

## DELIMITAÇÃO DE UNIDADES AMBIENTAIS COM SUPORTE DE SIGS, COMO SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO GEOAMBIENTAL DE PAISAGENS RURAIS MONTANHOSAS

Braz Calderano Filho<sup>1</sup>  
Helena Polivanov<sup>2</sup>  
Antônio José Teixeira Guerra<sup>3</sup>  
Cesar da Silva Chagas<sup>4</sup>  
Waldir de Carvalho Júnior<sup>5</sup>  
Sebastião Barreiros Calderano<sup>6</sup>

### RESUMO:

O trabalho teve o objetivo de estudar e delimitar unidades ambientais, com apoio de técnicas de geoprocessamento e SIGs, para fins de planejamento geoambiental de paisagens rurais montanhosas, ocupadas com agricultura familiar. A área de estudo situa-se na região serrana do estado do Rio de Janeiro, localizada na divisa dos municípios de Bom Jardim, Nova Friburgo e Duas Barras. Os tipos de paisagens detectadas na área foram identificadas, caracterizadas, analisadas e agregadas em unidades relativamente homogêneas, compartimentadas em função da estrutura e escultura do meio e discretizadas com base nos conteúdos geológicos, geomorfológicos, pedológicos e climáticos. Em cada uma das unidades definidas associou-se um conjunto de indicações relativas, as suas limitações e potencialidades, ofertas e restrições ambientais, fragilidades e riscos. Construiu-se também uma Base de Dados Espaciais (BDE) em ambiente SIG, composta de mapas temáticos na escala 1:10.000, que foram associadas com informações socioeconômicas, de pluviosidade e de áreas protegidas por legislação específica ou reservas existentes, constituindo um conjunto de informações agro-socioambientais que associada ao uso do SIG permitiu gerar mapas derivados. A metodologia utilizada no trabalho combinou técnicas de campo, laboratório e geoprocessamento e possibilitou diagnosticar e efetuar a análise integrada das unidades ambientais, como indicar diferentes usos da terra por unidade delimitada. Os resultados contribuem para o desenvolvimento da cartografia ambiental, em escala de detalhe, da paisagem da serra do Mar.

**Palavras-chave:** Planejamento Geoambiental, Cartografia temática, Geoprocessamento e Sistema de Informação Geográfica (SIG).

### DELIMITATION OF ENVIRONMENTAL UNITS WITH SUPPORT OF GIS, AS SUBSIDY TO PLANNING GEO-ENVIRONMENTAL OF MOUNTAINOUS RURAL LANDSCAPES

**ABSTRACT:** This paper aims to assess and to outline environmental units, with the aid of geoprocessing and GIS techniques, in order to plan geoenvironmental rural landscapes in a mountainous region of Rio de Janeiro State, under family agriculture. The types of landscapes outlined in the study area have been identified, characterized, analysed and put together in relatively homogeneous units, due to their structure, based on their geological, geomorphological, pedological and climatic characteristics. In each unit there has been an association of its limitations and potentials, environmental offers

<sup>1</sup> MSc. Geografia, Doutorando em Geologia IGEO/UFRJ, [braz@cnps.embrapa.br](mailto:braz@cnps.embrapa.br);

<sup>2</sup> Dra. Geologia, Profa. Adjunta IGEO/UFRJ, [polivanov@gmail.com](mailto:polivanov@gmail.com);

<sup>3</sup> PhD. Geografia. Prof. Adjunto IGEO/UFRJ, [antoniotguerra@gmail.com](mailto:antoniotguerra@gmail.com);

<sup>4</sup> Dr. Ciência do Solo. Embrapa -Solos, [Cesar@cnps.embrapa.br](mailto:Cesar@cnps.embrapa.br);

<sup>5</sup> Dr. Ciência do Solo. Embrapa -Solos, [Waldir@cnps.embrapa.br](mailto:Waldir@cnps.embrapa.br);

<sup>6</sup> MSc. Geologia. Embrapa-Solos [sebast@cnps.embrapa.br](mailto:sebast@cnps.embrapa.br)

and restrictions, hazards and fragilities. A Data Basis has been constructed in GIS, based on thematic maps, on 1:10,000 scale, which have been associated with socioeconomic information, rainfall and protected areas, based on the legislation, making a set of agroenvironmental informations, which associated with GIS, allowed us to generate the maps. The methodology used in this study, combined field work techniques, laboratory techniques and geoprocessing and consequently, allowed us to assess and to make the integrated analysis of the environmental units, as well as to indicate different land uses per unit. The results obtained with this research work allow us to contribute to the enhance of the digital and environmental cartography, in detailed scale, on the Serra do Mar landscape.

**Keywords:** Environmental planning, Geoprocessing and SIG.

---

## INTRODUÇÃO

Em áreas montanhosas de ecossistemas frágeis na serra dos Órgãos, ocupadas com agricultura familiar, o uso sustentável da paisagem com o mínimo de degradação, exige o conhecimento das limitações e potencialidades dos componentes ambientais e informações, em escalas adequadas dos elementos físico-bióticos componentes da paisagem, para subsidiar o gerenciamento dos recursos naturais.

Como unidade complexa, a paisagem é o produto resultante da combinação de inter-relações e interações de elementos físico-bióticos, associados às ações da interferência humana, que por sua vez formam um conjunto complexo de unidades interativas menores, com certa similaridade ou homogeneidade (Troll, 1971,1972; Zonneveld 1989, 1990; Coelho Neto 1994; Calderano Filho 2003). Forman & Godron, (1987), consideram a paisagem como um mosaico de ecossistemas entre os quais se estabelecem fluxos ou trocas de energia e/ou de matéria, indicando um certo grau de interdependência, e configurando-a como um sistema aberto. Os elementos da paisagem variam não apenas quanto à sua natureza, mas também nas suas respectivas dimensões espaciais e temporais, o que implica numa heterogeneidade de escalas de tempo de resposta às aplicações das forças naturais e de forças antropogênicas, que imprimem transformações na paisagem (Coelho Neto 1994).

As ações humanas sobre a base de recursos naturais, sem levar em consideração a importância da interação dinâmica existente entre os componentes ambientais (clima, água, relevo, rocha, solo e vegetação), além de comprometer o equilíbrio ecológico, faz com que o processo de degradação logo se instale (Calderano Filho (2003). Na busca de alternativas sustentáveis para a utilização de áreas de equilíbrio delicado ocupadas com agricultura familiar, a compartimentação da

paisagem em unidades homogêneas pode ser um bom modelo de trabalho, contribuindo para o uso sustentável destas áreas. A compartimentação do modelado com suas amplitudes, gradientes topográficos e formas, além de permitir estratificar o ambiente em unidades homogêneas, contribuem e muito para o planejamento do uso e manejo das terras, particularmente quando em escalas compatíveis com a necessidade de comunidades rurais.

Estudos de compartimentação da paisagem tem sido feitos de forma bastante variada e diferenciada, em função de aspectos relacionados à metodologia utilizada e aos objetivos da aplicação. Exemplos de trabalhos nessa linha são encontrados em Tricart & Sotchava (1972); Kiewitdejonge, (1992); Witter et. al., (1991, 1993a e 1993b); Silva (1993); Becker & Egler (1996); Schaefer, (1997); Dantas (2001); Dias (2002), Calderano Filho (2003).

Para Silva (1993), unidade geoambiental é uma entidade espacializada com um conjunto de atributos afins. Já as unidades territoriais básicas são células elementares de informação e análise para estudos de planejamento, são entidades geográficas que contém atributos ambientais que permitem diferenciá-las de suas vizinhas, ao mesmo tempo em que possui vínculos dinâmicos que a articulam a uma complexa rede integrada por outras unidades territoriais (Becker & Egler 1996).

No contexto deste trabalho, unidade ambiental pode ser entendida como uma entidade geográfica que apresenta certa homogeneidade com relação a determinados atributos ambientais e/ou fatores geobiofísicos e, acomoda uma ou várias feições geomorfológicas e pedológicas. Com base nos princípios da "Teoria Geral de Sistemas" (TGS), Calderano Filho (2003), a partir da interação da abordagem sistêmica com o diagnóstico agroambiental, via cruzamento de informações geocológicas, definiu unidades ambientais com base na estrutura e escultura da paisagem, considerando que estas refletem características e qualidades estáveis do meio. Assim, as unidades delimitadas retratam um maior nível de homogeneidade, menor nível de diversidade interna e maior coerência entre os componentes, com características intrínsecas próprias que as individualizam estando portanto sujeitas às mesmas ofertas, restrições e limitações impostas pelo meio (Calderano Filho, 2003).

Nesse sentido, os objetivos deste trabalho foram o de estabelecer unidades ambientais e efetuar a sua caracterização geoambiental, visando gerar subsídios para o planejamento geoambiental em áreas de equilíbrio delicado na serra dos Órgãos, ocupadas com pequenas propriedades rurais. Assim, o trabalho apresenta uma abordagem aplicada no estudo dos componentes ambientais da

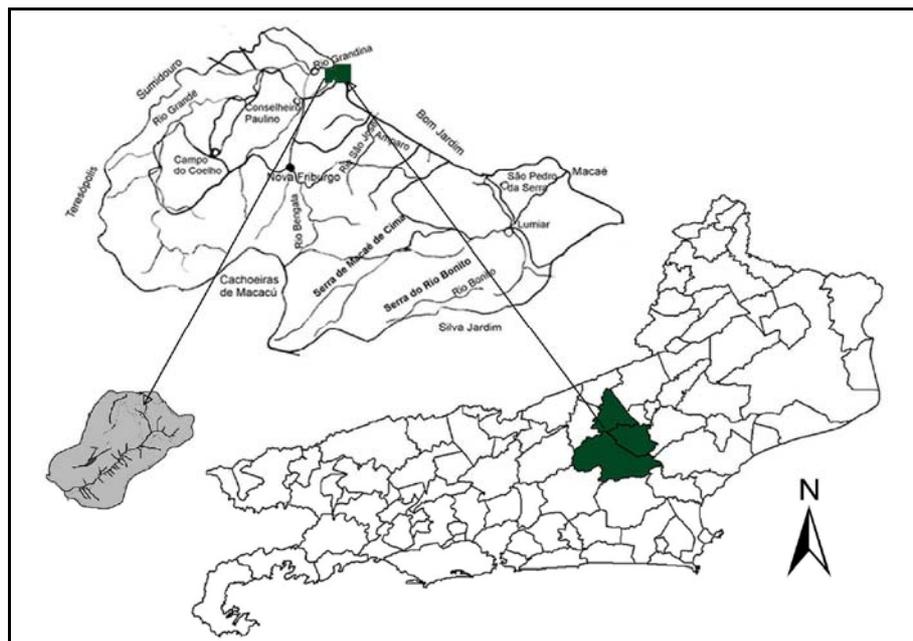
paisagem e na delimitação, caracterização, individualização e análise de unidades ambientais, componentes da área de estudo, com a indicação de alternativas sustentáveis de utilização das terras por unidade delimitada.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Área de Estudo**

A área escolhida como estudo de caso localiza-se próximo às divisas dos municípios de Nova Friburgo, Bom Jardim e Duas Barras, região serrana do estado do Rio de Janeiro (Figura 1). Ocupada por pequenos produtores em regime de agricultura familiar com unidades de pequena dimensão e, condicionada por fortes limitações geobiofísicas. Insere-se no domínio das escarpas de blocos falhados, com segmentos da serra do Mar localmente conhecidos como serra dos Órgãos, onde, predominam rochas intrusivas granitóides arqueanas designadas Batólito Serra dos Órgãos e rochas migmatizadas proterozóicas atribuídas à unidade Rio Negro, ambas as unidades são atribuídas ao Pré-Cambriano (DRM 1982). Em menor extensão, ocorrem terrenos do Quaternário (Holoceno) representados pelos depósitos aluviais inconsolidados de consistência arenosa e silto-argilosa.

O tipo climático predominante na área é o tropical mesotérmico brando super úmido (Nimer,1977). A temperatura média anual é de 18°C, com total pluviométrico de 1947 mm em média, sendo dezembro o mês de maior índice, e julho o mês mais seco ANA (2007). A vegetação natural é representada pela floresta tropical perenifólia nas partes altas e a floresta tropical perenifólia de várzea nas partes baixas. O uso da terra é bastante diversificado com plantio de culturas de ciclo curto, fruticultura, silvicultura e criação de Cabras.



**Figura 1** – Localização da área de estudo

## **Metodologia**

Os procedimentos metodológicos utilizados nesse trabalho envolveram a aquisição de dados por meio de levantamentos de campo, consultas a fontes bibliográficas e a operacionalização dos mesmos, com a utilização de SIG. A escala 1:10.000 foi escolhida como a mais indicada para dar respaldo a análise desejada, permitindo sugerir cuidados relativos ao uso e manejo do solo e da água por pequena propriedade rural.

Como material cartográfico básico, utilizou-se restituição planialtimétrica na escala 1:10.000, com curvas equidistantes de 10 em 10m, fotografias aéreas verticais escala 1:20.000, ortofotocartas 1:20.000 elaboradas a partir de fotografias aéreas verticais de 1:20.000 e aparelho de GPSMAP (Garmin 76csx).

As informações básicas requeridas para esse trabalho foram extraídas do diagnóstico agroambiental da área, na escala 1:10.000 realizado por Calderano Filho (2003), onde foram estudados os elementos físico-bióticos componentes da paisagem (solos, declividade, geomorfologia, estrutura geológica, rede de drenagem, estrutura fundiária, uso e cobertura dos solos e vegetação). O mapa pedológico da área, elaborado por Calderano Filho et. al., (2004) na escala 1:10.000, foi ajustado no SIG e convertido ao sistema brasileiro de classificação de solos, de acordo com EMBRAPA (2006).

## **Delimitação das unidades**

A individualização e compartimentação das unidades ambientais ou unidades físicas homogêneas foi feita com base na estrutura e escultura da paisagem, ou seja nos conteúdos geológicos, geomorfológicos, pedológicos e climáticos, além da fitofisionomia da vegetação florestal. Os mapas temáticos produzidos com o diagnóstico agroambiental foram armazenados em uma base de dados espaciais (BDE). A superposição das informações contidas na BDE, aliadas às informações de fotointerpretação e trabalho de campo, forneceram o alicerce básico para a delimitação e análise das unidades ambientais.

Segundo a metodologia de espacialização adotada foi possível separar sete diferentes compartimentos ou unidades ambientais, conforme apresentado nas tabelas 1 e 2. Uma vez delimitadas, as unidades foram descritas e analisadas pela ocorrência das características edafoambientais locais. No que concerne às unidades ambientais, mesmo reconhecendo a existência de interdependência entre as mesmas, principalmente no que se refere ao fluxo de água e sedimentos, é possível analisá-las separadamente. Nas unidades delimitadas, cabem quase que somente manejos adequados, em decorrência das limitações das terras estarem agrupadas nos solos, declividade e nas condições ambientais distintas a cada compartimento.

Nessa forma de abordagem, as unidades ambientais, por refletirem características e qualidades estáveis do meio e estarem sujeitas às mesmas ofertas e restrições ambientais impostas pelo meio, têm papel fundamental na indicação de alternativas sustentáveis de utilização das terras. Por unidade ambiental foram separados os níveis de fragilidade ambiental, com base no potencial erosivo das terras e nos elementos físico-bióticos componentes da paisagem, considerando para isso, as informações produzidas com o diagnóstico agroambiental.

## **Base de dados espaciais e SIGs**

O projeto da base de dados foi estruturado no ArcGis 9.2, na projeção UTM, Datum SAD 69, fuso 23S com implementação de fotografias aéreas e mapas temáticos produzidos. As fotografias aéreas em formato TIF foram georeferenciadas, a restituição planialtimétrica, em formato DWG, foi editada no SIG, extraindo em formato Shape para a área de estudo os layers de drenagem, limites, estradas, pontos cotados e curvas de nível. Numa etapa posterior colocou-se a topologia nas curvas, efetuaram-se os ajustes e foram eliminadas as informações inconsistentes, obtendo-se dessa

forma, a base cartográfica digital na escala 1:10.000. Com essa base, gerou-se o modelo digital de elevação (MDE), pelo interpolador TOPOGRID (Hutchinson, 1989), empregando-se o módulo *TOPOGRID* do software ARC/INFO. Para a geração do MDE foram realizados ajustes topológicos e direcionais da hidrografia, das curvas de nível e dos pontos cotados, assim a drenagem derivada numericamente (raster) e a drenagem mapeada (vetorial) de referência, passam a ser bastante coincidentes. Numa etapa de pós-processamento procedeu-se a limpeza das depressões espúrias contidas no MDE. A partir do MDE limpo foi elaborado o mapa de declividade da área e outras variáveis de interesse como direção do fluxo, fluxo acumulado, orientação das vertentes, perfil de curvatura, plano de curvatura e imagem de sombreamento do relevo. Os mapas temáticos produzidos com o diagnóstico foram ajustados à nova base. Assim, as informações contidas na Base de Dados Espaciais (BDE) auxiliaram na delimitação das unidades ambientais.

Posteriormente foi associada à base de dados espaciais (BDE) informações socioeconômicas, de pluviosidade e de áreas protegidas por legislação específica ou reservas existentes, constituindo assim, um conjunto de informações em meio digital necessárias ao SIG, para análises, cruzamentos e geração de novos mapas interpretativos, úteis ao planejamento e a caracterização das unidades delimitadas como (aptidão agrícola das terras, níveis de exigências para aplicação de insumos e corretivos, suscetibilidade dos solos à erosão, áreas de fragilidade e vulnerabilidade ambiental e vocações agroambientais, todos na escala 1:10.000, o que auxiliou na análise integrada e indicação de uso das unidades. A figura 2, ilustra os produtos cartográficos armazenados na BDE e a figura 3, ilustra os produtos da nova base de dados, após ajustes que auxiliaram na análise e caracterização das unidades.

**Tabela 1-** Matriz Diagnóstica utilizada na delimitação das Unidades.

Unidade	Relevo e Declive	Solo	Litologia	Geomorfologia	Drenagem	Cobertura Vegetal
Baixo Vale Entulhado	Plano- 0 a 3% Altitude 950 a 990 m	Gleissolo háplico, melânico e Neossolo flúvico. (álícos, distróficos e epietróficos).	Sedimentos argiloarenosos, aluviões e coluviões.	Planície de inundação com várzea	Rio meandrante com baixa capacidade de transporte e pequena velocidade da água, leito silto-argiloso	Plantios de olerícolas e fruteiras
Alveólos	Suave ondulado 3 a 8% Altitudes 990 a 1000 m e 1100m	Cambissolo húmico, háplico Gleissolo háplico, melânico e Neossolo flúvico, (álícos e distróficos).	Sedimentos argilo-arenosos, aluviões e coluviões.	Áreas entulhadas com rampas de colúvio, poucos terraços. Vale suspenso de falha contido entre os blocos rochosos.	Rede de canais perenes e intermitentes, com escoamento orientado. Maior volume de água e menor velocidade.	Plantios de olerícolas e fruteiras
Declives Suaves	Ondulado 14 a 20% Altitude 1000 a 1150 m	Cambissolo háplico, húmico Latossolo Vermelho Amarelo e Vermelho Amarelo húmico. (álícos e distróficos, textura média, argilosa e média / argilosa. Inclusão de solos rasos com drenagem imperfeita.	Depósitos coluvionares de fases diversas, em mistura com produtos de alterações das rochas do Batólito Serra dos Órgãos, unidade Rio Negro e material pré-édafizado.	Encostas colúviais, inclusão de depósitos de talus ocupando as áreas de sopé.	Rede de canais perenes e intermitentes, com escoamento orientado. Velocidade e volume de água médio.	Manchas de floresta natural e plantios de olerícolas e fruteiras, reflorestamento com eucaliptos pastagem, criação cabras.
	Ondulado 8 a 14% Altitude 1000 a 1150 m	Cambissolo Háplico, Húmico Latossolo Vermelho Amarelo e inclusão de afloramento de rocha. Solos álícos e distróficos com textura média, média/ argilosa e argilosa.	Depósitos coluvionares de fases diversas, em mistura com produtos de alterações das rochas do Batólito Serra dos Órgãos, unidade Rio Negro e material pré-édafizado.	Encostas colúviais	Idem anterior	Reflorestamento de cedro, cipreste e eucalipto, Plantios de olerícolas, fruteiras, pastagem e floresta natural.
Topos Aplainados	Ondulado C - 8 a 14% D - 14 a 20% Altitudes 1120 a 1180m e 1450 m	Latossolo Vermelho Amarelo intercalados com solos rasos. Cambissolo háplico e húmico.	leucogranito, granodiorito e biotita granito, cortados, ocasionalmente, por veios de aplogranitos, aplitos e pegmatitos; constituídas por quartzo, microlina, plagioclásios e máficos de constituintes essenciais, e titanita, magneto-ilmenita e apatita, como acessórios mais frequentes.	Encostas do cristalino, constituídas por material de decomposição "in situ" com seqüência de encostas e colinas circundadas por exposição rochosa caracterizam essa unidade	Predomínio de canais intermitentes e poucos canais perenes, mas de pequeno percurso.	Manchas de floresta, reflorestamento de eucaliptos e pastagem natural.
Declives Abruptos	Montanhoso e Escarpado > 45% Altitudes 1050 a 1150m 1020a 1400 m	Afloramento de Rocha associado a Neossolo Litólico e inclusão de cambissolos háplicos rasos	leucogranito, granodiorito e biotita granito, cortados, ocasionalmente, por veios de aplogranitos, aplitos e pegmatitos; constituídas por quartzo, microlina, plagioclásios e máficos de constituintes essenciais, e titanita, magneto-ilmenita e apatita, como acessórios mais frequentes.	Escarpas e blocos falhados, com Segmentos da serra do Mar. Afloramentos de rocha, blocos rochosos e salientes de pré-cambriano.	O escoamento é em maioria difuso e com grande velocidade. Predomínio de poucos canais efêmeros.	Vegetação rupestre com Líquens, Musgos, Bromélias recobrimdo as encostas rochosas. Reflorestamento de eucaliptos e manchas de floresta rala.
	Forte ondulado 20 a 45% Altitude 1150 a 1300m	Cambissolo háplico e húmico Latosso Vermelho Amarelo e Vermelho Amarelo húmico. Afloramento de Rochas e inclusão de Neossolo Litólico.( álícos e distróficos com textura média, média/argilosa e argilosa	leucogranito, granodiorito e biotita granito, cortados, ocasionalmente, por veios de aplogranitos, aplitos e pegmatitos; pequena porção a NE biotita gnaisse bandeado sempre constituídas por quartzo, microlina, plagioclásios e máficos como constituintes essenciais, e titanita, magneto-ilmenita e apatita, como acessórios mais frequentes.	Escarpas e blocos falhados, com Segmentos da serra do Mar. Encostas do Cristalino, constituídas por material de decomposição "in situ" circundadas por exposição rochosa. Inclue depósitos de talus ocupando as áreas de sopé.	Predomínio de canais perenes intermitentes com escoamento orientado, maior velocidade e volume de água.	Predomínio de Fragmentos de Floresta natural. Reflorestamento com pinus, eucaliptos e cedro, cultivos e fruticultura.
Lago	Leito do lago	Nas áreas de entorno Cambissolo háplico, húmico e Latosso Vermelho Amarelo,	Sedimentos Silto - Areno argilosos	Sedimentos variados silto-areno-argilosos	Lago perene alimentado por canal afluente, com canal emissário que evita o seu transbordamento.	Presença de floresta tropical perenifolia nas margens.

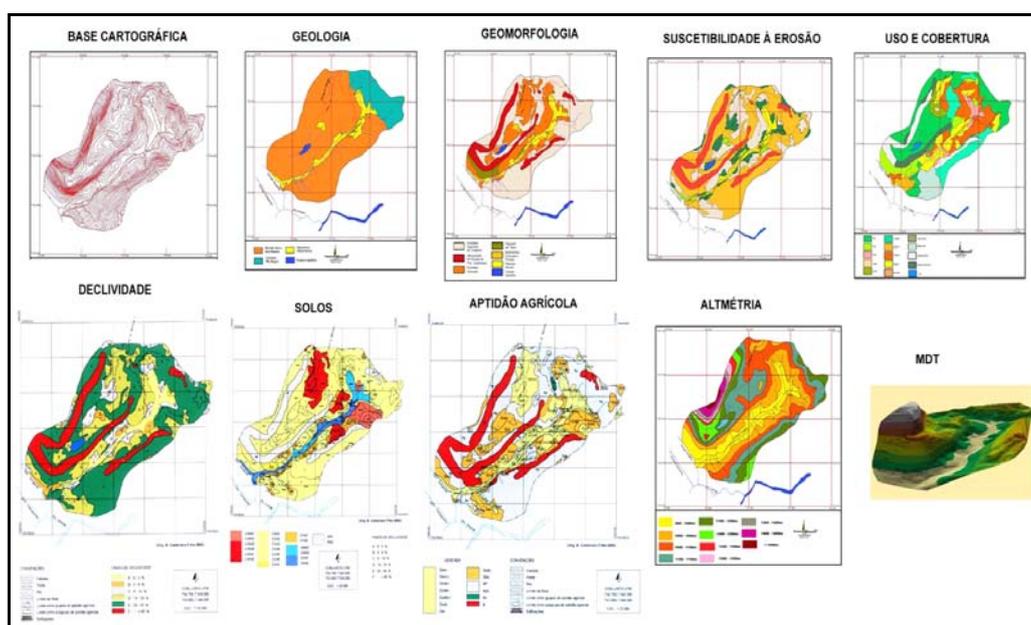
Tabela 2 – Características das unidades ambientais delimitadas.

Unidades ambientais	Formas e processos associados	Potencialidades	Riscos ambientais	CONDICIONANTES		Classes de vulnerabilidade
				Critérios	Rochosidade e pedregosidade	
Baixo vale entulhado – BVE Relevo - Plano Declive - A = 0 a 3%	Relevo plano. Tendência a sedimentação da planície e assoreamento da calha do rio sedimentos areno-silto-argilosos. Terras baixas** > infiltração	Ocupação diversificada com predomínio de olerícolas	Riscos de alagamento e inundação da planície fluvial, poluição e contaminação das águas	Vulnerabilidade moderada, condicionada por textura arenosa, presença de camadas orgânicas, risco de inundação e presença na superfície do lençol freático. Vegetação original de floresta tropical subperenifólia de várzea.	-	Moderada – M
Alvéolos intermontano – AI Relevo - Suave ondulado Declive - B = 3 a 8% Declives suaves – DS	Relevo suave ondulado, processos erosivos nas encostas e calha fluvial. Terras baixas** > infiltração	Ocupação diversificada com predomínio de olerícolas	Contaminação dos corpos líquidos e alagamentos	Vulnerabilidade baixa, condicionada por declividade e presença de gradiente na superfície, do lençol freático. Vegetação original de floresta tropical subperenifólia de várzea	-	Baixa – B
Relevo - Ondulado Declive - C = 8 a 14%	Relevo ondulado, processos erosivos nas encostas e calha fluvial. Terras intermediárias*** Infiltração maior que o escoamento.	Ocupação diversificada requerendo cuidados nas encostas e proteção das calhas, indicadas para fruticultura e olerícolas	Riscos de erosão e contaminação de fontes por nitratos e agrotóxicos, Poluição das águas, destruição das camadas Superficiais do solo.	Vulnerabilidade moderada, condicionada por declividade e textura do solo. Vegetação original de floresta tropical subperenifólia.	ligeira	Moderada – M
Relevo - Ondulado Declive –D = 14 a 20%	Relevo ondulado, processos erosivos nas encostas e calha fluvial. Terras altas*, Escoamento maior que a infiltração	Ocupação diferenciada requerendo cuidados especiais nas encostas e proteção das calhas, indicadas para fruticultura	Encostas com solos muito suscetíveis à erosão. Destruição das camadas superficiais do solo e perda do conteúdo de matéria orgânica.	Vulnerabilidade alta, condicionada por declividade e textura do solo. Vegetação original de floresta tropical subperenifólia.	ligeira	Alta – A
Topos aplainados – TA Relevo - Ondulado Declive - C = 8 a 14%	Relevo suavizado a ondulado, área geradora de clásticos, predomina processo de erosão nas encostas e calha fluvial. Terras altas*, > infiltração e< escoamento superficial	Devido a posição na paisagem, são indicadas para reserva biológica, preservação permanente e exploração de apiário	Áreas com declives entre 8 a 14%. Encostas que se forem desmatadas e usadas de forma intensiva podem sofrer intenso processo de erosão e até deslizamentos, nos períodos de maior precipitação.	Vulnerabilidade alta, condicionada por ambiente ecológico muito frágil. Vegetação original de floresta.	ligeira	Alta – A
Topos aplainados – TA Relevo - Ondulado Declive - D = 14 a 20%	Relevo suavizado a ondulado, área geradora de clásticos, predomina processo de erosão nas encostas e calha fluvial. Terras altas*, > infiltração e< escoamento superficial	Reserva biológica, preservação permanente e exploração de apiário	Áreas com declives entre 14 a 20%. Encostas que se forem desmatadas e usadas de forma intensiva podem sofrer deslizamentos, nos períodos de maior precipitação.	Vulnerabilidade muito alta, condicionada por ambiente ecológico muito frágil espessura do solum, declividade e clima. Vegetação original de floresta tropical subperenifólia.	ligeira	Muito alta – MA
Declives abruptos - DA Relevo - Forte ondulado Declive - E - 20 a 45%	Relevo forte ondulado, processos erosivos nas encostas e calha fluvial. Terras altas*, escoamento maior que a infiltração.	Ocupação diferenciada em função da fragilidade local. Reflorestamento nas encostas, com práticas e cuidados conservacionistas e floresta nas calhas e terço superior	Encostas íngremes com solos altamente suscetíveis à erosão. Destruição das camadas superficiais do solo e perda do conteúdo de matéria orgânica	Vulnerabilidade alta, condicionada por espessura do solum, textura, declividade, e pedregosidade. Vegetação original de floresta tropical subperenifólia.	moderada	Muito alta – MA
Relevo - Montanhoso e Escarpado Declive - F - > 45%	Relevo montanhoso a escarpado, predominaprocessos erosivos nas encostas. Terras altas*, < infiltração e > escoamento	Preservação Permanente	Deslocamentos, esfoliação e deslizamentos	Vulnerabilidade extremamente alta, condicionada por declividade, espessura do solum e rochosidade. Vegetação original de campo rupestre.	abundante	Extremamente alta – EA
Lago interiorizado - LI	Águas paradas, leito silto-areno-argilosos.	Preservação permanente, criação de peixes	Extravasamento inundação da planície fluvial	-	-	-

Terras altas e baixas sugerido por ( Ross, 1998 )  
\* Predomina formas denudacionais, processo de perda ; \*\* Predomina formas agradacionais, processos de acumulação \*\*\* Predomina os dois processos perda e acumulação.

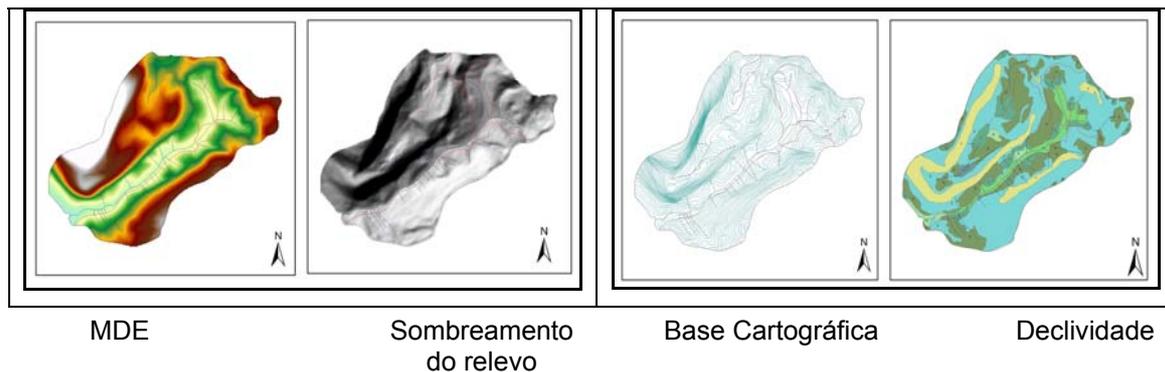
## Integração e interpretação dos dados

O diagnóstico agroambiental permitiu além do conhecimento dos componentes do meio, análises e prognóstico das condições ambientais, apoiado na caracterização de ofertas e restrições físicas e bióticas. Numa etapa final, com base na proposta apresentada por Calderano Filho (2003), efetuou-se a integração das informações contidas na BDE, o que possibilitou a delimitação final das unidades ambientais.



**Figura 2** - Bases temáticas armazenadas na BDE

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, conforme Calderano Filho (2007). Para a vulnerabilidade ambiental, as terras foram separadas em terras altas (Ross 1996), ou unidades morfológicas que apresentam formas denudacionais e estão suscetíveis a processos de perda e terras baixas, que são unidades morfológicas que possuem formas agradacionais e estão sujeitas a processos de acumulação. A avaliação da vulnerabilidade das terras foi elaborada a partir das informações contidas no diagnóstico agroambiental. Os graus de vulnerabilidade foram obtidos com o cruzamento de informações fornecidas com o diagnóstico agroambiental e a superposição temática dos mapas de solos, declive, vegetação e suscetibilidade dos solos à erosão, considerando os níveis de fragilidade ambiental.



**Figura 3** – Produtos armazenados na nova Base de dados

Detalhes da metodologia completa de trabalho com as informações sobre princípios e pressupostos da TGS, classes de solos identificadas, dados e descrição de perfis de solos, avaliação das potencialidades e fragilidades ambientais com a sugestão de um conjunto de medidas agroambientais, encontram-se em (Calderano Filho, 2003 e Calderano Filho *et.al.*, 2004).

Da análise final foi realizada com base nas interações dos fatores apresentados nas figuras 2 e 3, nos aspectos acima citados (Tabelas 1 e 2), conjugando com aspectos das interações entre os elementos geobiofísicos componentes da paisagem, as condições climáticas, o uso e cobertura atual, confrontados com as limitações apresentadas pelos ecossistemas, restrições impostas pela legislação ambiental vigente e informações socioeconômicas. Sendo que os critérios da legislação ambiental prevalecem sobre os demais e orienta a definição das indicações e recomendações de uso por unidade ambiental.

O resultado destes procedimentos foi a definição e identificação de diferentes compartimentos com características intrínsecas próprias, que permitem a sua individualidade e o reconhecimento de suas características, seus potenciais e limitações. Numa abordagem integrada que reflete a natureza e a intensidade das potencialidades e limitações impostas pelo meio frente as interferências antrópicas, São feitas recomendações de uso por cada unidade ambiental, levando-se em consideração atributos e particularidades de cada unidade ambiental delimitada.

O produto final espacializa as diferentes unidades ambientais delimitadas, como efetua a sua análise identificando suas potencialidades e restrições. Para cada uma das unidades identificadas é apresentada, uma sinopse, de indicações relativas às suas principais potencialidades, ofertas, restrições ambientais e sugeridas suas principais vocações.

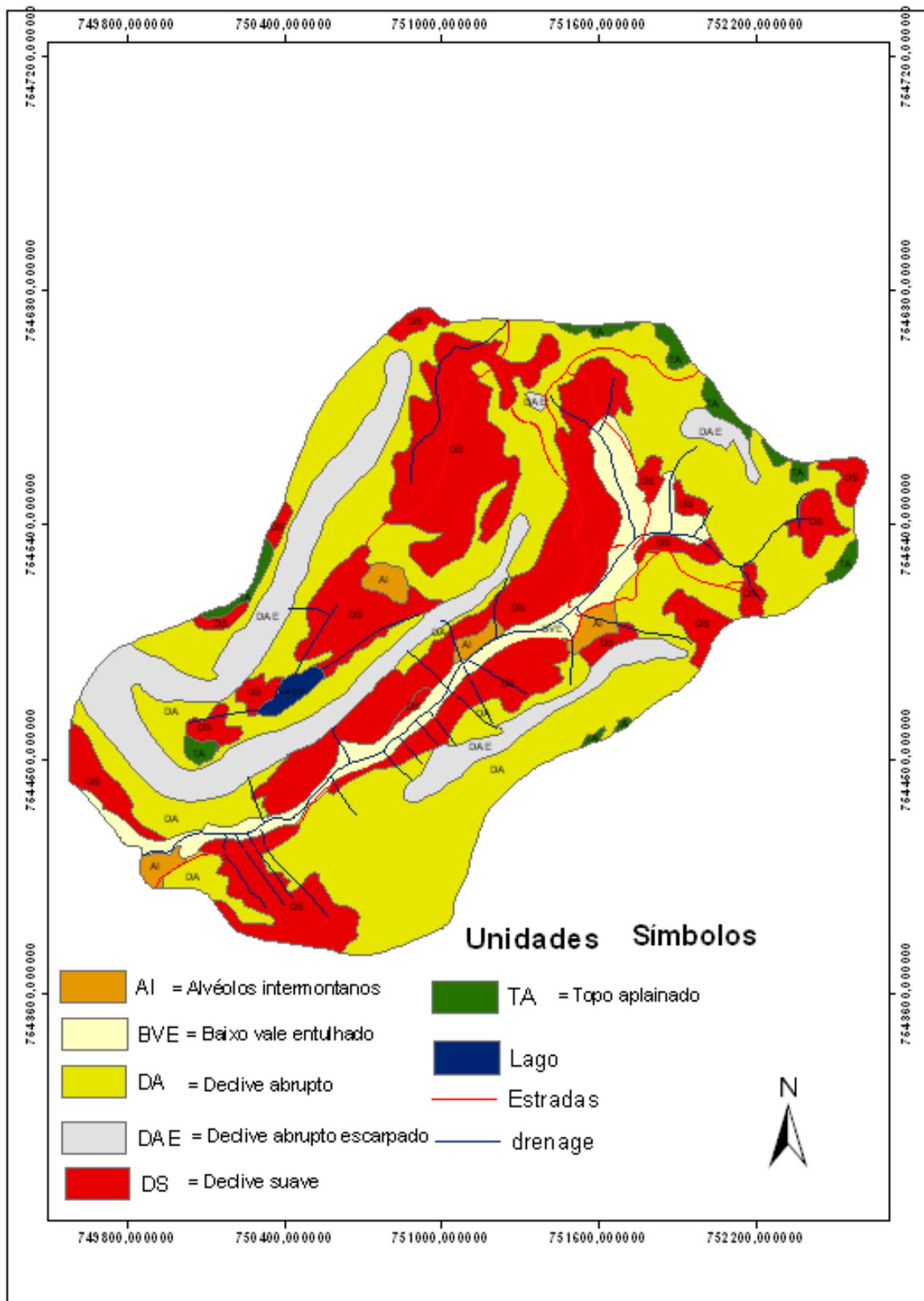
## RESULTADOS

As informações produzidas com diagnóstico agroambiental e armazenadas na BDE, permitiram além do conhecimento dos componentes do meio, análises e prognóstico das condições ambientais, apoiado na caracterização de ofertas e restrições físicas e bióticas, a caracterização geoambiental e a indicação de alternativas sustentáveis de utilização das terras por unidades delimitadas.

A metodologia utilizada para identificação e delimitação de unidades ambientais permitiu separar sete unidades ambientais. As unidades delimitadas foram: 1) - Baixo Vale Entulhado, 2) - Alvéolos Intermontanos, 3) - Declives Suaves, 4) - Topos Aplainados, 5) - Declives Abruptos, 6) - Declives Abruptos Escarpados e 7) - Lago interior. Uma vez delimitadas, as unidades foram caracterizadas e analisadas com base nos atributos, geológicos, pedológicos, geomorfológicos, pela ocorrência de características edafoambientais locais, potencialidades e limitações ecológicas e restrições ao uso.

Nessa forma de abordagem, as unidades ambientais, por refletirem características e qualidades estáveis do meio e estarem sujeitas as mesmas ofertas e restrições ambientais impostas pelo meio, têm papel fundamental na indicação de alternativas sustentáveis de utilização das terras (Calderano Filho 2003). Nas unidades delimitadas cabem, quase que somente, manejos adequados em decorrência das limitações das terras, estarem agrupadas nos solos e nas condições ambientais distintas. Para cada uma das unidades definidas é apresentada, de forma sinótica, as principais potencialidades e limitações das terras e sugeridas suas principais vocações.

Desse modo, o mapa de unidades ambientais (Figura 4), apresenta uma espacialização dos diversos ambientes que integram a paisagem da área. As unidades delimitadas são descritas a seguir, as tabelas 1 e 2 mostram os parâmetros utilizados na delimitação e características das unidades ambientais.



**Figura 4** – Mapa de unidades ambientais

## **I - Baixo Vale Entulhado - BVE**

Esta unidade geoambiental compreende toda uma feição geomórfica, quase sempre abaixo da cota de 1000 m, ocupa 25,72 ha com 6,25% da área total da microbacia. Corresponde às partes baixas de relevo plano com maior umidade e risco de inundação. Integra a unidade geomorfológica planície de inundação ou várzea do córrego Fonseca, onde predomina a unidade geológica depósitos aluvionares, com terrenos entulhados por material deposicional, que foram carreados das partes mais elevadas ou recobertos pelo processo de sedimentação. Compreende aluviões fluviais recentes e formações aluviais e coluviais mais antigas referidas ao Holoceno, constituídos em maioria de sedimentos areno-argilosos. Os solos predominantes são Gleissolos Melânicos e Gleissolos Háplicos desenvolvidos de sedimentos provenientes de deposição orgânica e de sedimentos aluviais, que ocorrem associados a Neossolos Flúvicos, desenvolvidos de material diverso, com boas condições de fertilidade natural. Ocorrem ainda, pequenas inclusões de Cambissolos de várzea, típicos da planície de inundação.

Na classe dos Neossolos Flúvicos ocorrem solos com textura errática ao longo do perfil. Nos Gleissolos há constante adubação nos horizontes superficiais para melhorar a sua fertilidade, demonstrando que esta unidade vem sendo muito utilizado com agricultura.

No manejo desse compartimento, cuidados devem ser tomados no que diz respeito ao acúmulo de água no solo durante as chuvas, devido à pequena inclinação do terreno. Nas áreas com plantio de olerícolas irrigadas, principalmente com tomate, os maiores cuidados devem ser quanto ao uso da irrigação e produtos químicos utilizados, como os agrotóxicos. A textura errática dos Neossolos, a predominância de solos com textura média, a espessura e riqueza em matéria orgânica os tornam bem mais friáveis, aliado à presença de lençol freático mais próximo à superfície, aumentando-lhes as possibilidades de contaminar os aquíferos por material tóxico neles depositados.

Os riscos de contaminação de corpos d'água, por agrotóxicos ou por dejetos humanos e de animais, e de inundação são as principais limitações. São indicados para o uso com culturas de ciclo rápido ou adaptadas ao excesso de umidade, mas com potencialidades distintas para cada uma de suas partes componentes. A suscetibilidade à erosão das terras nesta unidade geoambiental enquadra-se na classe nula, uma vez que não há risco de perda do horizonte A.

São terras com moderadas exigências de fertilizantes e baixa necessidade de calagem para manutenção e correção de seu estado nutricional. As práticas de conservação do solo estão no nível mais alto, sendo a drenagem o principal fator limitante, o que exigirá, também, seleção de culturas adaptadas ao excesso de água.

Em consequência das características dos solos que aí ocorrem, juntamente com a sua baixa capacidade adsorptiva, os caracterizam como material inadequados para receber efluentes que contenham produtos prejudiciais às plantas, aos animais e ao homem. São glebas inadequadas para a construção de aterros sanitários, construções civis, lagoas de decantação e outros usos correlatos, pela inexpressiva zona de aeração e a facilidade de contaminação dos aquíferos.

## **II - Alvéolos Intermontanos - AI**

Esta unidade geoambiental corresponde às áreas entulhadas de relevo suavizado e localizam-se nas áreas baixas. São espaços que se apresentam relativamente planos e constrictos entre as encostas colúviais, com terrenos entulhados por material deposicional, ou recobertos pelo processo de sedimentação. Essa forma de relevo integra a unidade geomorfológica sedimentos colúviais e flúviais, compondo a planície de inundação. A formação geológica pertence à unidade depósitos aluvionares, compreendendo aluviões flúviais recentes e formações aluviais e colúviais mais antigas, referidas ao Holoceno. Os alvéolos, por serem áreas de baixo gradiente, possibilitam a formação de terraços flúviais deposicionais, caracterizados como áreas de parada temporária dos clásticos. São áreas que ocorrem ora margeando a planície de inundação do córrego Fonseca, ora constricta entre as elevações colúviais, onde se desenvolvem solos com profundidade variada e drenagem imperfeita, são muito usadas com o plantio de olerícolas.

Predominam Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos, seguidos de Cambissolos Háplicos e Cambissolos Húmicos, em menor proporção, associados a Neossolos Flúvicos, sob relevo suave ondulado, desenvolvidos de material diverso e com melhores condições de fertilidade natural. Apresenta na classe dos Cambissolos Húmicos solos com drenagem imperfeita e, na classe dos Neossolos Flúvicos, solos com textura errática ao longo do perfil. Têm a fertilidade do horizonte superficial melhorada pelo uso constante da adubação.

Ocupam 11,74 ha, correspondente a 2,85% da área total da microbacia, são indicados para o uso com culturas de ciclo rápido ou adaptadas ao excesso de umidade.

O que restou da cobertura vegetal nesse ambiente, varia de fragmentos de floresta tropical perenifolia de várzea, capoeirão, e vegetação com porte arbustivo nas áreas que se encontram em descanso (pousio). Em consequência das características descritas, a suscetibilidade à erosão das terras fica na classe ligeira. Para o uso destas áreas recomenda-se a adoção de práticas conservacionistas simples em função da textura, do relevo e a posição onde ocorrem na paisagem, visando à preservação do solo e da água, acompanhadas por cuidados na restituição e manutenção da fertilidade destes solos e controle da umidade. São terras com moderadas exigências de fertilizantes e baixa necessidade de calagem para manutenção e correção de seu estado nutricional

Em termos de recomendações e potencialidades possui características bem semelhantes às áreas planas de fundo chato. Os riscos de contaminação de corpos d'água, por agrotóxicos e de inundação são as principais limitações. No manejo das águas de irrigação será fundamental o controle ou prevenção da salinização. No geral são prioritárias ao plantio de olerícolas, mas com potencialidades distintas para cada uma de suas partes componentes.

### **III - Declives Suaves - DS**

Esta unidade geoambiental, correspondente às encostas onduladas colúviais compostas de material deposicional, compreende as partes menos elevadas das encostas, com terrenos compostos de material transportado de outros setores e aí depositados. Apresentam grande colúviação, com rampas de colúvio, em contato direto com as áreas planas e suaves onduladas. Insere-se na unidade geomorfológica encostas colúviais, com predomínio de rochas do Batólito Serra dos Órgãos e da Unidade Rio Negro do Pré-Cambriano, somadas a grande mistura de material de colúviação de fases diversas, muitos constituídos de material pré-edaforizado com retrabalhamento local. Corresponde a 142,02 ha, ocupando 34,51% da área total da microbacia.

Tem como características solos profundos, intercalados em menor proporção, com solos pouco profundos, onde predominam os Cambissolos Háplicos, seguidos de Latossolos Vermelhos Amarelos, Cambissolos Húmicos e Latossolos Vermelhos Amarelos Húmicos, em menor proporção. Na classe dos Cambissolos Háplicos ocorrem solos com drenagem imperfeita, solos com fase rochosa e solos intergráides com a classe dos Latossolos. O maior predomínio é de Cambissolos Háplicos e Latossolo Vermelho-Amarelo.

A posição na paisagem, o relevo, predomínio de solos de textura média, a erodibilidade dos solos e o risco de contaminação de aquíferos e fontes localizadas no sopé da serra são os principais fatores limitantes da unidade. Devido à elevada permeabilidade interna e a baixa capacidade adsorptiva dos solos que aí ocorrem, são grandes as possibilidades de contaminação dos aquíferos e fontes, por material tóxico neles depositados ou pelo uso constante de pesticidas nas lavouras. Evidentemente, são terras indicadas para usos diversos, mas por serem consideradas “áreas nobres” e escassas, devem ser prioritariamente exploradas com lavouras.

Na situação de relevo ondulado declive D, a suscetibilidade à erosão das terras fica na classe forte. Na situação de declive C, a suscetibilidade das terras à erosão fica na classe moderada. Para as unidades de solos com textura argilosa/média, o risco maior é com desabamentos nos cortes das estradas vicinais e a deterioração das suas condições de trafegabilidade. Os latossolos, embora com baixa suscetibilidade a erosão nas condições naturais, apresentam erosão hídrica quando utilizados com agricultura intensiva devido à declividade elevada. Para o uso destas áreas, recomenda-se a adoção de práticas conservacionistas, diversificadas em função da textura, do relevo e a posição onde ocorrem na paisagem, acompanhadas por cuidados na restituição e manutenção da fertilidade destes solos.

O que restou da cobertura vegetal nesse ambiente, varia de fragmentos de floresta tropical perenifólia e capoeira recobrando as calhas, em qualquer caso, com porte arbóreo-arbustivo. A presença de áreas de pousio e vegetação arbórea e arbustiva, principalmente de capoeira em regeneração, mostram o tipo de uso mais significativo dessa unidade.

O uso atual da terra é bastante diversificado nessa unidade, nas áreas de relevo ondulado, com declives de 14 a 20%, predomina a produção de fruteiras de clima tropical (caqui, lima da pérsia, abacate). Nas áreas de relevo ondulado, com declives de 8 a 14%, predominam a produção de olerícolas e pequenos plantios de milho verde, feijão de corda, figo e atemóia. No vale suspenso, o uso é com criação de cabras, capineira, caqui, olerícolas e pastos.

As áreas de declive, entre 14 a 20%, apresentam limitações um pouco mais fortes de uso, em virtude do relevo e textura dos solos, como visto acima. A textura média do horizonte superficial, espessura e riqueza em matéria orgânica de alguns solos, os tornam bem mais friáveis aumentando-lhes as possibilidades de contaminar os aquíferos por material tóxico neles depositados.

Embora haja pequenas áreas no sopé das encostas abruptas com condições de solos e de declive favoráveis ao uso agrícola, essas atividades não devem ser incentivadas. Ao contrário, deve-se estimular o reflorestamento. Essas áreas têm grande importância na manutenção de alguns minadouros e no reabastecimento das águas subterrâneas da bacia adjacente. O equilíbrio ecológico dessas áreas também é de grande relevância e deve ser preservado.

#### **IV - Topos Aplainados - TA**

Esta unidade geoambiental corresponde à parte mais elevada da paisagem. São superfícies pouco movimentadas, descontínuas, de relevo suavizado, relacionadas aos declives abruptos, praticamente sobrepondo-os. Inseridas na feição geomorfológica encostas cristalinas do pré-cambriano, predominam nesta unidade rochas do Batólito Serra dos Órgãos e numa pequena porção a NE, rochas atribuídas à Unidade Rio Negro, com ocorrência marcante de solos Cambissolo Háplicos, acompanhado de Cambissolo Húmico e Latossolo Vermelho-Amarelo, profundos e pouco profundos, intercalados com solos rasos, em relevo pouco movimentado, com partes onduladas incluindo topos aplainados. Dada a profundidade dos solos e a umidade local, já se sustenta uma vegetação mais robusta composta de fragmentos da Mata Atlântica. Ocupam 7,74 ha com 1,88 % da área da microbacia.

Esta unidade é considerada área de equilíbrio frágil devido a posição delicada que ocupa na paisagem, sobrepondo os declives abruptos. É um ambiente sujeito à maior umidade, graças à suavização do relevo, maior infiltração e à riqueza em matéria orgânica do horizonte A mais espesso. Ocupam pequenas extensões sem declividade marcante e geralmente são áreas geradoras de clásticos.

Qualitativamente são áreas que apresentam restrições moderada a forte quanto ao seu uso; não possuem grandes limitações quanto à declividade, embora as condições de textura e fertilidade dos solos limitam o uso; são áreas susceptíveis à erosão. Nas partes com declive C a superfície é inclinada e a suscetibilidade das terras à erosão fica na classe moderada. Nas partes com declive D a superfície é muito inclinada, a suscetibilidade das terras à erosão fica na classe moderada a forte, uma vez que há maior risco de perda do horizonte A. O relevo, a textura dos solos que aí ocorrem, o risco de erosão e a posição que ocupam na paisagem são os principais fatores restritivos ao uso agrícola. A retirada da cobertura vegetal, aliada às precipitações concentradas e abundantes no período chuvoso, pode provocar

ravinamentos e até movimentos de massa de certa amplitude e inundações no restante da bacia.

Em conseqüência das características apresentadas, regime pluviométrico reinante e o relevo fazem da erosão hídrica o principal risco nesse compartimento. É um ambiente onde a atividade agrícola não deve ser incentivada, devido à posição delicada que ocupam na paisagem, são mais indicados para preservação. O uso atual da terra, nesta área, compreende reflorestamento com eucaliptos, presença de florestas e pequenas ocorrências de capim. Pela legislação ambiental vigente essas áreas estão sujeitas as mesmas restrições ambientais que as áreas de relevo forte ondulado. Mesmo sem o uso agrícola nessas áreas, deve-se implantar práticas conservacionistas visando à preservação do solo e da água.

Pela grande importância no processo de captação das águas das chuvas e na realimentação das águas subterrâneas da bacia adjacente, essas áreas devem ser dedicadas prioritariamente à preservação ambiental. Atividades agrícolas nessas áreas não devem ser incentivadas. Devem ser destinadas à preservação permanente, de acordo com a legislação ambiental vigente, devido principalmente a posição delicada que ocupam na paisagem, sobrepondo os declives abruptos, ou pela presença de remanescentes de Mata Atlântica, ou para proteção de nascentes.

#### **V - Declives Abruptos - DA**

Esta unidade geoambiental corresponde ao relevo forte ondulado, compreendendo as elevações ou encostas abruptas do Cristalino, constituídas por seqüência de encostas e colinas circundadas por exposição rochosa. Apresentam material decomposto "*in situ*", declives entre 20% e 45%, relevo forte ondulado e ausência quase absoluta de afloramento de rocha. Insere-se na unidade geomorfológica encostas íngremes do cristalino, com predomínio de rochas do Batólito Serra dos Órgãos e, em menor proporção rochas da Unidade Rio Negro, ambas do Pré-Cambriano.

Os solos que recobrem essa unidade são predominantemente do tipo Cambissolos Háplicos e Cambissolos Húmicos, seguido de Latossolo Vermelho Amarelo e Vermelho-Amarelo Húmico e pequena ocorrência de afloramentos rochosos que ocorre associado a Cambissolos e Neossolos litólicos. São solos com baixa fertilidade natural, altas exigências de fertilizantes e moderada necessidade de calagem para manutenção e correção de seu estado nutricional.

Visando a preservação do solo e da água, é necessário a adoção de práticas conservacionistas diversificadas em função da textura e o relevo onde ocorrem. As práticas devem ser acompanhadas por cuidados na restituição e manutenção da fertilidade destas terras, quando submetidas ao processo produtivo intenso. Não se aconselha o uso com culturas que exponham ou revolvam muito a superfície dos solos. Ocupam 170,78 ha com 41,50 % da área da microbacia.

O relevo forte ondulado, predomínio de solos de textura média, a suscetibilidade dos solos à erosão e a baixa fertilidade natural são os principais fatores restritivos da área. O principal risco é com a erosão acelerada com perda de horizonte A. Em consequência das características apresentadas acima, a avaliação da suscetibilidade à erosão fica na classe de terras fortemente suscetíveis à erosão, mas a erodibilidade dos solos nesta unidade varia amplamente com o tipo e propriedades dos solos. Essas características aliadas aos atributos inerentes a classe dos solos Cambissolos, nessa situação de relevo, os altos índices de precipitação na faixa de 1500 mm em média, conferem a esse ambiente elevado grau de fragilidade.

Compondo esse ambiente, dada a profundidade e maior variedade dos tipos de solos que aí ocorrem, sustenta-se vegetação mais robusta e densa composta de fragmentos da Mata Atlântica. A fisionomia e porte da floresta nesse ambiente variam de fragmentos de floresta tropical perenifólia a capoeirão, em qualquer caso, com porte arbóreo-arbustivo; essa variação se dá de acordo com a posição da encosta. O uso da terra é diversificado nessa unidade, compreende a fruticultura, o reflorestamento com eucaliptos, pinus e cipreste, capineiras, presença de florestas, capoeira e pasto.

A ampliação dos riscos que aí ocorrem estão na dependência direta do uso, manejo e das práticas agrícolas adotadas. A concentração e os índices de precipitação podem provocar grandes ravinamentos e até movimentos de massa de certa amplitude, com inundações no restante da bacia, caso seja retirada a cobertura vegetal ou feitos desmatamentos generalizados nessa unidade. Apresenta potencialidades distintas para cada uma de suas partes componentes, não sendo recomendado o uso com culturas que exponham ou revolvam muito a camada superficial dos solos, devendo ser prioritariamente exploradas com lavouras climaticamente adaptadas.

As culturas anuais exigem tratamentos culturais que expõem mais o solo aos processos erosivos. Os riscos são agravados pelas condições de textura média, presença de solos rasos com baixos conteúdos de matéria orgânica e baixa fertilidade

natural. Com essas condições, as culturas anuais apresentariam, com certeza, baixa rentabilidade em pequenas áreas de plantio.

## **VI - Declives Abruptos Escarpados - DAE**

Esta unidade geoambiental corresponde às elevações íngremes em formas de serras ou encostas abruptas do Cristalino. São áreas de relevo montanhoso, na grande maioria, com afloramentos rochosos, e áreas com escarpas de granito, com predomínio de afloramentos de rocha, que ocorrem associados a solos Neossolos Litólicos e pequenas inclusões de Cambissolos Háplicos e Húmicos, sob vegetação primária de floresta tropical perenifólia.

Nas elevações íngremes em forma de serras, encontram-se grandes afloramentos rochosos, ocupando principalmente as altitudes mais elevadas e os picos, com relevo montanhoso e escarpado. Atingem altitudes comumente variando entre 1.060 e 1.460 m, em sua parte mais elevada a oeste da área e 1040 a 1080 m na parte menos elevada a sudeste da área. Compondo este ambiente, os afloramentos de rochas pré-cambrianas caracterizam localmente os blocos rochosos e salientes que, em alguns locais, apresentam-se despídos de vegetação, com caneluras, sujeitos à esfoliação e deslocamentos. Nesses locais, acumula-se uma fina camada de regolito, onde se instala vegetação rasteira de líquens e bromélias. Essa forma do relevo integra a unidade geomorfológica afloramentos rochosos do Pré-cambriano. As formações geológicas deste subsistema pertencem ao Pré-cambriano, as unidades são as mesmas descritas na unidade declives abruptos.

Nesse ambiente, a cobertura vegetal varia de fragmentos de floresta tropical perenifólia e vegetação rasteira de líquens e bromélias, sendo que a primeira apresenta aspecto de floresta rala, mas com porte arbóreo-arbustivo; ocupa as partes mais altas e elevadas onde os afloramentos se associam a pouca profundidade dos solos Neossolos litólicos e a inclusão de solos Cambissolos. A segunda ocorre onde se acumula uma fina camada de regolito.

A capacidade de uso do solo, neste ambiente, não se apresenta tecnicamente favorável à agricultura, por restrições pedológicas e quanto à ocupação humana, por restrições topográficas. Ocupam 53,43 ha com 12,98 % da área da microbacia.

Devido ao relevo movimentado, rochosidade e solos rasos de pouca profundidade, este segmento não é propício ao uso agrícola, mas é de grande

importância na captação das águas de chuvas e realimentação da bacia adjacente, assim como na manutenção de minadouros existentes no sopé da serra, que alimentam a rede de canais fora da época das chuvas. Além de abranger ambientes que guardam características favoráveis para abrigar e preservar espécies animais e vegetais, particularmente devido à sua extensão. Por conseguinte, devem ser dedicadas prioritariamente à preservação ambiental da flora e da fauna.

## **VII - Lago Interiorizado - LI**

A unidade lago interior foi enfatizada, em decorrência da presença do lago existente no vale suspenso. Na verdade, esta unidade foi incluída no modelo genérico por ser representativa de uma área específica e, por sua importância ecológica, como alimentador de águas da microbacia subjacente e econômico-social. A unidade lago interiorizado constitui um importante subsistema ambiental. Ele age, na realidade, como controlador dos fluxos de água e de sedimentos que nele aportam. Este subsistema se compõe de margens, bordas atuais e fundo do lago. Este lago é um dos locais de aporte de água e sedimentos, que circulam na microbacia. Na sua área de entorno são encontrados solos cambissolos e latossolos, que se encontram recobertos por floresta. Este subsistema age também como fornecedor de água para as áreas circunvizinhas, cujas águas têm boa conservação ecológica. Ocupa 0,75 ha, correspondendo a 0,18%.

Esse lago exerce grande influência local no fluxo de água circulante na microbacia, age como armazenador e, por conseguinte, um regulador da água disponível no período de baixa precipitação. Tal fato tem levado os proprietários, diretamente dependentes de suas águas, a moverem ações judiciais, pelo direito de uso permanente de suas águas.

## **CONCLUSÕES**

Através de uma metodologia que combinou técnicas de campo, laboratório e geoprocessamento, foi possível separar, diagnosticar e classificar sete unidades ambientais, em áreas de paisagens montanhosas da serra do Mar, com características de fragilidade bem diferenciadas, bem como, sugerir formas de usos alternativos em função das verdadeiras vocações agroecológicas apresentadas por cada unidade ambiental delimitada.

As características naturais e as modificações da paisagem na área de estudo estão vinculadas a um conjunto de fatores geobiofísicos e socioeconômicos que conjugados imprimem novas formas e características na paisagem. As modificações de uso na microbacia restringiram a presença da vegetação original somente nas áreas de maiores altitudes.

Os 346 ha da microbacia estão divididos entre as unidades na seguinte proporção: topos aplainados 1,88%, declives abruptos escarpados 41,50%, declives abruptos 12,98%, declives suaves 34,51%, alvéolos intermontanos 2,85%, baixo vale entulhado 6,25% e lago interiorizado 0,18%.

Entre os principais fatores que limitam as atividades agrícolas na área, merecem destaque, o relevo com sua altitude, declividade e vertentes com pendentes, seguido de outras limitações edafambientais locais, como solos de textura média no horizonte superficial, baixa fertilidade e conteúdos de matéria orgânica e os elevados índices de precipitação local. Esses condicionantes geobiofísicos, aliados à posição delicada que ocupam na paisagem, tornam a área suscetível a violentos processos erosivos, podendo considerá-la como área de “equilíbrio frágil”. Os resultados das ações humanas se mostram mais graves nos compartimentos mais delicados, onde a conjugação desses fatores são mais sensíveis e vulneráveis às formas de degradação. A adoção de práticas de uso inadequadas à realidade local contribuí para os processos erosivos, intensificando o grau de instabilidade ambiental.

Os resultados alcançados com a presente proposta e as sugestões apresentadas por unidade ambiental, por serem mais condizentes com o equilíbrio ambiental, irão subsidiar a exploração racional, principalmente dos recursos solo e água, contribuindo para o uso sustentável da área. O emprego dessa abordagem pode ainda proporcionar subsídios para uma maior precisão e agilidade no manejo das práticas de uso e conservação do solo e da microbacia na busca de ações sustentáveis.

## **BIBLIOGRAFIA**

ANA 2007 Agencia Nacional de águas, superintendência de informações Hidrológicas – SIH - Hidro Sistema de informações Hidrológicas, [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)

BECKER, B.K.; EGLER, C.A.G. Detalhamento da Metodologia para Execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos Estados da Amazônia Legal: Brasília, SAE-MMA. 1996.

CALDERANO FILHO, B. 2003, Visão Sistêmica como Subsídios para o Planejamento Ambiental da microbacia do Córrego Fonseca. 240p. Dissertação (Mestrado em

Geografia) - Departamento de pós-graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro

CALDERANO FILHO, B.; PALMIERI, FRANCESCO.; GUERRA, A. J. T.; CALDERANO, S. B.; FIDALGO, E. C. C.; PRADO, R. B. Levantamento de Solos e Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras da Microbacia Janela das Andorinhas no Município de Nova Friburgo, RJ. Rio de Janeiro, 2004. 51 p. (EMBRAPA-SOLOS. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 27).

CALDERANO FILHO, B.; ANDRADE, A. G. de., POLIVANOV, H.; GUERRA, A. J. T.; Diagnóstico geoambiental da área do entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica de Tombos, para fins de recuperação de áreas degradadas. Revista Caminhos de Geografia v. 10, n.29, p. 118-134. 2009.

COELHO NETTO, A.L. - Hidrologia de encostas na interface com a Geomorfologia; capítulo 3, in Guerra, A.J.T. & Cunha, S.B. - Geomorfologia: uma revisão de conceitos e bases; Ed. Bertrand;pp.93-148.1994.

DANTAS, M.E.; SHINZATO, E.; MEDINA, A. I. de M.; SILVA, C.R.; PIMENTEL, J.; LUMBRERAS, J. F.; CALDERANO, S.B.; CARVALHO FILHO, A. Diagnóstico Geoambiental do estado do Rio de Janeiro. In: CPRM (Brasília, DF). Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro. Brasília:, CPRM; [Rio de Janeiro]: Embrapa Solos / DRM-RJ, 2000. CD-ROM

DIAS, C. T. H., Filho E. I. F., Schaefer, C. E. R, Fontes, L. E. F., Ventorim, L. B. Geoambientes do Parque Estadual do Ibitipoca, município de Lima Duarte-MG. Revista Arvore, v 26, n.6, p. 777 a 786. 2002.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412p.

ESRI. 2004. Geoprocessing in ArcGIS. Redlands, CA, Environmental Systems Research Institute, Inc.

ENVIROMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE - ESRI. Arc/INFO, versão 7.2.1. Redlands: 1994.

FORMAN, R.T.T. e GODRON, M. - Landscape Ecology. John Wiley & Sons, 1987.

Hutchinson, M.F. A new method for gridding elevation and streamline data with automatic removal of pits. In: Journal of Hydrology 106 pg 211-232.1989.

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.

Departamento de Recursos Minerais. DRM, Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro, Folha Nova Friburgo. Escala 1:50.000. DRM 1982.

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.

TROLL, C. Geocology and the World-Wide Differentiation of High Mountains Ecosystems. In: C. Troll (ed.) Geocology of the High-Mountain Regions of Eurásia. Wiesbaden. Franz Steiner. pp 1-16,1972.

TROLL, C. Landscape Ecology (Geocology) and Biogeocoenology: an Terminological Study, Geomorph, 8, 43-46.1971.

SILVA, F.R.R. Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina (Recife: EMBRAPA/CPATSA e CNPS), v.1, 1993. 89p.

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

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

WITTER K.P., CALDERANO FILHO B, AMARAL F. C. S., TAVARES N. P. CONCEIÇÃO M. Zoneamento Agroecológico dos Municípios que compõem os Vales dos Rios Una, Macaé e São João, a Leste do Estado do Rio de Janeiro. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 23., 1991, Porto Alegre, RGS. Anais... SBCS, 1991, p.265.

WITTER K.P., CALDERANO FILHO B., FONSECA.O.O.M., FAGUNDES S.R.F., TAVARES N. P., VASCONCELOS J. B., MUELER.K.E., ARANOVIK S., TAVARES A.M.S., DAMAZIO H. N. Zoneamento Agroecológico do Estado do Rio de Janeiro Escala 1:250.000. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 24., 1993a, Goiânia GO. Anais... SBCS, 1993a, p. 413- 414.

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

ZONNEVELD I.S., (1990) - Scope and concepts of Landscape Ecology as an emerging science. In: Forman F. and Zonneveld I.S. (Editors), *Changing Landscapes: An Ecological Perspective*. Springer-Verlag. New York

ZONNEVELD I.S. 1989. Landscape ecology and its application. En: *Landscape Ecology and Management. Proceedings of the First Symposium of the Canadian Society for Landscape Ecology and Management: University of Guelph, May1987*. Editado por Michael R. Moss. Polyscience Publications Inc. Second Printing.