuperação paisagística promovidas com a revegetação do morro do cruzeiro, produziram benefícios ambientais, controlando a erosão e bloqueando um processo contínuo de perda de solo na área de entorno e, redução do volume de sedimentos que aportava no leito do reservatório. Essas ações permitiram uma reconversão ambientalmente sustentada da área de entorno do reservatório, o respeito pelo meio ambiente, e o aumento do volume de água captado pela microbacia de entorno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y. & CARNEIRO, C. D. R. Delineamento de Além Paraíba. An. Acad.bras.Ciênc, Rio de Janeiro, 47(3/4):575, 1975.
- ANDRADE, A.G & CALDERANO FILHO, B. Diagnóstico edafológico do entorno do reservatório da UHE de Tombos, para fins de recuperação de áreas degradadas. XVI Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, Aracaju 2006, Aracaju (SE).
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F.(1999). Conservação do solo. São Paulo: Ícone -4ed.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI, JR. Equação de perdas de solo. Boletim Técnico Instituto Agrônômico, n.21, p.25, 1975.
- BRADY, N. C. (1989). Erosão do solo e seu controle. *In*: Natureza e propriedades dos solos. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, pp.614-655.
- CALDERANO FILHO, B.; FONSECA, O. O. M.; CAPECHE, C. L.; SILVA, E. F. Solos e Aptidão Agrícola das Terras da Microbacia Janela das Andorinhas. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 25., 1195, Viçosa. Anais....SBCS; UFV, 1995. p.1693-1695.
- CALDERANO FILHO, B. 2002, Abordagem Sistêmica como Subsídios para o Planejamento Ambiental da microbacia do Córrego Fonseca. 60p. Exame de qualificação (Mestrado em Geografia) - Departamento de pós-graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro
- CALDERANO FILHO, B, ANDRADE, A. G. Diagnóstico Ambiental da área do entorno do reservatório da UHE de Tombos, MG. Rio de Janeiro, 2005a. 51 p. (Embrapa-Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).
- CALDERANO FILHO, B, ANDRADE, A. G., PRADO, R.B., SILVA, J.S. Uso e Cobertura das Terras da área do entorno do reservatório da UHE de Tombos, MG. Rio de Janeiro, 2005b. 55 p. (Embrapa-Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).
- CALDERANO FILHO, B, ANDRADE, A. G., PRADO, R. B., SILVA, J. S. Caracterização dos Solos da área do entorno do reservatório da UHE de Tombos, MG. Rio de Janeiro, 2005c. 62 p. (Embrapa-Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).
- CARVALHO, A P. Solos do arenito Caiuá. *In*: Solos Altamente Suscetíveis à Erosão. Ed. Pereira, Vicente de Paula. UNESP/SBCS, 1992. P.39 – 50.
- ELETROBRÁS - CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S. A. Curso de segurança de barragens: Sedimentologia. Itaipava, RJ: ELETROBRÁS/DCCP, 1982. 91p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa - CNPS; Brasília, DF: Embrapa SPI, 2006. 315 p.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Definição e notação

de horizontes e camadas do solo. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1988. 54 p. (EMBRAPA-SNLCS. Documentos, 3).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed.ver.atual. Rio de Janeiro, 1997, 212p.

IBGE. Censo Demográfico de 2000. Características de município de pequeno porte demográfico.

GUERRA, A. J. T. (1998a). Erosão, Impactos Ambientais e Conservação dos Solos. *In*: GUERRA, J. T.; CUNHA, S. B. da (org.). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, pp.187-189.

GUERRA, A.J.T. (1998b). Processos erosivos nas encostas. *In*: Geomorfologia - uma atualização de bases e conceitos. Orgs. A.J.T. Guerra e S.B. Cunha, Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 3ª edição, 149-209.

GUERRA, A.J.T. (1999). O Início do Processo Erosivo. *In*: Erosão e Conservação dos Solos. Orgs. A.J.T. Guerra, Silva A. S da. e Botelho, R.G. M, Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 17-50.

HUDSON, N.W. Soil Conservation. Ithaca: Cornell University Press, 1971. 324p.

Koeppen, W. 1948. Climatologia; versão para o espanhol de Pedro R. Hendrichs Pérez. México, Fundo de Cultura Econômica, 466 p.

LEMOS, R.C. de; SANTOS, R.D. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 3.ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 83p.

MENDES, W. Relação entre os graus de limitação do uso do solo por suscetibilidade à erosão e às unidades de mapeamento de solo. Revista Brasileira de Geografia, FIBGE, 1982, Ano 44 n.3 (445 – 476).

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL. Secretaria de Coordenação da Amazônia. Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológico – econômico pelos estados da Amazônia Legal, Brasília, DF, 1997. 43p.

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

RESENDE, M. Características do solo e da paisagem que influenciam a susceptibilidade à erosão. *In*: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, Campinas, 1992. Anais. Campinas: Fundação Cargill, 1992. p.32-67.

RESENDE, M; ALMEIDA, J.R. de. Modelos de predição de perdas de solo: uma ferramenta para manejo e conservação do solo. Informe Agropecuário, v. 11, n. 128, p.38-54, 1985.

DRM 1982 in RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Turismo Departamento de Recursos Minerais. DRM, Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro, Folha Nova Friburgo. Escala 1:50.000. DRM 1982.

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

ROSS, J. L.S. Geomorfologia Ambiente e Planejamento. São Paulo: Contexto, 2000. 85 p.

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

THORNTWAITHE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. Centerton: Laboratory of Climatology, 1955. 104 p. (Publications in Climatology, 2).

WISCHMEIER, W.H.; MANNERING, J.W. Relation of soil properties to its erodibility. Soil Science Society of America Proceedings, v.33, p. 13 1-137, 1969.

WISCHMEIER, W.H ; JOHNSON C.B.; CROSS B.V. A Soil Erodibility Nomograph for Farmland and Construction Sites. Journal of Soil Water Conservation. v.26, p.189-193,1971.

VAN OOST, K.; GOVERS, G.; DESMET, P. Evaluating the effects of changes in landscape structure on soil erosion by water and tillage. *Landscape Ecology*, v.15, p.577-589, 2000.

PIMENTEL, J. C. M.; JÚNIOR, D. & RESENDE, M. Caracterização das pastagens naturais das pedopaisagens côncava e convexa do Planalto de Viçosa – MG. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.11, n.1, p.168-187. 1982.

QUINTEIRO, F. Q. L. Levantamento do uso da terra e caracterização de ambiente da bacia hidrográfica do rio Turvo Sujo com a utilização de aerofotos não-convencionais. Viçosa: UFV, 1997. 91p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.