

Método e Técnicas Geográficas Utilizadas na Análise e Zoneamento Ambiental

Luis Eduardo de Souza Robaina
(Professor Dr. do Depto de Geociências da UFSM e do PPGEA/ UFRGS
Laboratório de Geologia Ambiental - Universidade Federal de Santa Maria)

Romário Trentin
(Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPR
Universidade Federal do Paraná)

Dionara De Nardin
Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRGS

Sandro Sidnei Vargas de Cristo
(Professor do Curso de Geografia do Campus de Porto Nacional – UFT
Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRGS)

Resumo

O mapeamento de unidades de paisagem é uma abordagem geográfica que visa integrar os elementos da sociedade e natureza. O artigo apresenta os conceitos, métodos de análise e técnicas cartográficas atuais da ciência geográfica que servem de base para estudos desenvolvidos pelo LAGEOLAM/UFSM. O uso dos Sistemas de Informação Geográfica como técnica de geoprocessamento, permite realizar análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados, tornando possível automatizar a produção de documentos cartográficos e a tomada de decisão de maneira mais rápida e precisa. Desta forma, apresenta-se uma proposta de Mapeamento e Zoneamento Geoambiental que utiliza como rotina fundamental a divisão de uma área de estudo em unidades homogêneas, de acordo com a caracterização e variação de seus atributos principais. A base para definição de unidades homogêneas segue critérios que buscam a identificação e agregação de parâmetros do substrato rochoso, relevo, solo, drenagem, uso e ocupação da terra, entre outras características ambientais marcantes. Como produto final, o mapa geoambiental define as unidades que serão a base para a análise das fragilidades e potencialidades ambientais de uma área.

Palavras-chave Mapeamento; Geoambiental; Método

Abstract

The mapping units of landscape is a geographical approach that aims to integrate the elements of society and nature. The article presents the concepts, analysis methods and techniques of science geographical mapping current that forms the basis for studies developed by LAGEOLAM/UFSM. The use of Geographic Information Systems and Geoprocessing technique allows analysis to integrate complex data from various sources and to create data banks georeferenced, making it possible to automate the production of cartographic documents and the decision was taken quickly and accurately. Thus, it is a proposal for Mapping and Zoning Geoenvironmental using basic routine the division of area of study in homogeneous units, according to the characterization and variation of its main attributes. The basis for defining homogeneous units following criteria to search for and identification of aggregation parameters of rocky substrate, relief, soil, drainage, use and occupation of land, and other significant environmental features. As the final product, the map geoenvironmental defines the units that will be the basis for the analysis of weaknesses and potential of an environmental area.

Key words Mapping; Geoenvironmental; Method

lesrobaina@yahoo.com.br
tocogeo@yahoo.com.br
diodenardin@yahoo.com.br
sidneicristo@uft.edu.br

Introdução

A pesquisa ambiental, quando desenvolvida através de uma abordagem geográfica, possibilita compreender as relações das sociedades humanas com a natureza, diante de uma perspectiva dinâmica que envolve os aspectos culturais, sociais, econômicos e naturais, fornecendo suporte técnico para as políticas de planejamento em qualquer recorte físico-político-administrativo utilizado (Estado, Município, Unidades de Conservação, Bacias hidrográficas, Áreas Metropolitanas, entre outros).

O objeto de estudo da Geografia é o espaço geográfico e suas relações que devem ser analisados sob o aspecto sistêmico. De acordo com Milton Santos (2002: p. 77) *“o espaço geográfico é considerado como a soma indissociável de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como um quadro único no qual a história se desenvolve”*.

O conceito de espaço expressa a articulação entre a natureza e a sociedade e, sua leitura pode ser feita através de conceitos básicos da Geografia, como paisagem, lugar, ambiente, região, território, entre outros, que permitam compreender o espaço sob uma perspectiva dinâmica e sistêmica.

Um Sistema pode ser definido conforme Morin (1977) como a inter-relação de elementos que constituem uma entidade ou uma unidade global. Essa definição comporta duas características principais: a inter-relação entre os elementos e a unidade global constituída por eles.

A partir do exposto, o presente artigo tem como objetivo principal apresentar a metodologia desenvolvida pelo LAGEOLAM/UFMS que tem como base os conceitos, o método de análise e as técnicas cartográficas atuais e dos SIGs utilizados pela ciência geográfica. Dessa forma, é possível a realização de análises complexas, tornando possível automatizar a produção de documentos cartográficos e de subsídios para tomada de decisão de maneira mais rápida e precisa aos estudos ambientais.

Abordagem Metodológica nas Investigações Geográficas

Na ciência geográfica, temas, teorias e métodos se combinam de formas variadas para explicar o espaço. A primeira observação importante acerca da abordagem metodológica é que a mesma se baseia no reconhecimento, na interpretação e análise da área de estudo, as quais sendo reflexo dos processos da sociedade sobre os processos naturais devem refletir as condições atuais da mesma.

Metodologicamente, a abordagem sistêmica ou geossistêmica é definida como uma das mais adequadas para subsidiar pesquisas na área ambiental. A idéia de hierarquia, trazida pelo geossistema, mostra-se importante elemento para um planejamento regional integrado e interdisciplinar e à elaboração de diagnósticos e prognósticos que possam trazer a recuperação ambiental de áreas degradadas.

Conforme Monteiro (2000), o tratamento geossistêmico visa à integração das variáveis naturais e antrópicas (ETAPA ANÁLISE), fundindo recursos, usos e problemas configurados (ETAPA INTEGRAÇÃO) em unidades homogêneas assumindo papel primordial na estrutura espacial (ETAPA SÍNTESE) que conduz ao esclarecimento do estado real da qualidade do ambiente na (ETAPA APLICAÇÃO) do diagnóstico.

Os planejamentos ambientais costumam ser organizados dentro de uma estrutura que envolve levantamento, análise e síntese. Iniciam quando objetivos e metas são estabelecidos. Os dados obtidos são reunidos e organizados de forma a facilitar sua interpretação. A análise é feita de forma integrada, para compreender o meio estudado. A síntese se refere à caracterização da vulnerabilidade, potencialidade, acertos e conflitos ambientais.

Mateo Rodriguez *et al.* (2007) por sua vez apresentam um esquema metodológico que deve nortear a análise da paisagem de caráter ambiental que é o seguinte:

- Estudo da organização paisagística, classificação e taxonomia das estruturas paisagísticas, conhecimentos dos fatores que formam e transformam as paisagens, que inclui a utilização dos enfoques estrutural, funcional e histórico genético;
- Avaliação do potencial das paisagens e tipologia funcional, que inclui o cálculo do papel dos fatores antropogênicos através dos tipos de utilização da natureza, dos impactos geocológicos das atividades humanas, das funções e cargas econômicas;
- Análise de planificação e proteção das paisagens, que inclui a tecnologia de utilização das paisagens e a análise de alternativas tendo por base a prognose;
- Organização estrutural-funcional direcionada à otimização das paisagens;
- Perícia ecológico-geográfica é o monitoramento geossistêmico regional.

A partir do exposto, entende-se que a complexa relação entre a sociedade e a natureza que vão compor a organização espacial, pode ser compreendida a partir de um olhar geossistêmico, de cunho integrador, que não assuma uma posição determinista ou reducionista. O conceito de geossistema está estreitamente ligado com as linguagens, os conceitos e os métodos das ciências da natureza.

Cartografia Geoambiental - Representação e Análise do Espaço Geográfico

O mapeamento geoambiental como instrumento para o planejamento e regulação do uso e ocupação do meio físico foi se expandindo pelo mundo através de diversas metodologias, sobretudo as desenvolvidas nos países da Europa. Este tipo de mapeamento quando associado às questões geomorfológicas trazem resultados mais precisos e satisfatórios para o zoneamento.

Nos últimos anos, vêm ganhando força às discussões a respeito dos zoneamentos geoambientais, principalmente, pela importância que vem tendo como instrumento estratégico para o planejamento regional, com forte vinculação ao parcelamento do solo e definições de usos.

O processo de mapeamento geoambiental tem como rotina fundamental a divisão da área em unidades, de acordo com a variação de seus parâmetros. As unidades representam áreas com heterogeneidade mínima quanto aos parâmetros e, em compartimentos com respostas semelhantes frente aos processos de dinâmica superficial.

Essa metodologia procura sintetizar as informações representadas e produzidas em uma Carta de Zoneamento Geoambiental, por meio da reclassificação das unidades de terreno.

Conforme Cendrero (2004), as metodologias utilizadas para desenvolvimento dos mapas geoambientais podem levar em consideração o enfoque analítico, que se utiliza da cartografia temática, ou o enfoque sintético, que segundo o autor, apresenta a superfície como um mosaico de unidades homogêneas definidas por diferentes propósitos.

A Utilização do Geoprocessamento no Zoneamento Geoambiental

A síntese dos mapas temáticos e a integração dos parâmetros para a definição adequada dos limites de cada unidade são facilitadas pelas ferramentas de Cartografia Digital e (SIG) Sistemas de Informação Geográfica (FIORI, 2004).

O termo *Sistemas de Informação Geográfica* (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial; oferecem ao administrador uma visão inédita de seu ambiente de trabalho, em que todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto estão ao seu alcance, inter-relacionadas com base no que é fundamentalmente comum: a localização geográfica. Para que isto seja possível, a geometria e os atributos dos dados num SIG devem estar georeferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica (CÂMARA *et al.*, 2008).

Vários softwares de geoprocessamento podem auxiliar os estudos ambientais, entre os mais utilizados estão o Arcgis, Spring, Idrisi, Envi, Global Mapper, TrackMaker e Surfer, que associados aos novos métodos de avaliação e planejamento têm produzido benefícios ao gerenciamento dos recursos naturais.

O uso do geoprocessamento se torna uma ferramenta imprescindível nos estudos ambientais, principalmente aplicado ao Zoneamento Geoambiental, porque permite uma abordagem complexa e integradora das relações entre a natureza e a sociedade, fundamental para a realização de práticas eficientes da gestão ambiental.

No mesmo sentido possibilita a realização de análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados, tornando possível automatizar a produção de documentos cartográficos e a tomada de decisão de maneira mais rápida e precisa.

Zoneamento Geoambiental: Procedimentos e Métodos

O desenvolvimento do trabalho teve como referencial metodológico os pressupostos teóricos e conceituais que tratam da integração dos elementos da sociedade e natureza. Neste contexto, ressalta-se que em pesquisas no âmbito das ciências ambientais, o emprego de metodologias geográficas pode contribuir para as atividades de planejamento ambiental no que concerne à delimitação e análise integrada dos elementos do meio.

O termo “zoneamento”, na proposta desenvolvida no LAGEOLAM/UFSM, refere-se ao parcelamento de um determinado espaço geográfico e tem seu direcionamento na determinação das fragilidades e potencialidades ambientais das paisagens.

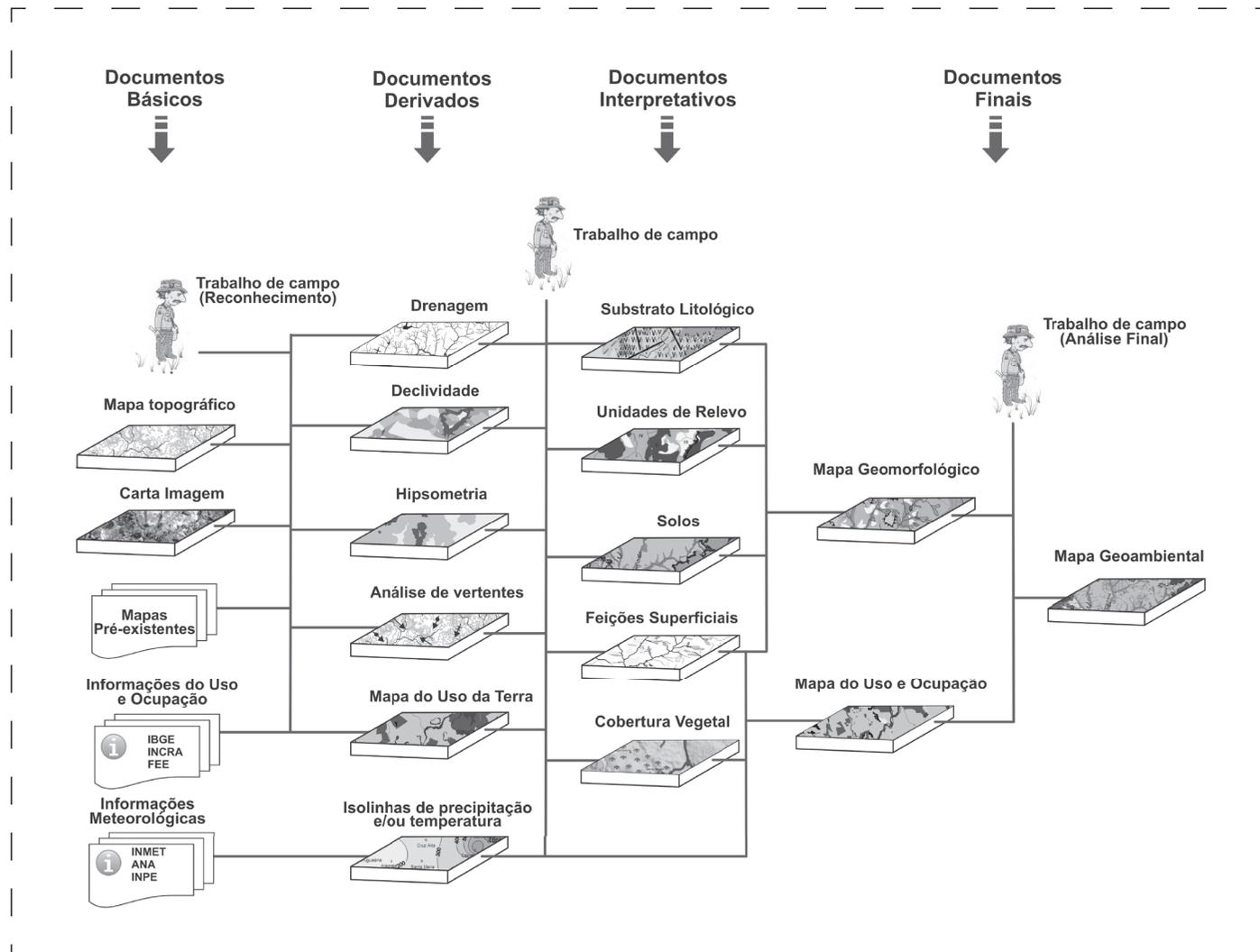
Para isso, utilizam-se os seguintes parâmetros: o substrato geológico e os principais lineamentos estruturais, as condições climáticas, as formas do relevo, feições da rede hidrográfica, características do solo e feições superficiais, que servem de base para o desenvolvimento da cartografia e análise geomorfológica. As características ambientais marcantes e o uso e ocupação da terra, completam os dados para análise e compartimentação geoambiental final.

A figura 01 apresenta um fluxograma com os níveis dos documentos utilizados e elaborados na definição do mapa Geoambiental.

Na definição de uma unidade ambiental homogênea pode-se utilizar um único parâmetro ou um grupo deles para formar uma unidade, que é a base para a análise de uma área. Define-se como parâmetro o elemento base que será inserido e manuseado sobre um documento cartográfico, como informação que representa parte dos componentes do ambiente.

Os principais problemas para a elaboração do mapeamento incluem: selecionar, isolar, identificar e caracterizar os atributos necessários para a correta delimitação das unidades. Os parâmetros são analisados qualitativa e/ou quantitativamente, podendo ser, constantes ou variáveis no espaço e/ou tempo. Portanto, para a elaboração do mapeamento, é necessário ter clareza dos parâmetros utilizados, bem

Figura 01: Esquema das informações vantadas para o zoneamento geoambiental.



Fonte: Org.: Os autores

como o cuidado com a repetição no uso destes. O ponto fundamental é definir as unidades pertinentes que realmente representem um determinado comportamento frente aos processos geomorfológicos.

Os estudos para elaboração do mapa Geoambiental iniciam com um grupo de documentos básicos. Nesta etapa são obtidos os mapas topográficos, carta imagem e demais mapas pré-existentes. As informações climáticas e de uso e ocupação são obtidas através de pesquisa em estações meteorológicas (na área de trabalho e no seu entorno) e órgãos públicos e privados. Nesta etapa os trabalhos de campo são de reconhecimento da área.

Os documentos derivados são produtos da integração de dados e da compilação de mapas básicos.

A elaboração de mapas dentro dos estudos geográficos representa importante fase para o entendimento da evolução dos ambientes naturais, relacionados às formas, gênese e processos.

A rede hidrográfica é estudada através do fator forma da bacia, hierarquia e magnitude fluvial, densidade de drenagem e o padrão de drenagem.

A forma da bacia, hierarquia e magnitude fluvial indicam a energia da drenagem, sua capacidade de transporte, erosão e deposição. O padrão e densidade da drenagem apresentam uma forte relação com a tectônica e a capacidade de infiltração das rochas e solos.

O estudo do relevo parte da análise e cartografia de suas características principais, determinadas pela hipsometria, declividade, amplitude, comprimento e perfis de vertente. Christofolletti (1980) indica que o estudo das vertentes representa um dos mais importantes setores da geomorfologia, englobando a análise de processos e formas.

Nesta etapa de desenvolvimento dos documentos derivados, é elaborado o mapa de uso da terra, com base na carta imagem, que reflete áreas distintas da paisagem em um determinado momento.

Os elementos de análise dos dados climáticos são temperatura e precipitação. Cartograficamente os resultados e as variações, destes atributos, são identificados através de isolinhas. Conforme Moreira e Pires Neto (1998), os estudos das características do clima permitem identificar a intensidade dos processos que atuam na superfície terrestre, assim como a sua distribuição no espaço.

Os documentos interpretativos são realizados a partir das informações e dos levantamentos, contidos nos documentos básicos e derivados, apoiados por trabalhos de campo.

Os trabalhos de campo são realizados de forma investigativa, através de perfis, com apoio das imagens e cartas topográficas. Os pontos coletados e inseridos em uma base georreferenciada, possibilitam a geração de planos de informação temáticos (PIs), onde são construídos os mapas.

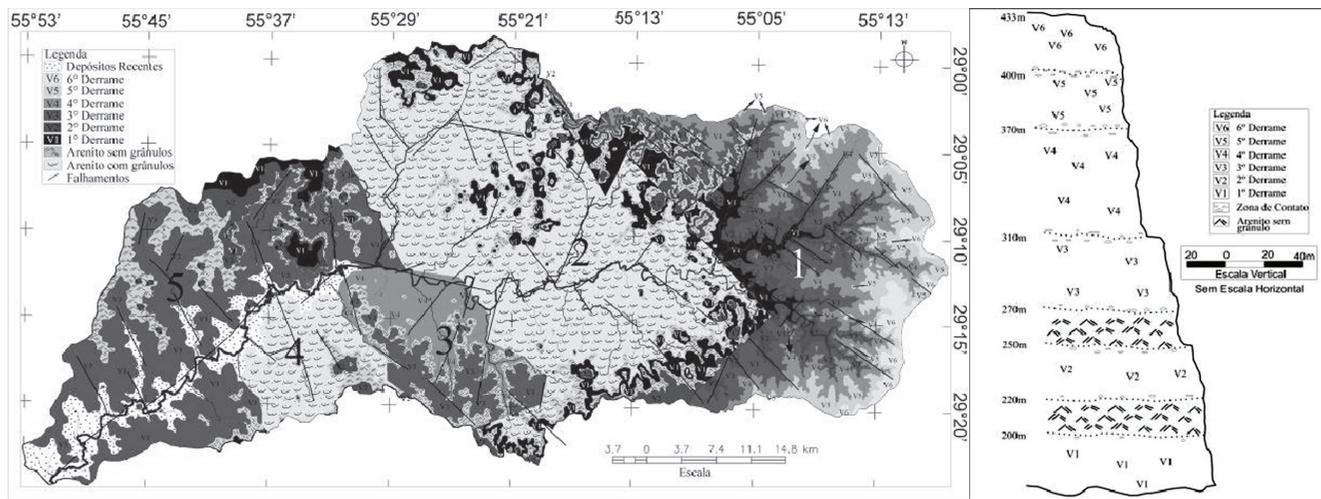
O mapeamento litológico apresenta através de uma análise integrada, a identificação e definição de diferentes tipos de rochas que compõem o substrato do meio físico e os principais lineamentos estruturais.

Na Figura 02 apresenta-se um exemplo de um mapa litológico desenvolvido na bacia hidrográfica do Rio Itu, localizada no oeste do Rio Grande do Sul onde estão definidos 5 grandes blocos do substrato rochoso. O perfil ao lado representa a distribuição litológica do bloco 1 (Trentin e Robaina, 2006).

O mapa de unidades de relevo identifica as principais características das vertentes e apresenta a distribuição das formas de relevo. A delimitação de unidades de relevo parte da definição dos parâmetros de vertente e de sua influência nos processos de dinâmica superficial

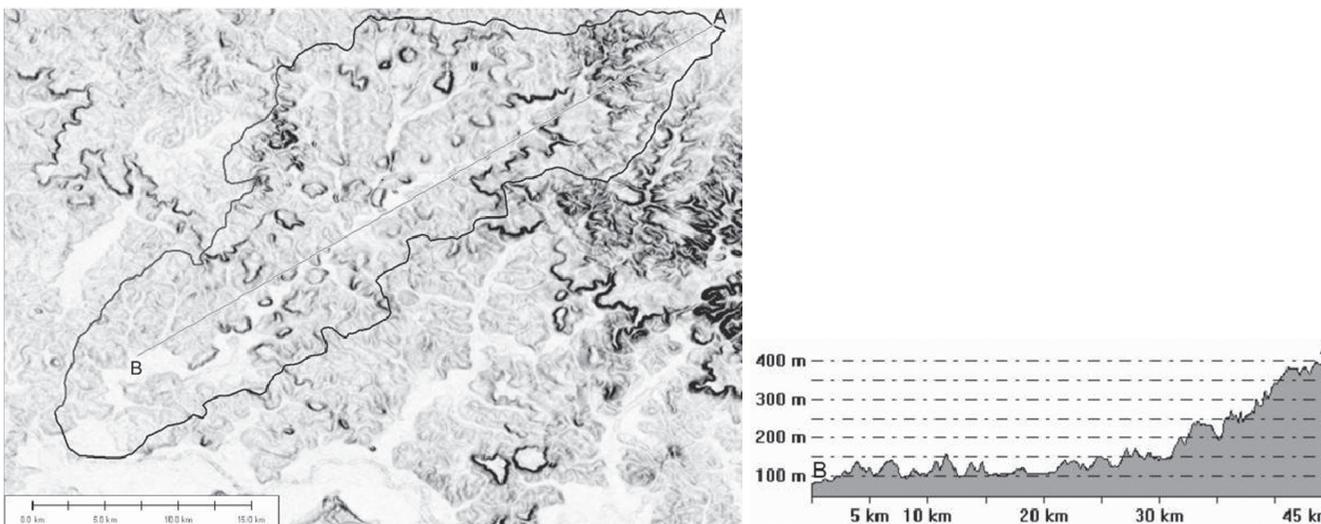
Uma importante ferramenta para o estudo do relevo são os modelos MDT, elaborado através de imagens de radar. Na figura 03 está apresentado um exemplo desta utilização na bacia hidrográfica do Arroio Miracatu, oeste do Rio Grande do Sul (De Nardin e Robaina, 2008). Além disso, a figura 04 apresenta, também na bacia do Miracatu, um exemplo de definição das unidades do relevo.

Figura 2: Mapa litológico da bacia do Rio Itu e perfil esquemático dos substratos.



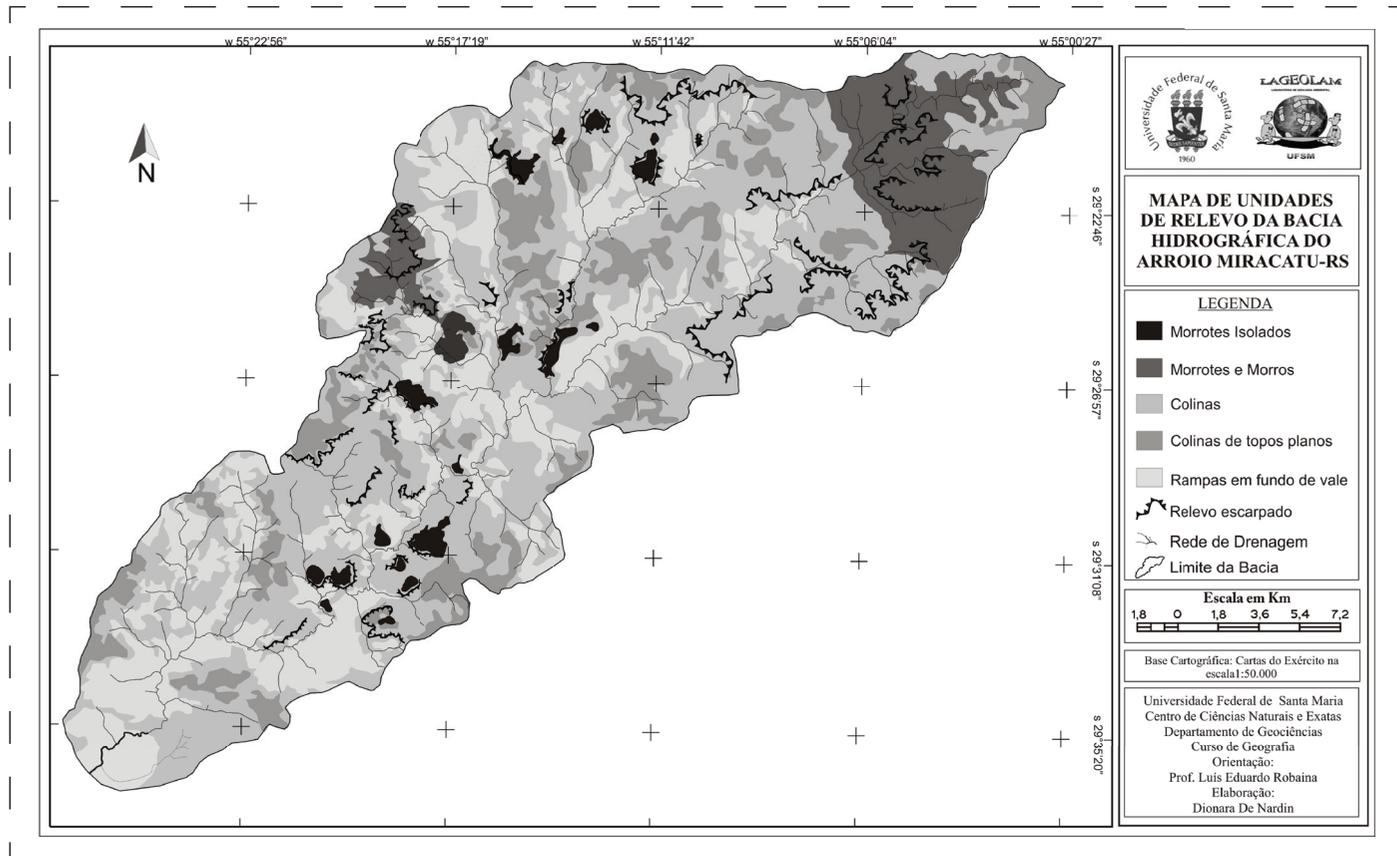
Fonte: Trentin e Robaina (2006)

Figura 3: Imagem de radar SRTM com perfil topográfico A-B da bacia hidrográfica do Arroio Miracatu.



Fonte: De Nardin e Robaina (2008)

Figura 4: Mapa de unidades de relevo da bacia hidrográfica do Arroio Miracatu.



Fonte: De Nardin e Robaina (2008)

Os solos são descritos por seus aspectos físicos, como textura, estrutura e espessura. A variedade de tipos de solo e sua distribuição espacial influenciam a eficiência dos usos e ocupações e a intensidade dos processos superficiais.

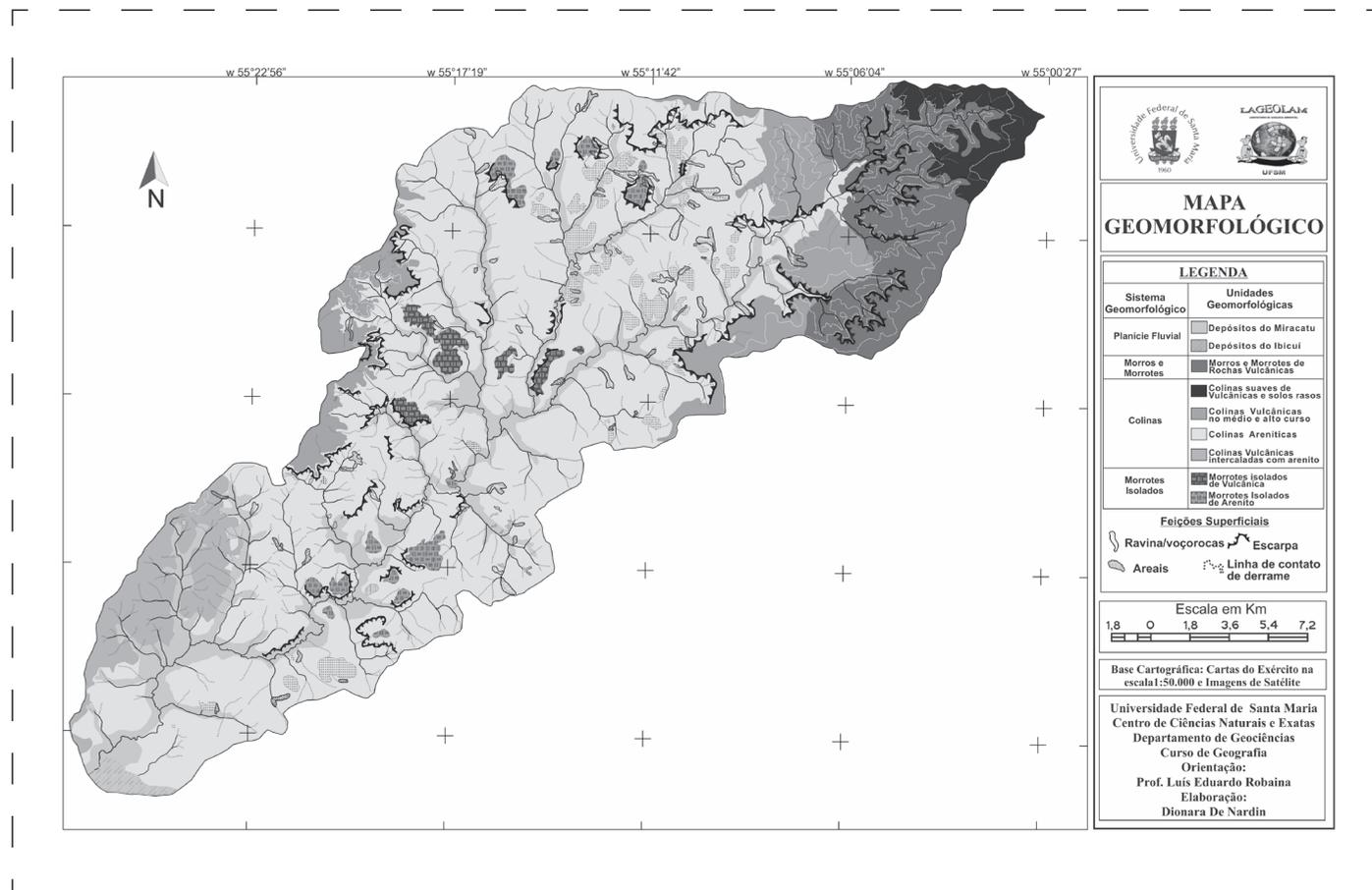
As feições superficiais identificadas são representadas na forma de polígonos, linhas ou pontos. Caracterizam-se como naturais e/ou antrópicas e englobam registros de processos erosivos acelerados, depósitos de encosta e fluviais, barragens, pedreiras, saibreiras, entre outras.

A vegetação é determinada a partir da definição do grau de cobertura do solo. Diferencia-se a cobertura vegetal pelo aspecto fisionômico predominante em campestre, arbustiva ou florestal e ocorrência de vegetação original ou exótica.

Os documentos finais são caracterizados pelas modificações antrópicas e por feições que representam a dinâmica envolvida na interação entre a natureza e o homem. Os produtos cartográficos gerados são definidos pelos mapas geomorfológicos, uso e ocupação da terra e, finalmente, o mapa geoambiental.

O mapa geomorfológico aparece como elemento chave para realização das interpretações geo-ambientais. Constitui o produto integrador das formas e dos processos morfogenéticos. Registra o relevo, as litologias, solos e as feições resultantes dos processos geodinâmicos e antrópicos que atuaram e que ainda atuam sobre os componentes do meio físico. Na figura 05 tem-se um exemplo do mapa geomorfológico elaborado na bacia hidrográfica do Arroio Miracatu, oeste do Rio Grande do Sul (De Nardin e Robaina, 2008).

Figura 5: Mapa geomorfológico da bacia hidrográfica do Arroio Miracatu.

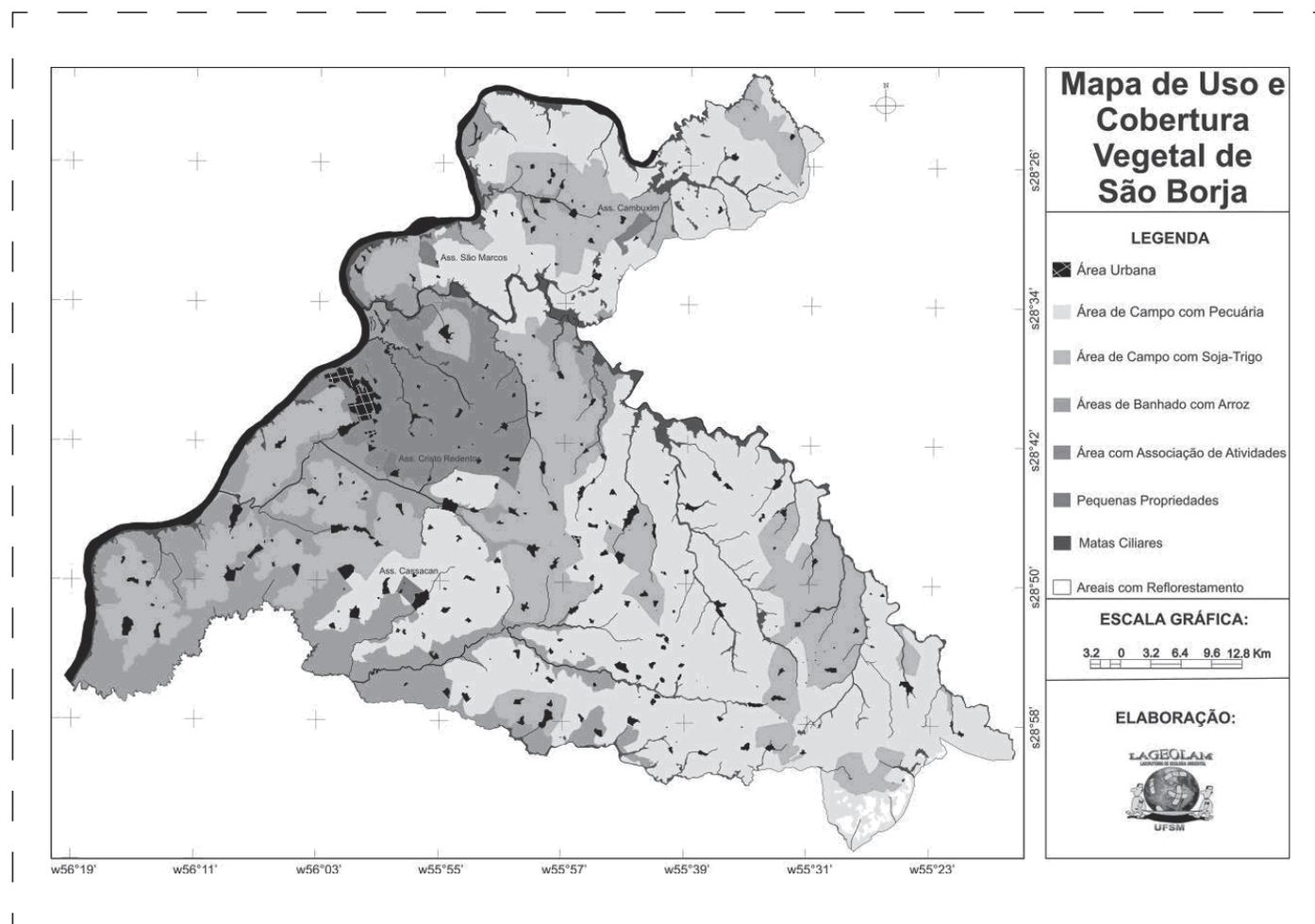


Fonte: De Nardin e Robaina (2008)

As informações e o mapeamento do uso e ocupação da terra constituem elementos essenciais de análise para o zoneamento geoambiental, representando a integração dos diferentes usos com a dinâmica da ocupação.

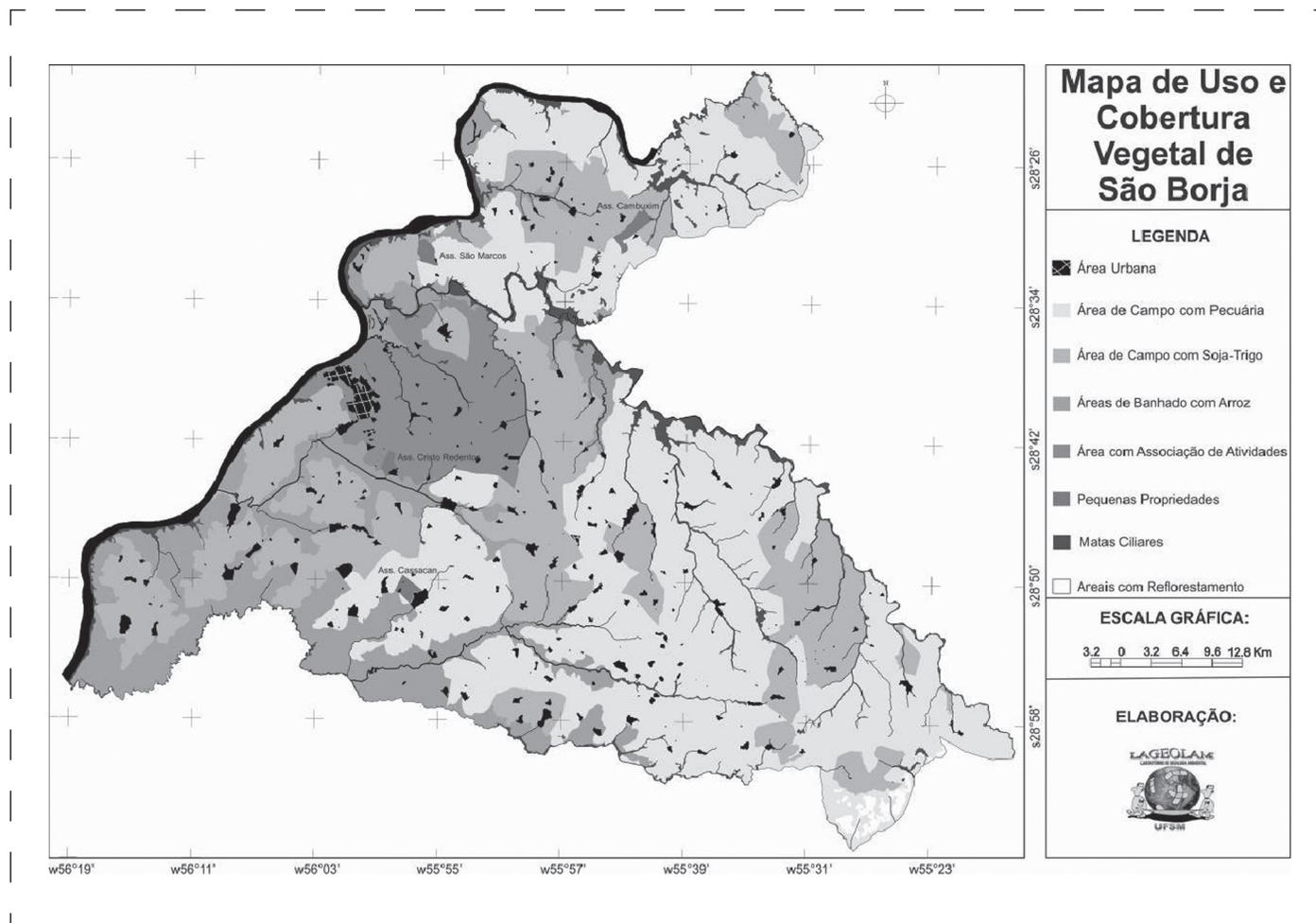
As figuras 06 e 07 apresentam a diferenciação entre o mapa de uso da terra obtido através da classificação de imagens de satélite e do mapa de uso e ocupação que apresenta características de cobertura, uso e ocupação. Os mapas são referentes a trabalhos realizados no município de São Borja localizado no oeste do Rio Grande do Sul (Robaina *et al.*, 2007).

Figura 6: Mapa de uso da terra do município de São Borja, obtido através da classificação de imagem de satélite.



Fonte: Robaina et al. (2007)

Figura 7: Mapa de uso e cobertura vegetal representando a integração dos diferentes usos com a dinâmica da ocupação.



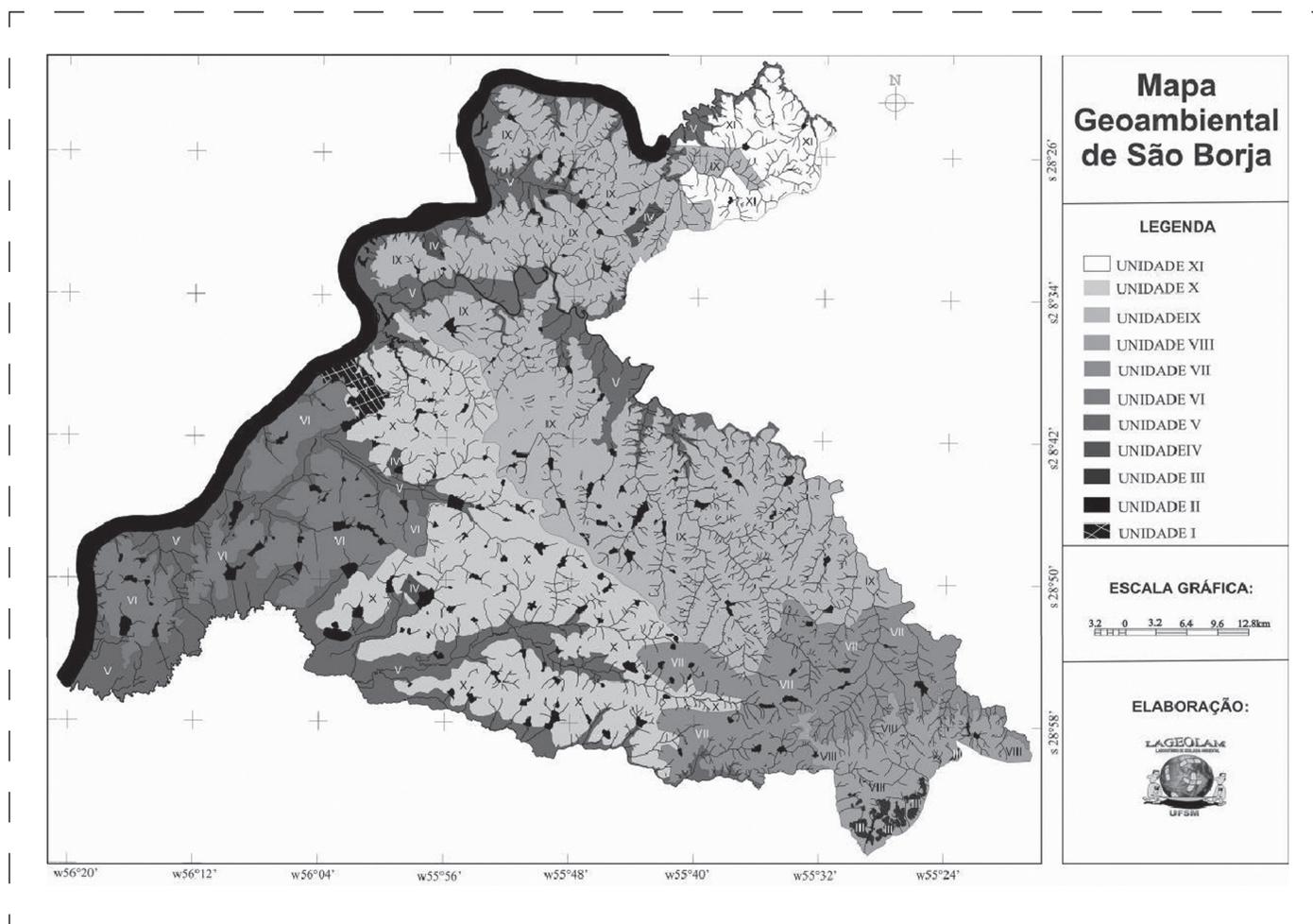
Fonte: Robaina et al. (2007)

Nesta etapa final são elaborados trabalhos de campo para aferição dos mapas realizados e dos dados levantados.

O resultado final do cruzamento destas informações (documentos básicos, derivados, interpretativos e finais) representa o zoneamento geoambiental. As unidades geoambientais são delimitações de porções do terreno constituídas de atributos naturais ou antrópicos distintos e característicos, sendo definidas suas potencialidades e fragilidades ambientais.

Na Figura 08 e no Quadro 01 está dado como exemplo o trabalho de Zoneamento Geoambiental desenvolvido para o município de São Borja, RS, onde são caracterizadas as unidades com suas potencialidades e fragilidades.

Figura 8: Mapa geoambiental de São Borja.



Fonte: Robaina et al. (2007)

Quadro 01 Síntese das características, potencialidades e fragilidades das unidades geoambientais de São Borja.

UNIDADES	I - URBANO	II - PROTEÇÃO AMBIENTAL	III - AREAIS	IV - PEQUENAS PROPRIEDADES	V - SOLOS HIDROMÓRFICOS	VI - COLINAS DO BUTUI	VII - IGUARIÇA	VIII - CERROS DO PUTÁ	IX - COLINAS DO ICAMAQUÁ	X - COLINAS DO BUTUI MIRIM	XI - COLINAS DO ARROIO URUCUTÁI
CARACTERÍSTICAS	Significativas modificações fisiográficas e fisiológicas da paisagem	Representada pela rede de drenagem e suas margens	Áreas com desenvolvimento de campos de areia	Predomínio de pequenas propriedades	Áreas planas com lençol freático próximo da superfície e solos predominantes do tipo Gley.	Relevo de colinas suaves com as menores altitudes do município.	Declividades de 5 a 15%, não sendo raras declividades acima de 15% com substrato de rocha vulcânica.	Ocorrência de cerros e degraus na meia encosta constituídos de arenitos coesos.	Drenagem dendrítica com substrato de rochas vulcânicas e solos constituídos por uma associação de Nitossolos e Luvisolos.	Relevo relativamente plano, número elevado de açudes.	Relevo de colinas, substrato de rochas vulcânicas, ocorrência de Nitossolos no topo das vertentes e siframento de rochas na meia encosta
POTENCIALIDADES	Disponibilidade de bens e serviços aumentando a qualidade de vida	A água é recurso básico para o desenvolvimento da sociedade em seus diferentes usos.	Áreas ecologicamente muito específicas. Constituem refúgio de uma vegetação xerófila, que registram condições climáticas semi-áridas do passado.	Produção diversificada de consumo direto	Uso para lavouras que necessitam grande disponibilidade de água	Disponibilidade de água e solos bem desenvolvidos	Áreas favoráveis ao uso para pecuária, extração mineral.	Refúgio ecológico associado aos areais.	Relevo suavemente ondulado e solos bem desenvolvidos.	Disponibilidade de água e solos bem desenvolvidos	Solos bem desenvolvidos no topo das colinas e Degradação das matas ciliares não muito avançados.
FRAGILIDADES	Intensa degradação ambiental, aumento da poluição, colocando em risco a sobrevivência de espécies.	O uso sem cuidados ambientais tem provocado assoreamento e poluição da rede de drenagem, colocando em risco o desenvolvimento das gerações futuras.	Terras muito frágeis ao uso agropastoril	Baixa produtividade e agregação de renda	Áreas associadas as unidades de proteção, exigindo necessidade quanto a manutenção da vegetação ciliar e vazão dos cursos de água.	Degradação de cabeceiras de drenagens	Solos rasos com risco de perda do horizonte superficial.	Solos rasos pedregosos muito arenosos.	Processos de ravinamento junto a cabeceiras de drenagem	Degradação de cabeceiras de drenagens e dos açudes pelo uso intensivo	Processos erosivos na forma de ravinas

Fonte: Robaina et al. (2007)

Considerações Finais

A análise do espaço geográfico se confunde com a do meio ambiente uma vez que o entendimento de problemas ambientais só é possível através de uma análise que relacione a ocupação do espaço e os interesses que controlam as ações.

O artigo apresenta os documentos gerados e suas etapas de utilização no desenvolvimento de uma análise ambiental. Partindo do conjunto de documentos básicos utilizados nas etapas de levantamento de dados e reconhecimento da área, são elaborados os documentos derivados que apresentam a primeira caracterização física da área. Os documentos interpretativos apresentam as interpretações definidas na caracterização física e das relações entre processos naturais e de intervenções antrópicas. Os documentos finais apresentam a síntese das informações levantadas.

Os elementos de análise contribuem com uma visão integradora do espaço que permite discutir suas fragilidades e potencialidades em uma ótica social e ambiental.

A síntese cartográfica está representada pelas unidades Geoambientais constituindo um elemento base para o desenvolvimento de trabalhos de planejamento e permitindo estabelecer e compreender os processos de dinâmica superficial.

Referências Bibliográficas

- CÂMARA, G., DAVIS, C. MONTEIRO, M. "Introdução à Ciência da Geoinformação". Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em março de 2008.
- CENDRERO, A. Uma ferramenta para a avaliação e monitoramento de unidades de mapa geoambientais: Os índices de qualidade ambiental. In: 5º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental. São Carlos: *Anais*, 2004.
- CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. São Paulo: 2 ed. Edgard Blücher, 1980. 188 p.
- FIORI, A.P. Metodologias de Cartografia Geoambiental. In: 5º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental. São Carlos: *Anais*, 2004.
- DE NARDIN, D.; ROBAINA, L. E. S. Zoneamento Geoambiental do Oeste do Rio Grande do Sul: Bacia Hidrográfica do Arroio Miracatu. In: V Seminário Latino-Americano e I Seminário Ibero-Americano de Geografia Física. Santa Maria, *Anais*, 2008.
- MATEO RODRIGUEZ, J. M.; SILVA, E. V. e CAVALCANTI, A. P. B. *Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental*. Fortaleza: Ed. UFC, 2007. 222p.
- MONTEIRO, C. A. de F. *Geossistemas: A História de uma Procura*. São Paulo: Contexto, 2000. 127p.
- MOREIRA, C. V. R.; PIRES NETO, A. G. Clima e Relevo. In: OLIVEIRA, A. M. S. *et al. Geologia de Engenharia*. São Paulo: ABGE, 1998. p. 101-109.
- MORIN, E. *O Método I; a natureza da natureza*. 2ª ed. Tradução: M. G. de Bragança. Portugal, Europa – América, 1977.
- ROBAINA, L. E. S.; TRENTIN, R.; DE NARDIN, D. BAZZAN, T. *Atlas Geoambiental de São Borja*. Santa Maria: UFSM, LAGEOLAM, 2007.
- SANTOS, M. *Por uma Geografia Nova*. São Paulo: Edusp, 2002.
- TRENTIN, R. ROBAINA, L. E. S. Unidades Litológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Itu, Oeste do Rio Grande do Sul. *Ciência e Natura*. Santa Maria. v. 28, n.2. 2006. p.67-84.