

## CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DE PAISAGENS RURAIS MONTANHOSAS COM SUPORTE DE SIG, SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO

*Characterization Geo-environmental of Mountainous Rural Landscapes  
with Support of GIS, Subsidiy to Planning*

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>4</sup>  
Sebastião Barreiros Calderano<sup>5</sup>

### RESUMO

A partir de unidades geoambientais delimitadas, foi feita a caracterização geoambiental e a indicação de alternativas sustentáveis de utilização das terras de uma microbacia inserida em paisagens rurais montanhosas na Serra dos Órgãos, ocupada com agricultura familiar. Com suporte de geoprocessamento e SIG, montou-se uma base de dados espaciais, composta de mapas temáticos do meio físico, para a geração de mapas interpretativos úteis ao planejamento. Os procedimentos utilizados permitiram efetuar análise de ofertas e restrições ambientais apresentadas em cada unidade, sugerir formas de usos mais condizentes com a realidade local, com base nas vocações agro-ecológicas de cada compartimento. Os resultados mostram áreas agricultáveis e não agricultáveis e de potencial para uso e conservação. Os resultados contribuem para o desenvolvimento da cartografia ambiental, em escala de detalhe, da paisagem da Serra do Mar.

**Palavras-chave:** Planejamento Ambiental, Ecologia da paisagem, geoambientes, Cartografia temática, Geoprocessamento e Sistema de Informação Geográfica (SIG).

### ABSTRACT

*From the delimitation of geo-environmental units, the environmental characterization of each unit has been carried out, and also the indication of the alternative sustainable land uses has been pointed out, for one micro-drainage basin, within a mountainous rural landscape, in Serra dos Orgãos mountain range, under family agriculture. With the support of geoprocessing and GIS, a Data Basis has been organized, including thematic maps, regarding the environment, which has made it possible to generate useful maps with planning objectives. The methodology used for this article has allowed us to assess the environmental restrictions and potentials for each environmental unit, and also to suggest different land uses, more adapted to the environmental reality of this micro-drainage basin. The results show agriculture and non agriculture areas and their potential for conservation, within each unit. The results also contribute towards the development of an environmental cartography, in detailed scale, in Serra do Mar mountain range.*

**Keywords:** Environmental planning, Land uses indication, Environmental cartography, Geoprocessing, Geographical Information System (GIS).

<sup>1</sup> Mestre em Geografia, Doutorando em Geociências IGEO/UFRJ, [bccalder@gmail.com](mailto:bccalder@gmail.com).

<sup>2</sup> Professora Adjunto, IGEO/UFRJ, Dr<sup>a</sup>. em Geologia, [polivanov@gmail.com](mailto:polivanov@gmail.com).

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

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

<sup>5</sup> Embrapa-Solos, Mestre em Geologia, [sebast@cnps.embrapa.br](mailto:sebast@cnps.embrapa.br).

## INTRODUÇÃO

Localizados na região serrana do Rio de Janeiro, os municípios de Nova Friburgo e Bom Jardim caracterizam-se pela elevada vulnerabilidade natural de suas terras aos riscos ambientais. Além de fortes limitações ao uso, severas restrições da legislação ambiental vigente, abrigam ecossistemas frágeis ocupados por pequenos produtores em regime de agricultura familiar. Fatores que aliados à reduzida cobertura vegetal, pressão de uso da terra, falta de alternativas técnicas validadas e apropriadas à realidade local, contribuem para o avanço no estágio de degradação dos recursos (solo-água-biodiversidade). A pressão de uso agrícola nestas áreas tidas como não adequadas para o processo produtivo, compromete a capacidade de suporte dos sistemas naturais e expõe os recursos, principalmente solos e água a maiores taxas de degradação (CALDERANO FILHO, 2003).

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).

Nestes casos, deve-se buscar alternativas sustentáveis de utilização dos recursos naturais, adequadas às condições de solo e relevo destas áreas, a fim de possibilitar o uso sustentável das terras, minimizando os efeitos da degradação ambiental. Processos relacionados com a distribuição dos solos na paisagem, associados à compreensão de seu funcionamento, aliados a compartimentação do modelado, com suas amplitudes, gradientes topográficos e formas, contribuem e muito para a elaboração de trabalhos de planejamento do uso do solo, particularmente quando em escalas compatíveis com a necessidade de comunidades rurais.

Segundo Dias et. al. (2002), o termo geoambiente pode ser definido como ambiente geográfico em que uma extensão territorial apresenta homogeneidade com relação a determinados fatores ambientais de interesse ou a maioria deles. Trabalhos nessa linha, identificando as características ecogeográficas locais e os problemas geoambientais associados, são mostrados em Tricart e Kiewitdejonge, (1992); Schaefer, (1997). Assim, um conhecimento maior dos vários estratos ou geoambientes torna-se indispensável para nortear o planejamento e a gestão de unidades de conservação (DIAS et. al. 2002).

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, no contexto deste trabalho, unidade geoambiental 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 no exposto, os objetivos deste trabalho foram a caracterização geoambiental e a indicação de alternativas sustentáveis de utilização das terras de uma microbacia na Serra dos Órgãos, ocupada com pequenas propriedades rurais, em regime de agricultura familiar, visando gerar subsídios para o planejamento geoambiental de paisagens rurais montanhosas, onde se incluem áreas de recarga do Aquífero cristalino, bem como, servir de instrumento para a gestão sustentável das terras com a indicação de uso, manejo e sugestão de alternativas sustentáveis de utilização com menor índice de agressão ao meio.

Para este fim, a partir das informações contidas no diagnóstico agroambiental da área, realizado por Calderano Filho (2003), com suporte de geoprocessamento e SIG, montou-se uma base de dados espaciais, composta de mapas temáticos do meio físico, o que possibilitou a geração de mapas interpretativos úteis ao planejamento, a caracterização geoambiental e indicação e a análise das unidades delimitadas. Em cada unidade geoambiental definida foi associado um conjunto de indicações relativas as suas limitações, potencialidades e restrições ambientais.

Nesse sentido, apresenta uma abordagem aplicada no estudo geoambiental dos elementos componentes da paisagem e na caracterização, individualização e análise de unidades geoambientais, componentes da área de estudo, com a indicação de alternativas sustentáveis de utilização das terras por unidade delimitada. Em cada ambiente procurou eleger alternativas sustentáveis de utilização das terras, sugerindo formas de usos mais condizentes com o equilíbrio ambiental. Os resultados mostram as áreas com potencial para uso e conservação e as áreas agricultáveis e não agricultáveis.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Área de Estudos**

A área escolhida como estudo de caso localiza-se na proximidade da divisa dos municípios de Nova Friburgo e Bom Jardim, região serrana do Estado do Rio de Janeiro. A Figura 1 ilustra a localização da área. Está compreendida entre e o conjunto de coordenadas UTM's 749000 a 753000 e 7543000 a 7547000. 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 do Batólito Serra dos Órgãos e rochas extensamente migmatizadas proterozóicas da unidade Rio Negro, ambas atribuídas ao pré-cambriano (DRM, 1982).

O clima, segundo Nimer (1977), é mesotérmico brando super úmido, com temperatura média anual de 18°C, médias das máximas em torno de 24°C e mínimas de 13°C no inverno. Apresenta altos índices de precipitação pluviométrica com total anual de 1947 mm em média. A vegetação natural é representada pela floresta tropical perenifólia.

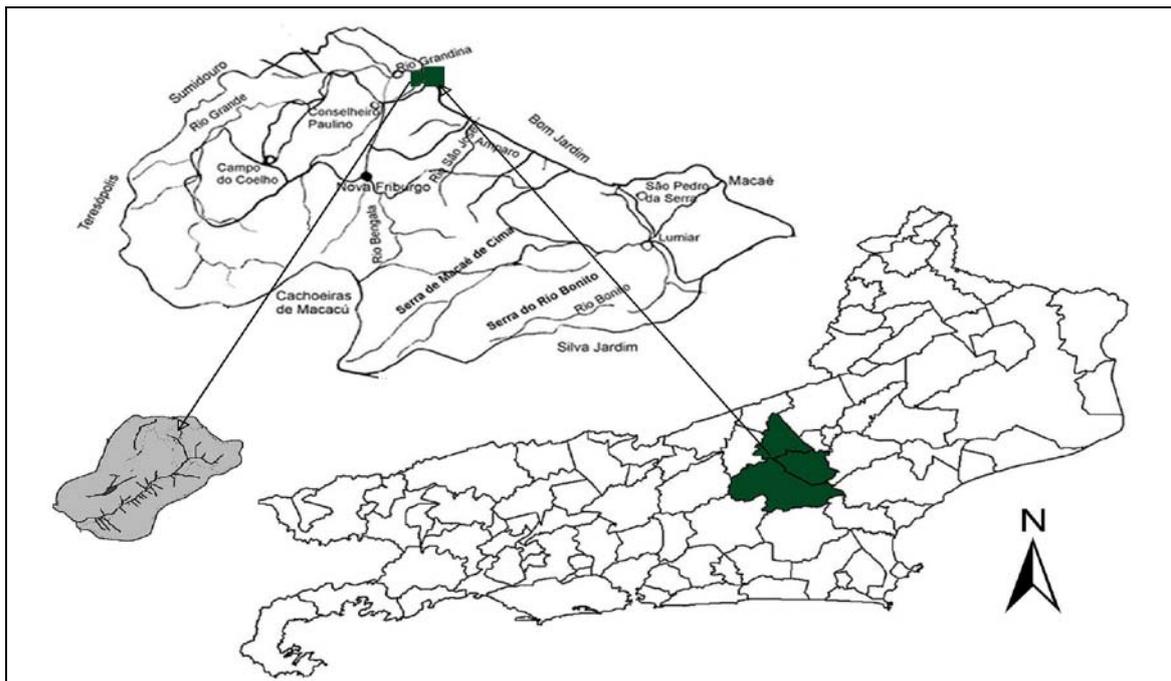


Figura 1 – Ilustração da Área de estudo.

## 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 dos sistemas de informações geográficas (SIG). Como material cartográfico básico, utilizou-se restituição planialtimétrica na escala 1:10.000, com curvas equidistantes de 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).

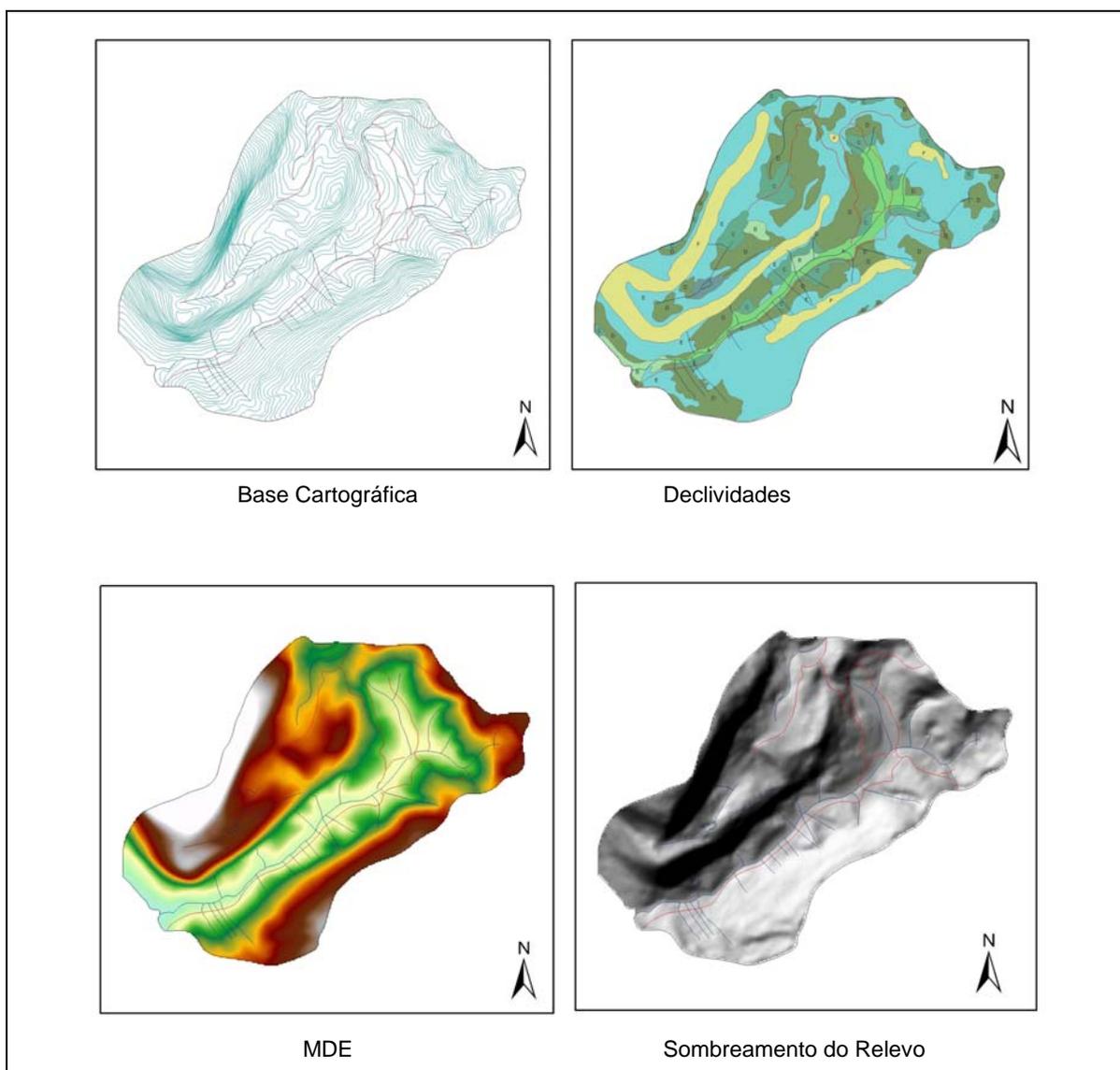
O mapa pedológico da área, elaborado por Calderano Filho et. al., (2003) na escala 1:10.000, foi ajustado no SIG e convertido ao sistema brasileiro de classificação de solos, de acordo com EMBRAPA (2006).

Todas as informações cartográficas necessárias foram preparadas em ambiente de geoprocessamento, gerando um banco de dados digitais 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 georreferenciadas, 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 de nível, efetuaram-se os ajustes e eliminaram-se as informações inconsistentes, obtendo-se dessa forma, a base cartográfica digital na escala 1:10.000. A seguir, foi elaborado 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. A partir do MDE corrigido e isento de depressões espúrias, foi elaborado o mapa de declividade da área e imagem de sombreamento do relevo, utilizando-se o módulo 3D Analyst do ArcGIS Desktop 9.0.

A seguir, ajustaram-se à nova base os mapas de solos, geologia, geomorfologia, vegetação, uso e cobertura das terras, gerados com o diagnóstico agroambiental por

(Calderano Filho 2003). Dessa forma as informações produzidas e armazenadas na (BDE) foram associadas com 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, integrações temáticas e geração de novos mapas interpretativos como, níveis de exigências para aplicação de insumos e corretivos, suscetibilidade à erosão, áreas de fragilidade e vulnerabilidade ambiental e vocação agroambiental, todos na escala 1:10.000. Estes mapas, juntamente com as informações de fotointerpretação e trabalho de campo, foram utilizados para a caracterização e análise das unidades geoambientais.

A análise final envolveu a análise das interações entre os elementos geobiofísicos componentes da paisagem, as condições climáticas, o uso e cobertura atual confrontados com a legislação ambiental vigente e informações socioeconômicas. Sendo que os critérios da legislação ambiental prevalecem sobre os demais e orientam a definição das indicações e recomendações de uso por unidade ambiental. A figura 2 ilustra os produtos da BDE (MDE, sombreamento das vertentes, base cartográfica e declividade), que auxiliaram na análise e caracterização da área.



**Figura 2** – Produtos armazenados na Base de Dados Espaciais.

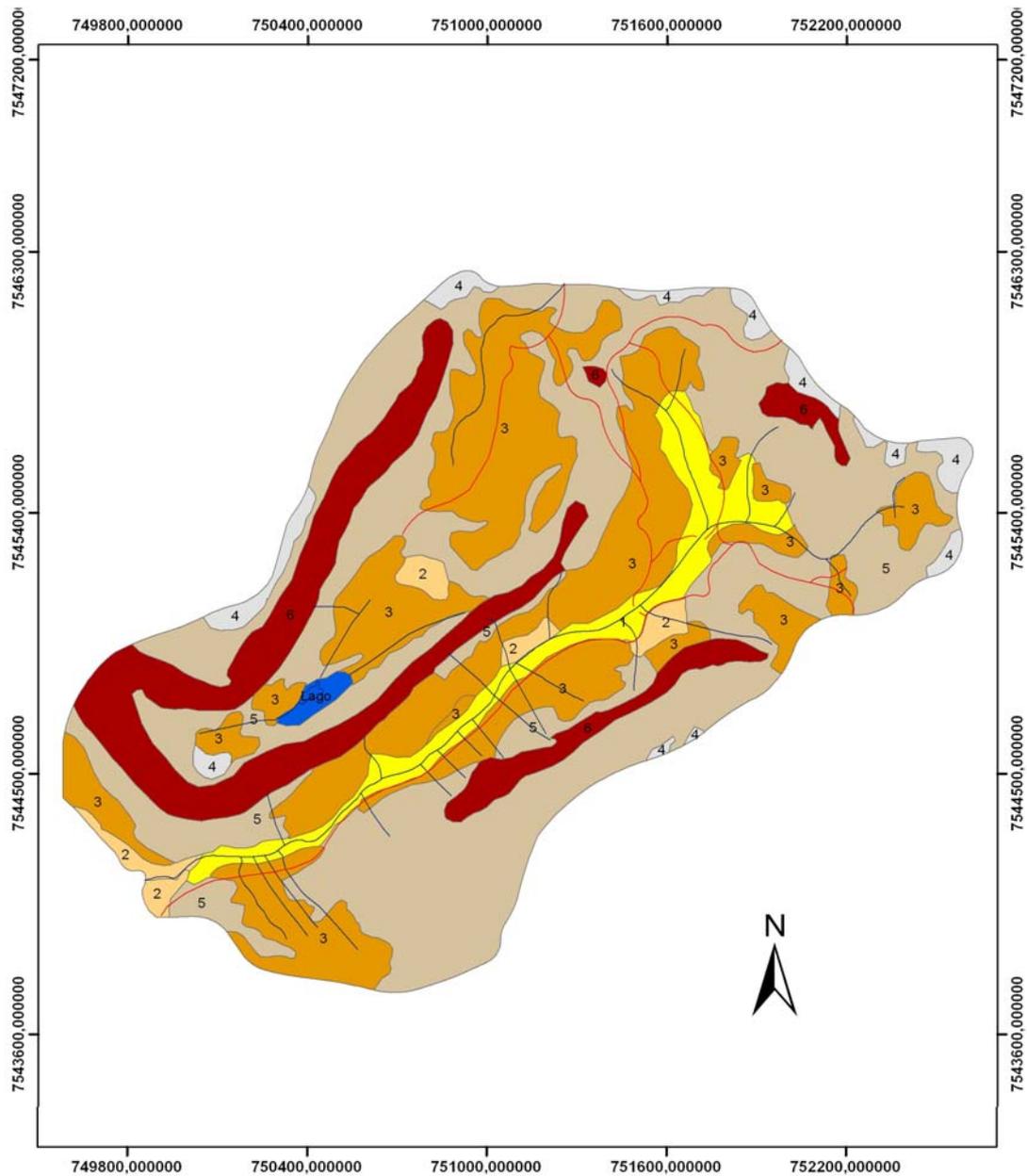
## RESULTADOS

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. As unidades geoambientais caracterizadas 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 e pela ocorrência das características edafoambientais locais.

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). Por unidade ambiental foram separados os níveis de fragilidade ambiental, com base na vocação erosiva das terras e na vulnerabilidade ambiental, considerando as informações produzidas com o diagnóstico agroambiental. Nas unidades delimitadas e analisadas, cabem quase que somente manejos adequados, em decorrência das limitações das terras já estarem agrupadas nos solos, declividade e nas condições ambientais distintas a cada compartimento.

No sentido de fornecer subsídios para o planejamento geoambiental da área e facilitar a análise integrada, procura-se ainda, nesse nível de análise, fazer um prognóstico com recomendação de uso e manejo, em função das verdadeiras vocações agroecológicas apresentadas por unidade ambiental delimitada. No presente estudo, por ser uma área pouco extensa, de equilíbrio delicado, ocupada por pequenos produtores, condicionada a fortes limitações quanto ao relevo vigoroso, fertilidade natural dos solos, altos índices de precipitação local e, sujeita às restrições da legislação ambiental vigente, orientou o trabalho no sentido de eleger alternativas sustentáveis de utilização das terras, sugerindo formas de usos mais condizentes com o equilíbrio ambiental. Assim, as diferentes unidades foram caracterizadas com suas formas de relevo, tipo de vegetação, tipos de solos, ofertas, limitações e restrições ao uso. A indicação de alternativas sustentáveis de utilização das terras para a área de estudo, mostrando as áreas com potencial para uso e conservação, agricultáveis e não agricultáveis é apresentada na Figura 3. As indicações de uso são feitas na legenda do mapa.

Na elaboração das alternativas sustentáveis de utilização das terras e indicação de uso, consideraram-se as restrições, limitações, potencialidades e propriedades das unidades ambientais delimitadas, a legislação ambiental vigente, associados aos aspectos geobiofísicos, socioeconômicos, de uso agrícola e perfil tecnológico do agricultor local. As interações dos fatores e aspectos acima citados, conjugando com as limitações apresentadas pelos ecossistemas e restrições impostas pela legislação ambiental, orientam as recomendações de uso por unidade geoambiental.



	Áreas planas baixas, com 0 a 3% de declive, com risco de excesso de umidade, prioritárias à produção de culturas de ciclo curto, mas sujeitas à legislação específica.
	Áreas entulhadas, de relevo suave ondulado a plano, com 3 a 8% de declive, propícias à produção de olerícolas irrigadas e/ou fruteiras. Sem restrições quanto à legislação ambiental.
	Áreas de relevo ondulado, desmatadas, com 8 a 14% e 14 a 20% de declive, destinadas à produção de fruteiras de clima tropical e/ou olerícolas.
	Áreas de relevo ondulado, com 8 a 20% de declive, não recomendadas ao uso agrícola devido à posição delicada que ocupam na paisagem, destinadas à preservação permanente e recomposição de matas.
	Áreas de relevo forte ondulado, desmatadas, com 20 a 45% de declive, destinadas à revegetação com espécies florestais econômicas e fruteiras de clima tropical.
	Áreas de relevo montanhoso a escarpado, com afloramentos rochosos, impróprias ao uso agrícola e destinadas à preservação permanente, de acordo com a legislação vigente.
	Lago interior, tem importância ecológica como alimentador de águas e econômico-social, devendo ser preservado.

**Figura 3** – Mapa de vocação agroambiental por unidades geoambientais da microbacia.

Para cada uma das unidades definidas são apresentadas, de forma sinótica, as principais potencialidades e limitações das terras (diagnóstico) e sugeridas suas principais vocações (prognóstico).

**1. Áreas agricultáveis com 0 a 3% de declive**, prioritárias à produção de culturas de ciclo curto, mas sujeitas à legislação específica. Compreende toda uma feição geomórfica, quase sempre abaixo da cota de 1000 m, ocupa 25,72 ha com 6,25% da área total. Corresponde a unidade geoambiental baixo vale entulhado, onde inclui terras planas de baixada, são superfícies encaixadas no fundo achatado do vale, normalmente margeando o canal do rio, constituídos em maioria de sedimentos areno-argilosos.

Nestas áreas predominam 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 e pequenas inclusões de Cambissolos flúvicos. Compõe-se, predominantemente, de terras sujeitas a inundações periódicas e prejudiciais à maioria das culturas, com sérias limitações por excesso de água e deficiência de aeração, as quais só permitem o desenvolvimento de culturas não adaptadas mediante trabalho de drenagem artificial. As terras que compõem essa unidade permitem apenas, o uso de implementos de tração animal ou máquinas especiais, mesmo assim, após drenagem adequada, o que exigirá, também, seleção de culturas adaptadas ao excesso de água. Em termos de recomendações, limitações e potencialidades possui características bem semelhantes à unidade alvéolos intermontanos, mas segundo a legislação ambiental em vigor, deve-se manter a floresta ao longo da calha do rio. 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. 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.

**2 - Áreas agricultáveis com 3 a 8% de declive**, sem restrições quanto à legislação ambiental. Ocupam 11,74 ha, correspondendo a 2,85% da área total, são indicados para o uso com culturas de ciclo rápido. Corresponde a unidade geoambiental alvéolos intermontanos, inclui áreas baixas de relevo suave ondulado, entulhadas com depósitos sedimentares de material argilo-arenosos, com maior umidade e sujeitas a menores riscos de inundações, que a unidade anterior. São áreas que ocorrem ora margeando a planície de inundação, ora constricta entre as elevações colúviais, onde se desenvolvem solos com profundidade variada e drenagem imperfeita. Os alvéolos, por serem áreas de baixo gradiente, possibilitam a formação de terraços fluviais deposicionais, caracterizados como áreas de parada temporária dos clásticos.

Predominam nessa unidade 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. As características dos solos variam muito, principalmente em função da natureza do material originário, apresentam permeabilidade muito condicionada pela natureza e seqüência dos estratos, sendo o fator limitante, a presença de lençol freático relativamente pouco profundo.

Apresentam limitações ao uso de máquinas e implementos em decorrência do lençol freático, o que exigirá, também, seleção de culturas adaptadas ao excesso de água. 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.

Os riscos de contaminação de corpos d'água, por agrotóxicos e de inundação são as principais limitações. No geral são prioritárias ao plantio de olerícolas, mas com potencialidades distintas para cada uma de suas partes componentes.

**3 - Áreas agricultáveis com 8 a 20% de declive**, sem restrições quanto à legislação ambiental em sua grande maioria. Corresponde a unidade geoambiental declives suaves, inclui, encostas coluviais de relevo ondulado com trechos suave ondulados. Compõem-se, predominantemente, de solos que somam boas condições de uso agrícola, apresentando boa profundidade e boas condições de permeabilidade, não apresentando camadas impeditivas em profundidade que impeçam ou dificultem o desenvolvimento das raízes. Distribuem por 142,02 ha, ocupando 34,51% da área total.

Tem como características solos profundos, intercalados em menor proporção, com solos pouco profundos, onde predominam os Cambissolos háplicos, seguidos de Latossolos Vermelhos Amarelos típicos, Cambissolos húmicos e Latossolos Vermelhos Amarelos húmicos, em menor proporção. Na classe dos Cambissolos háplicos ocasionalmente, ocorrem em posição de meia encosta, solos com drenagem imperfeita, fase rochosa e solos intergráides com a classe dos Latossolos, correspondendo as áreas de depósito de talus. O maior predomínio é de Cambissolos háplicos e Latossolos Vermelhos Amarelos típicos.

A posição na paisagem, relevo, predomínio de solos de textura média, erodibilidade dos solos, ocorrência da falta de água disponível durante certo período do ano, limitação ao uso de implementos agrícolas permitindo apenas, o uso de implementos de tração animal ou máquinas especiais de pequeno porte e o risco de contaminação de aquíferos e fontes localizadas no sopé da serra são os principais fatores limitantes da unidade. Exigem um manejo que minimize as perdas da matéria orgânica no solo, com cuidados especiais no uso de água de irrigação e no tráfego de máquinas. Nas encostas usadas com agricultura, exige práticas conservacionistas, diversificadas e medidas anti-erosão, em função da textura, do relevo e a posição onde os solos ocorrem na paisagem, acompanhadas por cuidados na restituição, manutenção da fertilidade destes solos e entradas de fertilizantes orgânicos e inorgânicos, para suprir as deficiências de fertilidade dos solos.

Na situação de declive entre 8% a 14%, a suscetibilidade das terras à erosão fica na classe moderada. Na situação de declive entre 14 a 20%, a suscetibilidade à erosão das terras fica na classe forte e apresentam limitações um pouco mais fortes de uso, em virtude do relevo e textura dos solos. 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.

Para os 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 a declividade acentuada.

Evidentemente, são terras indicadas para usos diversos, mas por serem consideradas "áreas nobres" e escassas, devem ser prioritariamente exploradas com lavouras. Também ocorrem inclusas, áreas de menor potencial com vertentes curtas como as calhas e cabeceiras de drenos, que devem ser preservadas ou reflorestadas. Essas áreas têm grande importância na manutenção de algumas nascentes e no reabastecimento das águas subterrâneas. O equilíbrio ecológico dessas áreas também é de grande relevância e deve ser preservado.

4 – **Esta unidade corresponde as partes elevadas da paisagem.** São superfícies pouco movimentadas, descontínuas, de relevo suavizados com partes onduladas e **declives de 8 a 20%**, relacionadas aos declives abruptos, praticamente sobrepondo-os. São áreas não recomendadas ao uso agrícola devido à posição delicada que ocupam na paisagem, abrigam ecossistemas frágeis, e podem se tornar susceptíveis a violentos processos erosivos quando submetidas a uso inadequado, devido à posição delicada que ocupam na paisagem, sobrepondo os declives abruptos. Ocupam 7,74 ha com 1,88 % da área. Compõe-se, predominantemente, por terras desmatadas, com ocorrência marcante de solos Cambissolos háplicos, acompanhado de Cambissolos húmicos e Latossolos Vermelhos Amarelos típicos, profundos e pouco profundos, intercalados com solos rasos, em relevo pouco movimentado, com partes onduladas incluindo topos aplainados. O relevo, a textura dos solos que aí ocorrem e o risco de erosão, são os principais fatores restritivos ao uso agrícola. A retirada da cobertura vegetal aliado às precipitações concentradas e abundantes no período chuvoso, podem provocar impactos negativos de grandes dimensões ao meio ambiente, como voçorocamentos, movimentos de massa de certa amplitude e inundações no restante da bacia. Embora apresentem condições de solos favoráveis ao uso agrícola, essas atividades não devem ser incentivadas. É um ambiente onde a atividade agrícola não deve ser incentivada, devido à posição delicada que ocupam na paisagem, são mais indicados para preservação. A cobertura florestal deve ser reconstituída sob pena de se perderem as terras por erosão. Recomenda-se, a reconstituição das áreas desmatadas com espécies nativas; a apicultura poderá ser uma atividade permitida nessas áreas.

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. Mesmo sem o uso agrícola nessas áreas, práticas conservacionistas devem ser adotadas para controle da erosão e preservação dessa unidade, estimulando a revegetação ou reflorestamento. Pela grande importância no processo de captação das águas das chuvas e na realimentação das águas subterrâneas da bacia adjacente, ou pela presença de remanescentes de Mata Atlântica, essas áreas devem ser dedicadas prioritariamente à preservação ambiental, de acordo com a legislação ambiental vigente.

5 - Áreas propícias ao cultivo de culturas perenes e ou sistemas agroflorestais. Ocupam 170,78 ha com 41,50 % da área. Esta unidade corresponde ao **relevo forte ondulado**, compreendendo as elevações ou encostas abruptas do Cristalino, constituídas por seqüência de encostas e colinas circundadas por exposição rochosa. São elevações com menor altitude do que as serras, apresentam material decomposto "*in situ*", **declives entre 20% e 45%**, relevo forte ondulado e ausência quase absoluta de afloramentos de rochas. Corresponde à unidade declives abruptos, onde ocorrem Cambissolos háplicos, Cambissolos húmicos, seguidos de Latossolos Vermelhos Amarelos típicos, Latossolos Vermelhos Amarelos húmicos e pequena ocorrência de Neossolos litólicos.

Ocorrência dominante de terras que permitem, em sua quase totalidade, apenas o uso de implementos de tração animal ou máquinas especiais. 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 do horizonte A. Essas terras apresentam, na sua maioria, grau de limitação fortemente suscetíveis à erosão, mas a erodibilidade nesta unidade varia amplamente com o tipo e propriedades dos solos. Essas características aliadas aos atributos inerentes a classe dos solos Cambissolos, situação de relevo e os altos índices de precipitação na faixa de 1500 mm em média, conferem a esse ambiente elevado grau de fragilidade.

O desmatamento, a inclinação, o tipo de solo e o regime das chuvas explicam os maiores cuidados e preocupações com essa unidade, uma vez que 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 pode 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. São terras que, apesar de frágeis, são capazes de suportar o cultivo de culturas perenes (fruticultura) ou sistemas agroflorestais. Inclui áreas sujeitas à legislação específica. A retirada da floresta depende da autorização e aprovação do IBAMA.

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. Apresenta potencialidades distintas para cada uma de suas partes componentes. Não se recomenda o uso com culturas que exponham ou revolvam muito a camada superficial dos solos, devendo ser prioritariamente exploradas com lavouras climaticamente adaptadas. O cultivo de lavouras perenes deve seguir técnicas de conservação de solos para controle da erosão. Os solos necessitam de altas exigências de fertilizantes e moderada necessidade de calagem para manutenção e correção de seu estado nutricional.

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.

**6 - Áreas de relevo montanhoso a escarpado**, com afloramentos rochosos, inaptas para qualquer tipo de atividade e destinadas à preservação permanente, de acordo com a legislação vigente. Ocupam 53,43 ha com 12,98 % da área total.

Esta unidade corresponde em parte 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.

Nesse ambiente, a cobertura vegetal varia de fragmentos de floresta tropical perenifólia e vegetação rupestre, ocupando as partes mais altas e elevadas da paisagem. São áreas de ecossistemas frágeis, inaptas para qualquer tipo de atividade, com fortes restrições pedológicas e topográficas, inclui predominantemente, áreas protegidas por lei com **declive maior que 45%**, terras inaptas ao uso agrícola sustentado.

Devido ao relevo movimentado, rochosidade, solos rasos de pouca profundidade, suscetibilidade à erosão extremamente forte, 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. Além de abranger ambientes que guardam características favoráveis para abrigar e preservar espécies animais e vegetais. São impróprias ao uso agrícola e destinadas à preservação permanente (flora e fauna), de acordo com a legislação ambiental vigente, ou por situarem-se em relevo acidentado, pela presença de remanescentes de mata Atlântica, ou para proteção de nascentes e manutenção de cursos d'água.

7- **A unidade lago interior** foi incluída no modelo genérico por ser representativa de uma área específica e, por sua importância ecológica, como alimentador de águas da microbacia 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 compõe-se de margens, bordas atuais e fundo do lago. Na sua área de entorno são encontrados solos Cambissolos háplicos e húmicos e Latossolos Vermelhos Amarelos, sob vegetação de floresta tropical perenifólia. O lago é um dos locais de aporte de água e sedimentos, que circulam na área, 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, suas águas têm boa conservação ecológica. Ocupam 0,75 ha, correspondendo a 0,18%.

## CONCLUSÕES

O uso desses procedimentos e através de uma metodologia que combinou técnicas de campo e geoprocessamento foi possível caracterizar, diagnosticar e efetuar a análise das unidades geoambientais, identificar áreas frágeis e indicar alternativas de usos da terra por unidade delimitada, com base na realidade local. Os resultados contribuem para o desenvolvimento da cartografia ambiental, em escala de detalhe, da paisagem da Serra do Mar, consideradas como terras marginais para o processo produtivo.

A metodologia obteve bons resultados, pois onde se observou a ocorrência de compartimentos mais frágeis e problemáticos em função dos solos, declividade, maior suscetibilidade aos processos erosivos e maior grau de fragilidade ambiental, estes foram indicados para preservação ambiental ou recomposição de matas. As sugestões de uso apresentadas por unidade geoambiental, 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.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

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.

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: 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**, Folhas Nova Friburgo e Duas Barras. Escala 1:50.000. DRM 1982.

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

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

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

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