

## **Zoneamento geoambiental como subsídio aos projetos de reforma agrária. Estudo de caso: Assentamento Rural Pirituba II**

**Júlia Zanin Shimbo**

Mestre em Geociências e Meio Ambiente pela IGCE/Universidade Estadual Paulista – Unesp (2006)  
Endereço profissional: Instituto Ambiental Brasil Sustentável, SHIS, QI 05, CCO, Gilberto Salomão Bloco E,  
Sobreloja 29, Sala 03, Lago Sul, 71615-550 - Brasília, DF – Brasil  
Endereço eletrônico: [juliazanin@hotmail.com](mailto:juliazanin@hotmail.com)

**Jairo Roberto Jiménez-Rueda**

Doutor em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade de São Paulo (1985)  
Professor do Departamento de Petrologia e Metalogenia do IGCE/Unesp  
Endereço eletrônico: Av. 24A, 1515, 13506-900, Rio Claro, SP,  
Endereço eletrônico: [jairorjr@rc.unesp.br](mailto:jairorjr@rc.unesp.br)

### **Resumo**

A ausência de diagnósticos ambientais detalhados nos projetos de reforma agrária pode afetar a qualidade de vida das famílias, a produtividade e a sustentabilidade ambiental. O objetivo desse estudo é estabelecer o zoneamento geoambiental no assentamento rural Pirituba II e analisar o uso desse instrumento para subsidiar os projetos de reforma agrária. Para isso, foram realizadas fotointerpretação de produtos de sensores remotos e verificações em campo para detalhar as informações ambientais de drenagem, geologia estrutural, fisiográficas e pedológicas. A integração dessas informações permitiu estabelecer as zonas geoambientais. Essas foram subdivididas em subzonas pela análise estrutural e fisiográfica, para posteriormente determinar as potencialidades e limitações de uso e ocupação de tais unidades para tomadas de decisão. Esse zoneamento forneceu um estudo detalhado e integrado do meio físico para planejamento local e melhoria dos assentamentos rurais, visando a sustentabilidade socioambiental.

**Palavras-chave:** Zoneamento geoambiental, reforma agrária, assentamentos.

### **Resumen**

#### **Zoneamiento geoambiental como subsidio a los proyectos de la reforma agraria. Estudio del caso: Assentamiento rural Pirituba II**

La ausencia de diagnosticos ambientales detallados en los proyectos de reforma agraria puede afectar la calidad de vida de las familias, productividad y sustentabilidad ambiental. El objetivo de ese estudio fue establecer el zoneamiento ambiental en el asentamiento rural Pirituba II y analizar el uso de esa herramienta como subsidio de los proyectos de reforma agraria. Para eso, fueron hechas las fotointerpretaciones de los productos de sensores remotos y las averiguaciones en el campo para detallar las informaciones ambientales, como: drenaje, geología estructural, fisiografía y pedología. La integración de esas informaciones posibilitó el establecimiento de las zonas geoambientales. A partir del análisis estructural y fisiográfico, esas zonas fueron subdivididas en subzonas para posterior determinación de las potencialidades y limitaciones de sus usos y ocupaciones, importantes factores a ser conocidos durante las decisiones. Ese zoneamiento forneó un estudio detallado y integrado del medio físico para el planeamiento local y la mejoría de los asentamientos rurales.

**Palavras-clave:** Zoneamiento Geoambiental, reforma agraria, asentamientos.

## Summary

### **Geo-environmental zoning as a resource for agrarian reform projects: The case of the Pirituba II Rural Settlement**

The absence of detailed environmental studies on land reform projects can affect the quality of life of settled families, their productivity and the sustainability of the settlements. This uses a case study of the Pirituba II settlement to demonstrate the potential utility of geo-environmental zoning as a resource for land reform projects. Photo-interpretations of fieldwork are used to detail environmental information such as the land's drainage and geological, physiographic and petrological structure. From the integration of these data, the article shows how it is possible to define the geo-environmental zones of a settlement. Through structural and physiographic analysis, the zones defined for Pirituba II were subdivided into subzones, so that the use potential and limitations could be determined and that information applied to decision-making. This integrated and detailed study from the physical environment made the local planning and improvement of this settlement possible.

**Keywords:** Geo-environmental zoning; land reform; settlements.

### **Zoneamento geoambiental um instrumento para orientar o uso e ocupação dos assentamentos rurais**

Os estudos sobre diagnósticos ambientais que visam o planejamento e sustentabilidade ambiental em projetos da reforma agrária são poucos ou apresentam deficiências em suas análises. A ausência desses estudos e de orientações técnicas pode aumentar os impactos ambientais negativos, como situações de erosão, degradação do solo, poluição e assoreamento dos corpos d'água, prejuízos à biodiversidade, o que pode interferir significativamente na produtividade, renda e qualidade de vida das famílias assentadas.

Por outro lado, no Brasil, atualmente existem instrumentos legais que obrigam e estimulam o planejamento, a implantação e o desenvolvimento desses assentamentos rurais visando a sustentabilidade ambiental e socioeconômica. Esses instrumentos, representados na Resolução CONAMA 289 (licenciamento ambiental para projetos de reforma agrária), Plano de Desenvolvimento Sustentável (PDS), Plano de Recuperação do Assentamento (PRA), Assistência Técnica de Extensão Rural (ATER), ainda são pouco operacionalizados em relação a alguns dos seus pressupostos e objetivos de desenvolvimento rural sustentável e geração de renda, como também, muitos não foram efetivados em muitos projetos. Em assentamentos antigos, implantados anteriormente à criação desses documentos, a dificuldade de concretização desses instrumentos e ações é maior.

Guanzioli et al. (1999) afirmam, em seu estudo sobre os principais fatores que afetam o desenvolvimento dos assentamentos de reforma agrária no Brasil, que o quadro natural nos assentamentos, avaliado pela qualidade físico-química dos solos; a disponibilidade de água; a frequência das chuvas e o relevo, pode ser considerado um pré-condicionante para maior êxito e desenvolvimento dessas áreas destinadas à reforma agrária. Além disso, este quadro interfere expressivamente no nível de renda dos assentados.

Tais fatos, reunidos com a necessidade de um manejo do solo adequado e orientado, integrado às características ambientais da região, torna indispensável à realização de uma sistemática que oriente o planejamento do uso da terra e direcione para a sustentabilidade ambiental e das famílias assentadas. O conhecimento detalhado e integrado das características do meio físico dos assentamentos pode indicar melhores condições e ocupações em busca de tal sustentabilidade. Nesse sentido, a sistemática de

zoneamento geoambiental, por apresentar uma abrangência interdisciplinar e principalmente integrar os diversos parâmetros do meio físico [geológicos (estruturais e litológicas), climáticos, fisiográficos, pedológicos], vem ao encontro a tais necessidades desses assentamentos, o que pode vir a ser um estudo que oriente ocupações e usos mais sustentáveis em projetos de reforma agrária.

Ab'Saber (1988) salientou a importância do conhecimento do meio físico na reforma agrária a partir de levantamentos detalhados dos solos adaptados às condições da natureza brasileira e com escala adequada ao tamanho das glebas e lotes, preconizando um método que indique conhecimentos detalhados e integrados da natureza regional e local, principalmente geo-ecológicos e sobre a dinâmica climática.

O zoneamento geoambiental realizado nesse estudo se diferencia de outras propostas por se preocupar não somente com a sobreposição ou cruzamento de planos de informações básicas, mas com a integração e inter-relação dos fatores ambientais detalhados, principalmente do meio físico. Esse zoneamento resulta em uma análise que identifica as unidades fisiográficas, integrando-as em padrões, possibilitando compreender a evolução da paisagem e conseqüentemente de sua ecodinâmica (GOOSEN, 1968 e 1971; TRICART, 1977).

O zoneamento geoambiental adotado nessa pesquisa é baseado em estudos de Jiménez-Rueda; Mattos, 1992; Jiménez-Rueda et al. 1989b, 1993, 1995; Ohara, 1995; Ohara et al. 2003, em que são considerados principalmente os aspectos: geológicos; morfotectônicos (falhas, juntas e fraturas); morfoestruturais condicionadoras (alto e baixos estruturais); de alteração intempérica (alterações físicas ou químicas na estrutura das rochas); fisiográficos; pedológicos, ecológicos, bioclimáticos e socioeconômicos antecedentes. De acordo com esses estudos, as zonas e subzonas geoambientais são estabelecidas por alguns critérios mínimos:

a) as zonas geoambientais preferencialmente estão associadas a unidades litológicas e/ou alostratigráficas (depósitos neogênicos), dependendo das características da área, do objetivo e escala de estudo;

b) essas zonas são subdivididas em subzonas geoambientais em função de variáveis que condicionam a configuração do relevo e dos processos de alteração intempérica;

c) devem ser consideradas as interações entre as variáveis de intensidade de dissecação (morfotectônica), anomalias morfoestruturais, morfométricas, tipos de paisagens e unidades fisiográficas em função da caracterização mais apurada dos registros pedológicos;

d) as zonas geoambientais consideram os processos específicos de alteração intempérica (definidos pela caracterização das coberturas de alteração intempérica, estabelecidas pelos volumes de alteração intempérica ou horizontes diagnósticos) e/ou o tipo de colóide intempérico predominante (unidades de alteração intempérica).

Essas características permitem estabelecer os condicionantes ecodinâmicos, interpretar e compreender os processos endógenos e exógenos da dinâmica da paisagem, e assim, inferir sobre a capacidade de suporte do meio físico para diferentes tipos de uso e ocupação de cada subzona. Como avaliação do meio físico para definir a capacidade suporte natural para diversas aplicações encontra-se na literatura estudos de zoneamento geoambiental, destacando-se: Guimarães (2001), Jiménez-Rueda et al. (1989b), Jimenez-Rueda e Mattos (1992), Lisboa (2001), Michelin (2004), Paula (2002), Ohara (1995), Ohara et al. (2003), Rodrigues (2000), Shimbo (2003), Stefani (2003).

A compreensão das subzonas geoambientais, principalmente a partir das análises morfoestrutural e fisiográfica, pode orientar um planejamento adequado do uso e ocupação e auxiliar na prevenção e mitigação de impactos ambientais negativos, tais como: i) a recomendação de locais apropriados para deposição de resíduos ou instalação de fossas, evitando a contaminação de aquíferos superficiais e profundos; ii) a indicação de áreas mais suscetíveis à erosão, iii) a definição de áreas a serem recuperadas ou de proteção ambiental. Assim, essa compartimentação, em função das potencialidades e limitações do meio físico, permite indicar as condições de usos mais sustentáveis para tais subzonas.

Desse modo, esse zoneamento torna-se o embasamento para o planejamento ambiental (proteção, conservação, recuperação ambiental, ecoturismo) e do uso do solo, como atividades agrícolas (cultivos cítricos, pastagens e reflorestamentos), obras de engenharia (obras viárias, açudes, recursos hídricos subterrâneos e recursos minerais), entre outros (OHARA, 1995).

Atualmente, a disponibilidade do uso de produtos de sensoriamento remoto e de sistemas de informações geográficas com dados geoambientais informatizados tem facilitado a obtenção de resultados no monitoramento do uso das terras de forma mais adequado e a menores custos, principalmente em relação à avaliação de impacto ambiental das atividades humanas e na elaboração de zoneamento e ordenamento territorial em assentamentos rurais (MIRANDA, 1990).

Assim, foi definido como o estudo de caso desse trabalho o assentamento rural Pirituba II, um dos projetos de reforma agrária mais antigo do Estado de São Paulo, localizado nos municípios de Itapeva e Itaberá. A implantação desse assentamento se iniciou em 1984 pelo governo estadual, criando as Áreas I e II, e, posteriormente, as Áreas III (1986), IV (1991), V (1992) e VI (1996). Atualmente, existem cerca de 400 famílias assentadas em 8.619 ha, distribuídas em 6 áreas distintas. Cada família, após os processos de regularização, recebeu um lote com aproximadamente dezessete hectares para área de cultivo. Essas terras estão sob responsabilidade da Fundação Instituto de Terras do Estado de São Paulo (ITESP).

Apesar de apresentar resultados sociais e produtivos significativos, como baixo índice de evasão dos assentados, serviços básicos de saúde e educação, e integração a realidade produtiva regional (onde predomina o cultivo de grãos, tais como: milho, soja, feijão, trigo e arroz) (BEZE et al. 2005), esse assentamento, como muitos do Brasil, ainda carece de conhecimentos, informações e orientações técnicas sobre o uso adequado da terra em consonância com princípios de sustentabilidade, legislação ambiental e manutenção socioeconômica das famílias assentadas. Isso tem como conseqüências o aumento de impactos ambientais negativos, a diminuição da renda e qualidade de vida das famílias assentadas e o enfraquecimento dos projetos de reforma agrária.

No documento “Plano Para o Aumento da Renda dos Assentados no Projeto de Assentamento Pirituba II” foram identificados os principais problemas estratégicos que comprometem o aumento da renda. Entre esses problemas, destaca-se a “falta de uma estratégia comum aos assentados para prevenir e remediar problemas ambientais e para garantir a sustentabilidade da produção agropecuária, evitando perdas de renda e de qualidade de vida das famílias ao longo do tempo por degradação dos recursos ambientais disponíveis (ausência de pacto ambiental)” (FÓRUM TEMPORÁRIO PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE RENDA, 2004, p.14-15).

Baseado nessas considerações, essa pesquisa parte do problema que os projetos de reforma agrária apresentam dificuldades de planejamento para uso e ocupação da terra. Esses problemas afetam a qualidade de vida, a produtividade e a sustentabilidade ambiental. Isso se deve à carência de estudos interdisciplinares detalhados de diagnósticos e zoneamentos ambientais para implantação, desenvolvimento e gestão desses assentamentos. Assim, o objetivo desse estudo é estabelecer o zoneamento geoambiental no assentamento rural Pirituba II e analisar o uso desse instrumento para subsidiar e melhorar os projetos de reforma agrária que visem a sustentabilidade socioambiental.

## Caracterização geral do assentamento rural Pirituba II

O assentamento rural Pirituba II está localizado nos municípios de Itapeva e Itaberá, no extremo sudoeste do Estado de São Paulo (Figura 1). A principal via de acesso é a rodovia SP-258 (Francisco Alves Negrão) que passa pelas cidades de Itapeva e Itararé. Está circunscrito nas seguintes coordenadas geográficas (UTM): 7350000 e 7327000 N e 687000 e 703000 E. Localizado na microbacia do rio Pirituba, pertencente à unidade hidrográfica do Alto Paranapanema.

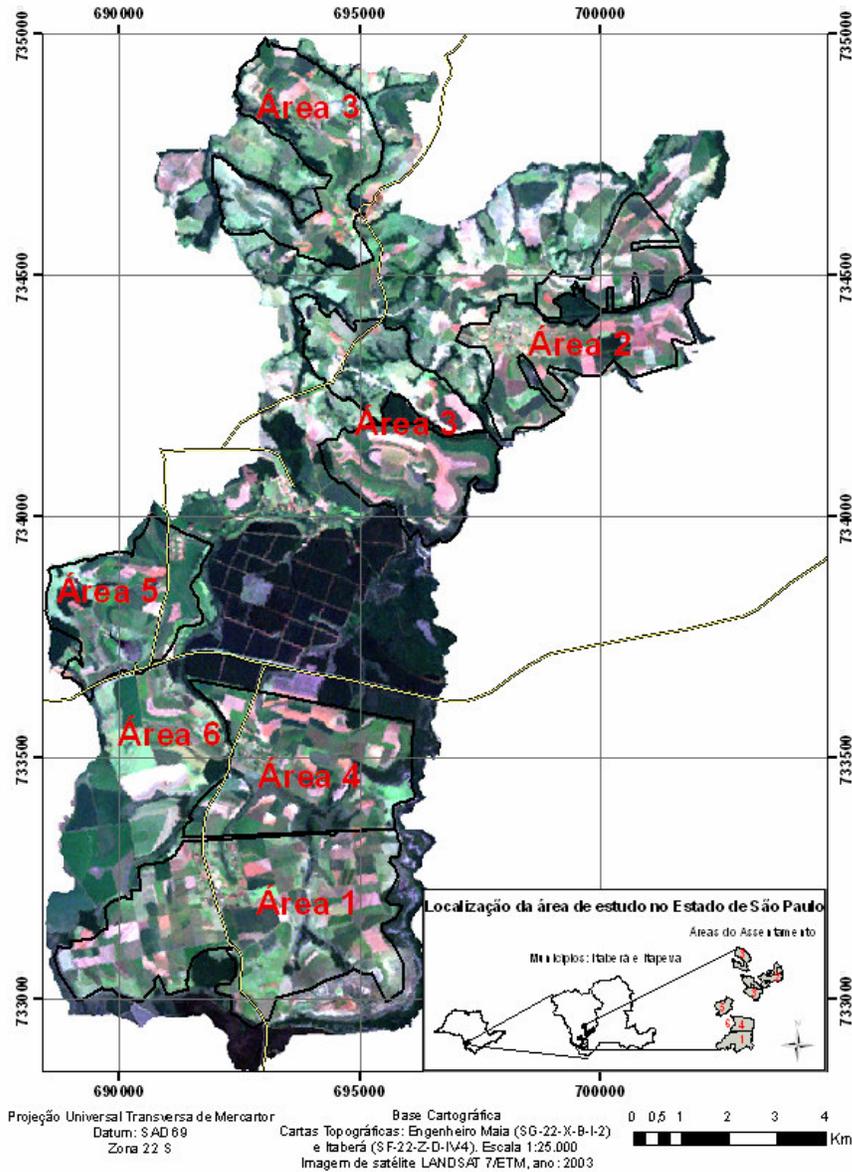


Figura 1: Localização da área de estudo e das Áreas (I, II, III, IV, V, VI) do assentamento Pirituba II nos municípios de Itapeva e Itaberá (SP).

Na região de estudo são encontradas as seguintes unidades litológicas: rochas metavulcanossedimentares do Neoproterozóico (500 e 900 milhões de anos) relacionadas ao Grupo Itaiacoca; rochas sedimentares devonianas da Formação Furnas, ao sul da área; e o predomínio de rochas permocarboníferas do Grupo Itararé (400 a 250 milhões de anos), ao norte do assentamento, além de depósitos cenozóicos.

O clima da região do assentamento é caracterizado com temperatura média anual desta região é de 18 a 20° C. O mês de janeiro, o mais quente, possui uma temperatura média de 26 a 28° C e o mês de julho, o mais frio, entre 8 a 16° C. Apresenta índices pluviométricos de 1.200 e 1.400 mm anuais (IPT, 2001).

Na região de estudo predomina a Zona do Paranapanema, pertencente à Depressão Periférica Paulista, da Província Bacia Sedimentar do Paraná, caracterizada predominantemente por paisagens de planaltos ligeiramente dissecados com formas de relevo com topos convexos, altitudes médias de 700 a 800 metros (IPT, 2001). No extremo sul do assentamento localizam-se escarpas estruturais, onde se encontram afloramentos da Formação Furnas recobertos por Neossolos Litólicos (RL) e Cambissolos predominantemente.

A evolução da paisagem do assentamento está relacionada a condicionantes da tectônica regional, o que gera uma paisagem de abatimento e soerguimento de blocos, com dominância de processos colúvio-aluvionares que formam associações de solos (Argissolos, Cambissolos, Neossolos, Gleissolos, Organossolos). Essas associações foram caracterizadas para interpretar as zonas e subzonas geoambientais.

Atualmente, a principal fonte de renda no assentamento Pirituba II é o cultivo intensivo de grãos (milho, feijão, soja, arroz e trigo), sendo as pastagens uma atividade complementar.

## **A sistemática de Zoneamento Geoambiental**

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica e cartográfica sobre a região da área de estudo. Para a elaboração do zoneamento geoambiental do assentamento Pirituba II foi necessário detalhar e interpretar as informações básicas dos aspectos hidrográficos, geológicos, fisiográficos e pedológicos. As escalas dessas informações foram adequadas para esse estudo utilizando bibliografia, cartas topográficas, mapas, modelo de elevação digital (SRTM), imagens de satélite, fotografias aéreas e trabalho de campo.

As informações cartográficas básicas utilizadas foram as cartas topográficas de Itaberá, Engenheiro Maia e Barra do Chapéu (IBGE - escala 1:50.000), adquiridas em arquivos digitais e registradas no sistema de coordenadas Universal Transverse Mercator (UTM), DATUM South American 1969 (Brasil), elaborando-se um mosaico das mesmas. As imagens do sensor ETM (LANDSAT 7) foram compradas e georreferenciadas, após esta etapa seguiu-se com o registro dos perímetros das áreas do assentamento, disponibilizado pelo ITESP, tendo como base cartas topográficas. Esses procedimentos foram realizados no programa de computador TNT Mips 6.8. Enquanto que os mapas foram editados no programa ArcGIS 9 – ArcView.

A escala de fotointerpretação, utilizando estereoscópio de espelhos (Tokyo Optical Co. Lld., Tokyo, Japan), foi definida 1:25.000, em função do objetivo desse estudo e da disponibilidade de aquisição das fotografias aéreas (escala 1:25.000 - 1962 - IS/ várias empresas) do arquivo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Aerofotogeografia do Departamento de Geografia, USP, São Paulo (SP).

A rede de drenagem foi detalhada para uma análise específica do assentamento, extraído-se a drenagem das áreas do assentamento Pirituba II por meio da fotointerpretação de fotos áreas e verificações em campo.

A partir da análise dessa rede de drenagem, foram extraídas informações sobre a geologia estrutural, elaborando-se mapas de lineamentos de drenagem, de traços de fratura e de morfoestrutura em escala detalhada para o assentamento, para melhor interpretação da dinâmica do meio físico, estabelecer os limites das subzonas geoambientais e definir

suas potencialidades e limitações ambientais. Esta interpretação parte da premissa de que as linhas de drenagem retilíneas possuem origem estrutural (SOARES; FIORI, 1976).

A partir dos drenos de primeira ordem da rede de drenagem detalhada do assentamento foram delineados os traços de fratura e suas direções (leste/oeste, sudoeste/nordeste, noroeste/sudeste, norte/sul). Os traços de fratura são considerados, nesse estudo, como registros das deformações mais modernas da paisagem, e conseqüentemente, utilizados para compreensão da dinâmica da paisagem e suscetibilidade a erosão. Assim, essa análise permitiu delimitar as áreas intensamente fraturadas, portanto, mais suscetíveis à erosão (BATISTA, 2001; CRISOSTÓMO-NETO, 2003).

O mapa morfoestrutural (figura 2), elaborado a partir da análise da rede de drenagem, foi conferido e relacionado com aspectos físicos, verificados em trabalhos campo durante a caracterização dos horizontes diagnósticos. Nessa análise morfoestrutural, foram identificadas as seguintes feições estruturais: altos estruturais (anticlinal/convexo); baixos estruturais (sinclinal/côncavo); e *trends* de fraturas, esses últimos caracterizados por um adensamento de fraturas unidirecionais que demonstram um alinhamento estrutural (JIMENEZ-RUEDA et al. 1989a) e maior instabilidade ambiental e suscetibilidade a erosão.

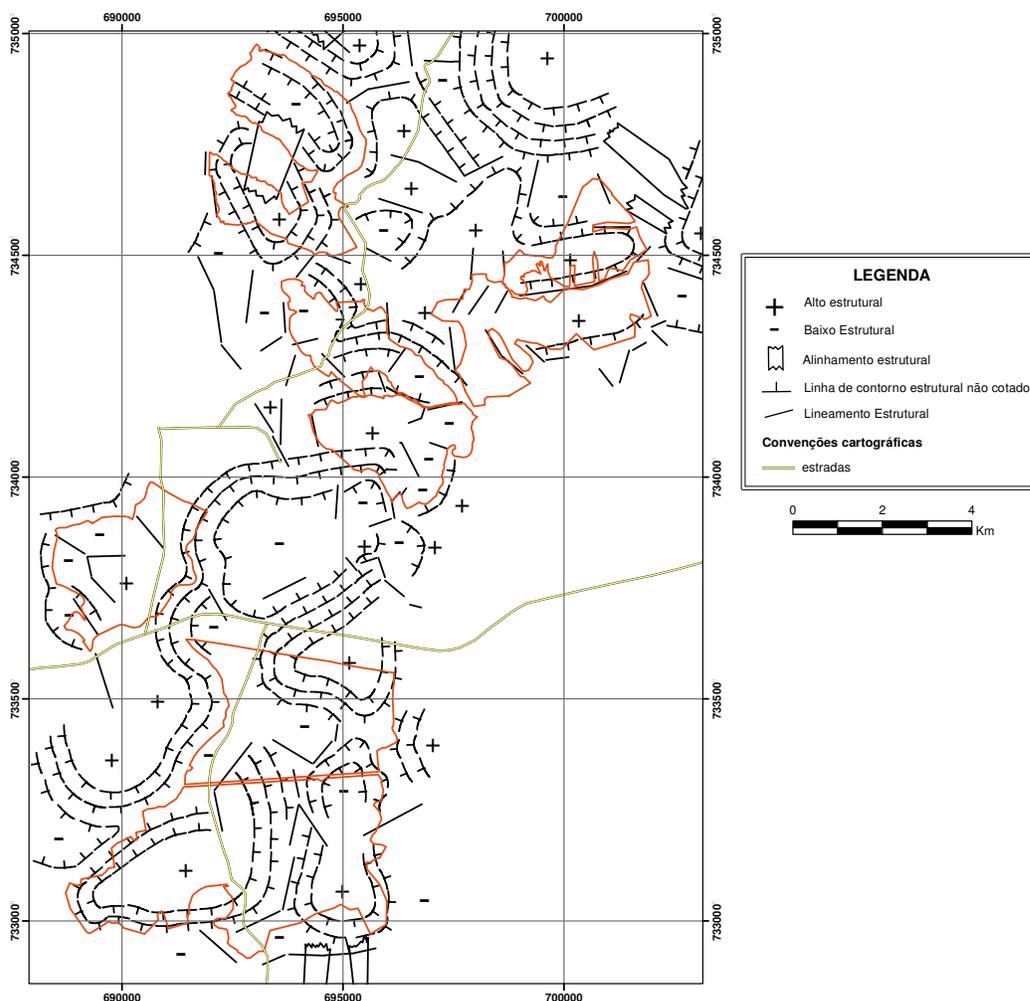


Figura 2: Mapa morfoestrutural do assentamento rural Pirituba II.

Essas feições foram estabelecidas a partir da análise dos elementos de drenagem, considerando a linearidade ou regularidade; densidade; extensão; angularidade da confluência da drenagem (para definição do grau de assimetria); tropia; sinuosidade e grau de arqueamento das formas anelares, além da análise do relevo e suas relações espaciais (JIMÉNEZ-RUEDA et al. 1993; LIMA, 1995; MATTOS et al. 1982; SOARES; FIORI, 1976; VENEZIANI; ANJOS, 1982).

Na interpretação morfoestrutural, procurou-se um significado geológico para as diferentes formas ou associações dos elementos de drenagem e relevo, pois se admite que são relativamente condicionadas por fatores estruturais ou litológicos, devido à presença de processos morfogenéticos atuando sobre a superfície (JIMÉNEZ-RUEDA et al. 1993).

As unidades fisiográficas foram estabelecidas pela descrição dos processos da evolução das paisagens e das formas da superfície da terra, como também, pelo grau de dissecação; hipsometria; e idade estimada dos sedimentos de superfície. Durante a fotointerpretação e trabalhos de campo, essas unidades foram classificadas pela análise dos seguintes elementos observados nas fotos áreas: formas do relevo, perfil da topografia, grau de dissecação, hipsometria, quebra do relevo, drenagem, comportamento estrutural, vegetação natural, processos pedogenéticos, variações de cinza e textura da foto aérea.

Essas unidades fisiográficas foram interpretadas como um dos registros de formação dos solos. Desse modo, as informações presentes nas unidades fisiográficas também foram utilizadas para: compreender a dinâmica da paisagem, definir as associações de solos e as zonas geoambientais. Em última análise, essas unidades foram essenciais para: estabelecer as subzonas geoambientais, definir as áreas erosionáveis e recomendar usos e ocupações para a conservação dos ecossistemas.

Por outra parte, os mapas de declividade e hipsométrico foram elaborados pelo programa de sistema de informação geográfica (SIG) ArcGIS 9 - ArcView, a partir da interpretação do modelo de elevação digital do terreno (DEM), com resolução espacial de 90 metros, proveniente do projeto Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), disponível gratuitamente pelo site da EMBRAPA (MIRANDA, 2005). Apesar de não possuírem uma escala detalhada para o estudo do assentamento, esses mapas foram utilizados para a compreensão da dinâmica da paisagem e como mais uma ferramenta à verificação das indicações de adequações e restrições para determinados usos das subzonas.

O mapa de declividade da área de estudo foi dividido em 6 classes de: 0-3%, relevo plano ou quase plano; 3-7%, relevo suave-ondulado; 8-12%, relevo ondulado com declive moderado; 13-25% e 26-35%, relevo ondulado com declive forte; >35% relevo montanhoso a escarpado com declive muito forte. O mapa hipsométrico do assentamento Pirituba II foi apresentado com as seguintes classes de altitude: 600-660 m; 661-730 m; 731,01-790 m; 791-860 m; 861-920 m; 921-1.100 m.

Os altos e baixos topográficos foram determinados pela integração das altitudes presentes nas cartas topográficas, no mapa hipsométrico e no mapa das unidades fisiográficas (Jiménez-Rueda et al. 1989a e 1993 e Jiménez-Rueda; Mattos, 1992). Esses foram relacionados com a morfoestrutura (altos e baixos estruturais) para inferir sobre: os aspectos hidrológicos, os volumes de alteração intempérica/horizontes diagnósticos do solo, a circulação de água, os tipos de processos pedogenéticos, a suscetibilidade à erosão, as aptidões e restrições em cada subzona geoambiental.

Baseado em GOOSEN (1968), a análise fisiográfica foi a base para o levantamento das associações de solos do assentamento. Os solos predominantes das zonas geoambientais foram classificados de acordo com a pedostratigrafia, segundo a reconstituição da evolução dos solos e seu material de origem, para assim, contribuir com informações sobre os usos e ocupações adequados para a manutenção da fisiologia da paisagem.

A partir da integração do mapa de unidades fisiográficas, de fotointerpretação, reconhecimentos e verificações em campo, do levantamento da evolução dos solos, foram levantados, detalhados e integrados os aspectos litológicos (levantamento dos substratos geológicos) e alostratigráficos (levantamento dos depósitos do Quaternário/Neógeno, (NORTH AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE, 1983).

Essas coberturas sedimentares neogênicas foram consideradas limites físicos para estabelecer as zonas geoambientais e auxiliar na compreensão da evolução da paisagem.

Após a fase de levantamento e adequação das escalas dessas informações ambientais básicas, foram adotadas as seguintes etapas, resumidamente, para o zoneamento geoambiental:

- 1) Fotointerpretação preliminar de imagem de satélite e fotografias aéreas e análise fisiográfica regional. Essa análise foi uma interpretação inicial dos aspectos geológicos, hidrológicos, climáticos, fisiográficos e pedológicos para identificar e deduzir os processos que ocorreram ou são atuantes na dinâmica da paisagem, para posteriormente separação das paisagens.
- 2) Constatação preliminar das análises fisiográficas com reconhecimento geral das paisagens, dos processos da evolução da paisagem e dos solos;
- 3) Reinterpretação, a partir do conhecimento adquirido nas etapas anteriores, dos diferentes parâmetros: geológicos (litologia, aloestratigrafia, estruturas), fisiográficos (paisagens e suas unidades fisiográficas), morfométricos, climáticos, pedológicos e ecológicos. Os aspectos geológicos foram fotointerpretados principalmente a partir da integração das informações de unidades fisiográficas, forma das vertentes (taludes convexos, concavos e retilíneos), rede de drenagem, texturas e tons de cinza dos produtos de sensores remotos, pois estas informações refletem tipo de material e litologia do embasamento, além de verificações em campo.
- 4) Determinação das paisagens e suas unidades fisiográficas em áreas padrões que respondem a semelhantes variações, para assim, facilitar a extrapolação e interpolação desses padrões com propriedades características de cada paisagem e suas áreas de influência.
- 5) Delimitação das paisagens contidas em uma unidade litológica e em dissecções (em uma e/ou várias direções) que contribuem na definição das zonas geoambientais, utilizando a interpretação de fotos aéreas. A partir da caracterização das unidades fisiográficas colúvio-aluvionares do assentamento foram estabelecidos os processos que resultaram na formação da paisagem. Isto permitiu estabelecer as unidades aloestratigráficas para definir as zonas geoambientais.
- 6) Definição das zonas geoambientais, coincidentes a unidades aloestratigráficas, por meio da caracterização das coberturas de alteração intempéricas, resultantes da análise associativa das informações litológicas, morfoestruturais, fisiográficas, e pedológicas (OHARA, 1995), e reconstituição da evolução da paisagem, baseada na pedoestratigrafia. Posteriormente, delimitação das zonas geoambientais, por meio de fotointerpretação das fotos aéreas e verificações em campo.
- 7) As subzonas geoambientais foram estabelecidas principalmente por: unidades fisiográficas, grau de dissecção e morfoestrutura. Assim, cada subzona foi classificada com um alto ou baixo topográfico e alto ou baixo estrutural, destacando-se ainda a presença de *trends* de fraturas, pois estes fatores contribuem para as indicações de potencialidades e limitações ambientais de tais unidades.
- 8) Foram relacionados os aspectos de uso e ocupação com suas manifestações em termos de manutenção do equilíbrio e/ou desequilíbrio dos ecossistemas para estabelecer as respostas fisiológicas das paisagens e a capacidade suporte do meio físico de cada subzona, para assim recomendar as potencialidades e limitações de usos para cada subzona.

A figura 3 apresenta um fluxograma das etapas de execução do zoneamento geoambiental do assentamento rural Pirituba II.

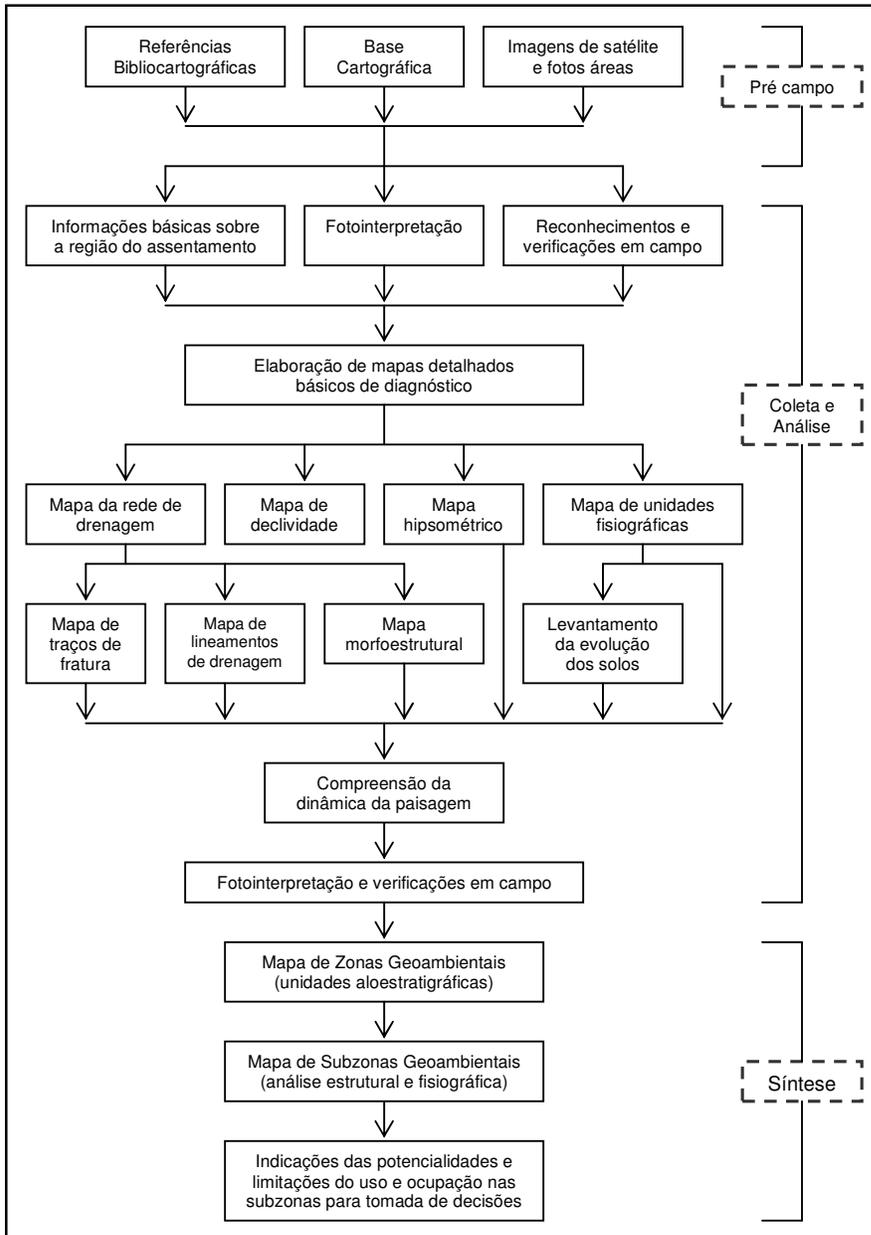


Figura 3: Fluxograma das etapas de execução do zoneamento geoambiental do assentamento rural Pirituba II.

## Diagnóstico e Zoneamento Geoambiental do assentamento rural Pirituba II

A análise da rede de drenagem específica para o assentamento foi essencial para conhecimento do meio físico e elaboração do zoneamento geoambiental, pois a partir da mesma foram interpretados as informações de geologia estrutural e alguns processos da dinâmica da paisagem.

As análises dos lineamentos de drenagem e dos traços de fraturas permitiram delimitar áreas intensamente fraturadas, mais instáveis e suscetíveis à erosão, e, conseqüentemente, áreas que deveriam ter manejo cauteloso ou serem indicadas à proteção ambiental. Assim, a análise estrutural foi uma ferramenta fundamental para elaboração desse zoneamento e como subsídio às indicações das instabilidades do meio físico.

A análise do comportamento morfoestrutural, de altos e baixos estruturais e *trends* de fraturas, com relação aos altos e baixos topográficos, ofereceu informações importantes sobre a dinâmica do meio físico, seu comportamento hidrológico, pedológico e suas recomendações e limitações quanto ao uso e ocupação.

As interpretações geológicas, fisiográficas e pedoestratigráficas analisadas nesse estudo permitiram reunir informações eficazes para reconstrução da evolução das paisagens, elaboração do zoneamento geoambiental e indicações de potencialidades e limitações de uso e ocupação que mantenha o equilíbrio fisiológico da paisagem buscando sua sustentabilidade e evitando impactos ambientais negativos.

A caracterização de cada tipo de unidade fisiográfica contribuiu com informações sobre suas limitações e potencialidades de uso e ocupação. Como por exemplo, as unidades fisiográficas de planícies de inundação geralmente foram indicadas para áreas de proteção visando à manutenção dos recursos hídricos no assentamento.

Os planaltos pouco dissecados recebem poucas limitações em relação ao uso agrícola, requerendo apenas técnicas para manutenção da fertilidade e conservação dos solos. A discussão dos resultados da análise fisiográfica aponta para uma variedade de possibilidades de usos no assentamento. Esse potencial deve ser aproveitado para o desenvolvimento da diversificação de cultivos e fortalecimento da agricultura familiar no assentamento.

Assim, a análise fisiográfica da paisagem permitiu estabelecer o reconhecimento da evolução da paisagem e dos solos e a definição das coberturas de alteração intempérica de um modo geral, e, portanto, estabelecer as 5 zonas geoambientais definidas para a área de estudo. Como ilustra a Figura 4 que apresenta o mapa de zonas geoambientais do assentamento Pirituba II.

Além disso, foram estabelecidas 37 subzonas geoambientais (figura intimamente relacionadas com as informações interpretadas do meio físico da área. O Quadro 1 apresenta resumidamente algumas características geralmente encontradas nessas zonas.

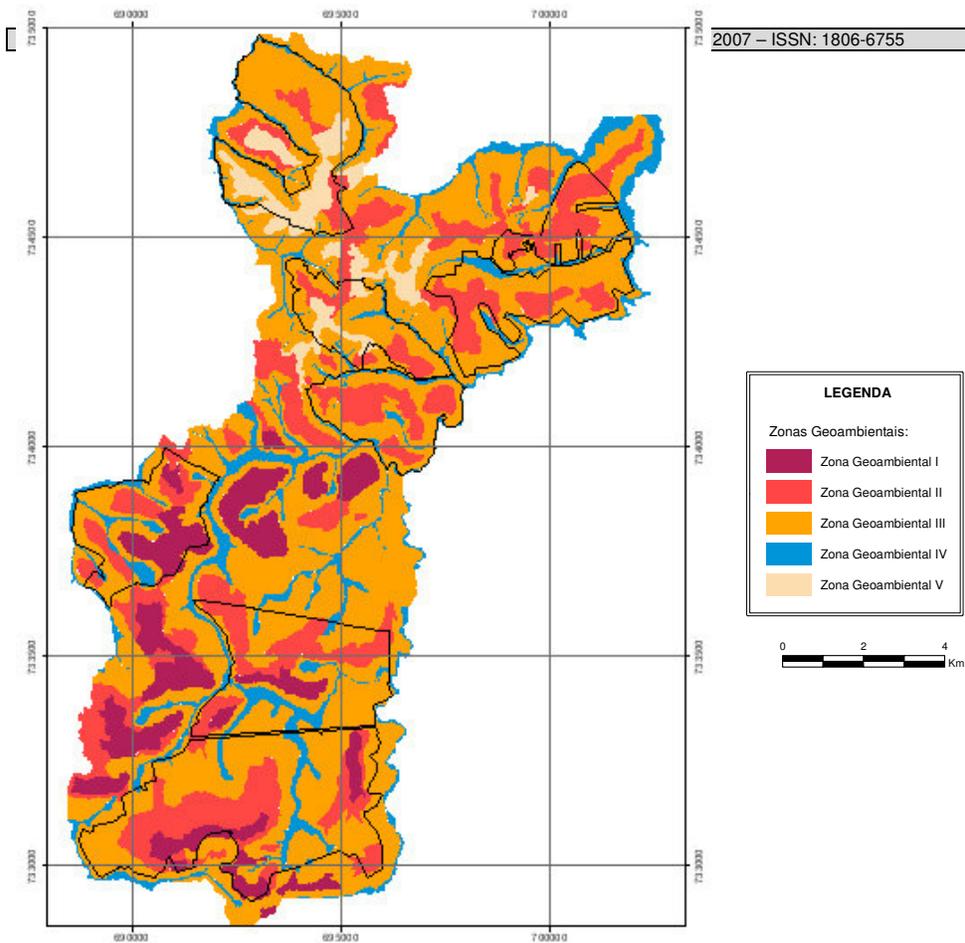


Figura 4: Mapa de zonas geoambientais do assentamento rural Pirituba II, municípios de Itapeva e Itaberá (SP).

QUADRO 1 – Síntese das zonas geoambientais (ZG) com a descrição geral das unidades fisiográficas, processos de alteração intempérica, associações de solos predominantes, substrato geológico, morfoestrutura, morfometria, número de subzonas geoambientais (SZGA) e Áreas do assentamento rural Pirituba II.

ZG	Unidades fisiográficas	Processos de alteração intempérica	Associações de Solos	Substrato Geológico	Morfoest.	Morfometria	SZGA	Área
I	Planaltos e taludes	Ferri-argilização, Melano-argilização	Argissolo Vermelho (PV)	Fm Furnas	Alto e baixo estrutural, trends	Alto topográfico	5	1, 4, 5, 6
II	Planaltos e taludes	Argilo-ferri-goetização, Melano-argilo-ferri-goetização, Cambissolização, Resaprolitização Incipiente	Argissolo Vermelho Amarelo (PVA), Cambissolo Húmico Distroférico (CHdf) e Cambissolos (C)	Fm Furnas e Grupo Itararé	Alto e baixo estrutural, trends	Alto e baixo topográfico	7	Todas
III	Planaltos, taludes, paleocanais, paleoterraços e paleoleques	Regolitização, Gleização, Saprolitização Incipiente, Cambissolização, Humificação e Melanização	Neossolo Litólico (RL), Neossolo Flúvico (RY), Saprolitização Incipiente, Cambissolo Húmico Distroférico (CHdf), Gleissolo Háptico (GX) e Argissolo Vermelho Amarelo (PVA)	Fm Furnas e Grupo Itararé	Alto e baixo estrutural, trends	Alto e baixo topográfico	18	Todas
IV	Planícies de inundação atual e subatual	Gleização, Melanização Incipiente e Profunda, Cambissolização, Argissolização	Gleissolo Melânico (GM), Cambissolo Húmico Distroférico (CHd), Organossolo Háptico Húmico e Sáprico (OXY/OXys), Argissolo Acinzentado (PAC)	Fm Furnas e Grupo Itararé	Alto e baixo estrutural, trends	Baixo topográfico	2	Todas

V	Planatos, talutes	Gleização, e Melanização	Neossolo Flúvico (RY), Cambissolo Húmico Aluminoférico (CHaf), Gleissolo Melânico (GM)	Grupo Itararé	Alto e baixo estrutural, <i>trends</i>	Alto topográfico	5	3
		Cambissolização e Saprolitização Incipiente	Cambissolo Húmico Distroférrico (CHdf)					

As zonas geoambientais I e II apresentam as melhores terras para cultivo de culturas anuais e semiperenes. De forma antagônica, as zonas VI e V apresentam as áreas com maiores limitações quanto a este tipo de uso. As áreas da zona IV ou com presença de *trends* de fraturas e taludes muito fortemente dissecados são indicadas para proteção ou preservação ambiental, devido à instabilidade ambiental das mesmas.

Em algumas áreas suscetíveis à erosão e frágeis ambientalmente são indicados reflorestamentos para a prevenção de impactos ambientais negativos a dinâmica da paisagem, ou ainda indicadas para pastagens com restrições, como é o caso da maioria das subzonas da zona III.

Para cada subzona geoambiental foram especificadas: as unidades fisiográficas, as associações de solos, o substrato geológico, os processos de alteração intempérica, morfoestrutura, morfometria e suscetibilidade à erosão, e em função da integração dessas informações foram indicados os usos adequados em relação à capacidade suporte do meio físico de cada subzona.

## Considerações finais

Em um planejamento de assentamento rural, a escala de mapeamento determina o detalhamento e a confiabilidade dos diagnósticos e recomendações, esta por sua vez está relacionada com: o objetivo desejado, dimensão e complexidade da área, disposição de informações e condições de levantamento e complementação de dados ambientais, além do custo e benefício do projeto.

A fim de aprofundar, detalhar e compreender as características do meio físico dos projetos de reforma agrária é fundamental utilizar produtos de sensores remotos como fotografias aéreas para realização do zoneamento geoambiental. A partir da fotointerpretação de fotos aéreas (escala 1:25.000) e dos trabalhos de campo foi possível chegar à escala de detalhe necessária para realizar esse zoneamento específico para o assentamento Pirituba II, o que forneceu maior detalhe e confiança nas interpretações e recomendações em tal diagnóstico, principalmente, no caso de planejamento das áreas do assentamento, além de ter sido mais acessível financeiramente do que uma imagem com esse mesmo nível de detalhamento.

O trabalho de campo foi essencial para aferição e confiança dos resultados e recomendações para o planejamento. Durante o trabalho de campo devem ser realizados levantamentos de associações de solos, dos processos da formação e dinâmica das paisagens, das unidades fisiográficas, e estudos das respostas dos usos e ocupações da terra em cada unidade mapeada, associados às diferenças locais.

A análise fisiográfica é a integração dos aspectos físicos e a síntese dos processos que ocorreram na paisagem, desse modo, está relacionada com a capacidade do intérprete em integrar essas informações e com a bagagem de seus conhecimentos. A grande dificuldade e principal desvantagem da aplicação da análise fisiográfica está na necessidade de um profissional com grande experiência e alto nível de referência em fotointerpretação, de geomorfologia e pedologia, porém existem grandes vantagens, pois permite mapear do particular ao geral, e obter um melhor detalhe e qualidade de mapeamento e recomendações de manejos, corroborando com o trabalho de Goosen (1968).

Ressalta-se que a análise fisiográfica foi essencial nesse estudo para a compreensão da dinâmica da paisagem e levantamento dos solos, conseqüentemente para o estabelecimento das zonas e subzonas geoambientais.

A aplicação do zoneamento geoambiental no assentamento rural Pirituba II forneceu um estudo integrado e detalhado do meio físico para planejamento do uso e ocupação das áreas desse assentamento, visando a sustentabilidade ambiental e das famílias assentadas.

Esse zoneamento detalhado permitiu indicar áreas de suscetibilidade à erosão, proteção ambiental (reserva legal e áreas de preservação permanente – APP), adequações e restrições a diferentes usos, o que pode subsidiar o planejamento do uso da terra e orientar a tomada de decisões pelas famílias e pelos executores de políticas públicas. Como apoio e retorno à comunidade, as diretrizes desse zoneamento serão encaminhadas para as famílias, os técnicos, executores de políticas públicas e instituições parceiras do assentamento.

Sendo assim, esse método pode auxiliar estudos para licenciamento ambiental dos projetos de reforma agrária, pois pode disponibilizar informações prévias para tomada de decisão ao implementar os assentamentos ou realizar determinados usos e ocupações.

Praticamente todas as áreas do assentamento necessitam de práticas agroecológicas, que visem a conservação do solo e dos recursos naturais, e orientações de técnicas para um bom desempenho dos cultivos a longo prazo e manutenção saudável das famílias assentadas e da integridade ecológica. Para isso, é necessário estabelecer parcerias entre as famílias assentadas, os técnicos, executores de políticas públicas, órgãos governamentais e não governamentais para desenvolver projetos que busquem a sustentabilidade socioeconômica e ambiental no assentamento.

A existência de áreas cooperadas poderia aproveitar as aptidões do meio físico e evitar o uso de áreas inadequadas a diversos manejos ou indicadas para proteção ambiental, proporcionando otimização dos recursos naturais e aumento de renda para a comunidade.

Finalmente, baseado nos resultados desse estudo, pode-se concluir que a aplicação do zoneamento geoambiental no assentamento rural Pirituba permitiu indicar diretrizes de planejamento local do uso e ocupação visando a sustentabilidade socioambiental.

Portanto, a sistemática de zoneamento geoambiental pode ser um instrumento útil na gestão territorial e melhoria dos projetos de reforma agrária.

## Agradecimentos

À FAPESP pela concessão da bolsa de mestrado e financiamento dessa pesquisa. À Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente. Ao Prof. Gerd Sparovek pela co-orientação. Aos assentados e técnicos do Assentamento Rural Pirituba II.

## Referências

AB'SABER, A. Importância do conhecimento sobre o meio físico na reforma agrária. In: MONIZ, A. C. et al. (Org.). **A responsabilidade social da ciência do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1988. p. 227.

BATISTA, I. X. **Desenvolvimento sustentável em Rondônia: políticas públicas, desmatamento e evolução econômica**. 2001. 172 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001

BEZE, Z. et al. Processo de discussão e implementação do Plano de Recuperação do PA Pirituba II. In: FERRANTE, V. L. S. B.; ALY JR., O. (Org.) **Assentamentos Rurais: Impasses e Dilemas (uma trajetória de 20 anos)**. São Paulo: Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), Superintendência Regional de São Paulo, 2005. p. 237-254.

CRISOSTOMO-NETO, A. P. **Mapeamento geoambiental com imagem de satélite do Vale do Paraíba**. 2003. 67f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

FÓRUM Temporário para a elaboração do Plano de Renda. “**Plano Para o Aumento da Renda dos Assentados no Projeto de Assentamento Pirituba II**”. Itapeva: Projeto de Assentamento Pirituba II, 16 dez. 2004. 26 p.

GUANZIROLI, C. et al. **Principais Fatores que Afetam o Desenvolvimento dos Assentamentos de Reforma Agrária no Brasil**. Brasília: INCRA/FAO, 1999. 62p.

GUIMARÃES, S. C. P. **Zoneamento geoambiental como subsídio à aptidão agrícola das terras do município de Cujubim**. 2001. 133 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

GOOSEN, D. Interpretacion de fotos aereas y su importancia en levantamiento de suelos. **Boletín sobre suelos**, Roma, 1968. n.6, p.0-58.

GOOSEN, D. **Physiography and soils of the Llanos Orientales: Colombia**. Academisch Proefschrift, 1971. 199 p.

INSTITUTO De Pesquisas Tecnológicas Do Estado De São Paulo – IPT. **Estudos do meio físico para implantação de Distritos Agrícolas Irrigados na zona rural do município de Itapeva, SP**. São Paulo: IPT, 2001. 70p. 2v. (Relatório Técnico, 50 725).

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; MATTOS, J. T. Monitoreo de las actividades antrópicas para la evaluación de la capacidad de soporte del medio físico: diagnostico y prognostico. In: SIMPOSIO LATINOAMERICANO SOBRE RIESGO GEOLÓGICO URBANO, 2.; CONFERENCIA COLOMBIANA DE GEOLOGIA AMBIENTAL, 2., 1992, Pereira: **Anais...** Pereira (Colombia), 1992. v.1.

JIMENEZ-RUEDA, J. R.; MATTOS, J. T. MALAGUTTI FILHO, W. Estudos integrados para controlar impactos ambientais de um sistema de irrigofertilização com vinhoto na região centro-leste do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCION REMOTA, 4., 1989a, Bariloche: **Anais...** Bariloche, 1989a. p. 459-465. v. 2.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; PESSOTTI, J. E. S.; MATTOS, J. T. Uso de sensoriamento remoto no zoneamento agroecológico da região da serra do mar no Estado e São Paulo. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCION REMOTA, 4., 1989b, Bariloche: **Anais...** Bariloche, 1989b. p. 135-139. v. 1.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; NUNES, E. MATTOS, J. T. Caracterização Fisiográfica e Morfoestrutural da Folha São José de Mipibu – RN. **Geociências**, São Paulo, v.12, n.2, p. 481-491, 1993.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; LANDIM, P. M. B.; MATTOS, J. T. Gerenciamento Geoambiental. In: TAUK-TOPRNISIELO, S. M. et. al. **Análise Ambiental: estratégias e ações**. Rio Claro: UNESP, 1995. p. 327-329.

LIMA, M. I. C. **Introdução à interpretação radargeológica**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos ambientais, 1995. 124 p. (Manuais técnicos em Geociências).

LISBOA, M. A. **Caracterização do meio físico para fins de projetos de colonização no município de Cujubim – RO.** 2001. 104 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2001.

MATTOS, J. T. de et al. **Análise morfoestrutural com uso de imagens MSS-Landsat e radar para pesquisa de hidrocarbonetos no Estado de São Paulo.** São José dos Campos: INPE, 1982. (INPE-2445-RTR/015).

MICHELIN, C. **Zoneamento Geoambiental do Assentamento “Boa Sorte” como Subsídio ao Planejamento de Uso e Ocupação do Solo.** 2004. 98 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

MIRANDA, E. E. Preservação Ambiental e Reforma Agrária. Não tem mais culpa. **Reforma Agrária. Ensaios e Debates.** p.23-320, abril/dez. 1990.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevô.** Campinas: EMBRAPA Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpem.embrapa.br>>. Acesso em: 31 maio 2006.

NORTH American Commission on Stratigraphic Nomenclature. North American Stratigraphic Code. **The American Association of Petroleum Geologists Bulletin**, v.67, n.5, 1983. p. 841-875.

OHARA, T. **Zoneamento Geoambiental da região do Alto-médio Paraíba do Sul (SP) com sensoriamento remoto.** 1995. 235 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.

OHARA, T. et al. Zoneamento Geoambiental da região do Alto-Médio Rio Paraíba do Sul e a Carta de Aptidão Física para a implantação de obras viárias. **Revista Brasileira de Geociências.** v. suplemento, p. 173-182, jun. 2003.

PAULA, F. E. de. **Zoneamento Geoambiental como método de análise de indicadores ambientais do Horto Gramado em São Simão – SP.** 2002. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

RODRIGUES, R. M. **Estudo e caracterização do meio físico da Bacia do Rio Camboriu/SC, visando o zoneamento geoambiental.** 2000. 73 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

SHIMBO, J. Z. **Zoneamento Geoambiental como um dos Instrumentos para o Planejamento da Região do Pastão no Assentamento Rural Fazenda Pirituba, Município de Itapeva – SP.** 2003. 119 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

SOARES, P. C.; FIORI, A. P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em Geologia. **Notícia Geomorfológica.** Campinas, v. 16, n. 32, p. 71-104, dez. 1976.

STEFANI, F. L. **Zoneamento Geoambiental da região de Casa Branca/SP.** 2003. 170 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São Jose dos Campos, 2003.

VENEZIANI, P.; ANJOS, C. E. **Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento e aplicação em geologia**. São José dos Campos: INPE, 1982. 61 p. (INPE – 2227-MD/014).

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. 91 p.

Recebido em novembro de 2006  
Artigo reenviado em dezembro de 2006  
Aprovado em fevereiro de 2007