

Revista Brasileira de Cartografia (2014) N<sup>o</sup> 66/1: 137-151  
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto  
ISSN: 1808-0936

## **ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DE BARÃO DE COTEGIPE, RS: POTENCIALIDADE PARA O ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO**

*Ecological-Economical Zoning of Barão de Cotegipe, RS: Potentiality to the  
Territorial Ordering*

**Franciele Francisca Marmentini Rovani;  
Maria da Graça Barros Sartori (in memorian) & Roberto Cassol**

**Universidade Federal de Santa Maria – UFSM**  
**Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências**  
Av. Roraima, n<sup>o</sup> 1000. Prédio 17. Sala 1132. Bairro Camobi, Santa Maria/RS, Brasil CEP: 97105-900.  
{franciele.rovani, mgbsartori}@yahoo.com.br, rtocassol@gmail.com

*Recebido em 12 de Junho, 2013/ Aceito em 15 de Agosto, 2013*  
*Received on June 12, 2013/ Accepted on August 15, 2013*

### **RESUMO**

Esta pesquisa teve como objetivo analisar a vulnerabilidade natural à perda de solo e o potencial social do município de Barão de Cotegipe, RS, e integrá-los no mapa de zoneamento ecológico-econômico. Para tanto, criou-se um banco de dados espaciais em um ambiente de Sistemas de Informações Geográficas com auxílio do software Spring versão 5.0.6. No mapa de vulnerabilidade natural à perda de solo utilizou-se como base as informações referentes à geomorfologia, geologia, solos, vegetação/uso e ocupação da terra, e o mapa de potencial social foi elaborado de acordo nos potenciais natural, humano, produtivo e institucional, ambos por meio da álgebra de mapas. Como resultado destaca-se o mapa de vulnerabilidade natural à perda do solo que representou unidades estáveis com predomínio dos processos formadores do solo, e unidades moderadamente vulneráveis, prevalecendo os processos erosivos. O mapa de potencial social apresentou um equilíbrio entre o dinamismo e a restrição, ou seja, não foram identificadas unidades com potencial alto, nem baixo. No mapa de zoneamento ecológico-econômico prevaleceram às unidades produtivas de expansão (59,08%), possibilitando o desenvolvimento do potencial produtivo de maneira sustentável e dinâmica, e as unidades críticas de conservação (40,21%), caracterizadas pela elevada vulnerabilidade natural e baixa potencialidade. Com relação às unidades produtivas de consolidação, consideradas ideais, estas representaram somente 0,05% da área municipal, enquanto que as unidades críticas de recuperação representaram 0,66%, devido ao alto potencial social e a elevada vulnerabilidade natural.

**Palavras chave:** Cartografia Ambiental, Cartografia Temática, Vulnerabilidade Natural, Potencialidade Social.

### **ABSTRACT**

This study aimed to analyze the natural of vulnerability soil loss and the social potential of the city of Barão de Cotegipe, RS, and integrate them into the map of ecological-economical zoning. To this end, we created a spatial database in an environment of Geographic Information Systems with the help of software Spring version 5.0.6. The map of natural vulnerability soil loss used as base information concerning the geomorphology, geology, soils, vegetation/land use and occupation, and the map of social potential was prepared according on potential natural, human, institutional

and productive, both through map algebra. As a result, there is a map of natural vulnerability to loss of soil, which represented stable units with a predominance of soil forming processes, units and moderately vulnerable, prevailing erosive processes. The map of social potential presented a balance between dynamism and constraint, ie, there were no units with high potential, not down. On the map of ecological-economical zoning, synthesis of information, prevailed productive of expansion units (59.08%), enabling the development of the productive potential of a sustainable, dynamic and critical of conservation units (40.21%), characterized the high vulnerability and low natural potential. About the productive of consolidation units, considered ideal, represented only 0.05% of the municipal area, while the critical of recovery units represented 0.66%, due to the high potential and high social vulnerability natural.

**Keywords:** Environmental Cartography, Thematic Cartography, Natural Vulnerability, Social Potential.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, as questões ambientais se tornaram objeto de estudo de muitas pesquisas e de discussões na sociedade, devido, principalmente, à realidade das condições ambientais. Com o desenvolvimento acelerado do processo produtivo, a exploração dos recursos naturais tornou-se mais intensa e, em decorrência disso, surgiram preocupações referentes à problemática do equilíbrio ambiental, da conservação e preservação dos ambientes, e de seu manejo adequado.

Desta maneira, os estudos sobre o meio ambiente, com o objetivo de compreender as relações entre a sociedade e a natureza de forma integradora, holística, precisam se preocupar não somente no levantamento de problemas ambientais causados pela sociedade e como solucioná-los, mas também no estudo do grau de fragilidade dos diversos ambientes às interferências antrópicas (LIMA; MARTINELLI, 2008). Destaca-se ainda, que a intervenção humana no ambiente provoca consideráveis mudanças nos elementos que constituem a paisagem, alterando assim sua dinâmica. Lima e Martinelli (2008) enfatizam que inúmeros problemas ambientais são decorrentes das ações antrópicas, e, quanto maior a complexidade das relações sociais, maior será a necessidade da utilização dos recursos naturais e, conseqüentemente, as degradações ambientais.

Diante disso, a ciência geográfica, na sua preocupação em analisar os processos sociais e sua relação com a natureza, procura compreender as relações advindas dos processos homem-natureza. Os geógrafos, com sua visão holística, conseguem desenvolver análises integradas do meio com vistas a ações de planejamento e gestão do território. Com isso, para retratar e investigar

a distribuição espacial dos fenômenos naturais e culturais, suas relações e suas mudanças através do tempo, eles buscam, na Cartografia, a representação geográfica da dinâmica do meio ambiente.

A Cartografia Ambiental, “como seguimento específico da Cartografia Temática, procura representar graficamente as complexas relações existentes entre o meio abiótico e biótico, onde está incluído o homem, ser social, dando origem às cartas ambientais que servem, principalmente, de base para verificação e reflexão das questões do ambiente, onde está presente a sociedade” (SOUSA, 2009, p. 4). A análise dos diferentes elementos ou dados geográficos apresentados por meio da Cartografia Ambiental está inserida, de acordo com Martinelli e Pedrotti (2001), dentro de uma proposta de Cartografia crítica, no qual se tornam evidentes os processos desencadeadores da dinâmica da sociedade e natureza de uma determinada realidade espaço-temporal.

Desde modo, desenvolveram-se diversos instrumentos de pesquisas para análise dos componentes sociais e ambientais de maneira integradora destacando-se o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) que pode ser entendido como um “instrumento técnico e político de planejamento das diferenças, segundo critérios de sustentabilidade, de absorção de conflitos e de temporalidade, configurando um processo dinâmico, que deve ser revisto e atualizado periodicamente” (MEDEIROS, 1999, p. 3). Esse instrumento visa expressar o resultado de dois processos dinâmicos que integram o território: os processos naturais, compreendidos como sendo aqueles parâmetros geobiofísicos que compõem o ambiente, e os processos sociais, que dizem respeito à dinâmica socioeconômica e aos objetivos políticos (CAMPAGNANI; SANTOS, 1998).

Conforme Campagnani e Santos (1998), o ZEE apresenta informações sobre o território necessárias para planejar a sua ocupação racional e o uso sustentável dos recursos naturais, integradas em uma base geográfica de dados. Além disso, é possível identificar áreas do território, segundo potencialidades e vulnerabilidades, fundamentais para o processo de compreensão do cenário atual, integrando políticas públicas e colaborando para o processo de tomada de decisões para ordenamento do território.

Nesse sentido, destaca-se a metodologia para o ZEE desenvolvida e aplicada inicialmente à Amazônia Legal. Esta proposta visava integrar aspectos naturais, por meio da avaliação da vulnerabilidade da paisagem natural, e aspectos sociais e econômicos, considerando a potencialidade social. De acordo com Becker e Egler (1996), a carta de vulnerabilidade natural, baseada no princípio da ecodinâmica de Tricart (1977), considera os processos de morfogênese e pedogênese a partir da análise integrada (solo, rocha, vegetação). A carta de potencialidade social considera a relação entre os fatores dinâmicos e os fatores restritivos de acordo com os dados econômicos, sociais e políticos. A integração de ambas as cartas resulta em uma carta-síntese de acordo com a potencialidade ou vulnerabilidade da paisagem.

Em outra aplicação da metodologia de ZEE ao Médio Vale Paraíba do Rio de Janeiro, destacando as considerações acima, Simões et

al. (1998, p. 4) salienta que “o conhecimento da vulnerabilidade natural é fundamental para prever o comportamento futuro dos sistemas naturais diante do processo de ocupação e adensamento da atividade social”. Além disso, enfatiza que “a análise da potencialidade social deve buscar identificar a capacidade das unidades territoriais em construir-se em espaços de mudança, isto é, gerar, difundir e absorver inovações que promovam o desenvolvimento endógeno...” (SIMÕES et al., 1998, p. 4).

Assim, justifica-se a necessidade de desenvolver estudos que analisem a paisagem sob o enfoque integrado, que priorizem a dinâmica da paisagem e representem cartograficamente os aspectos sociais e naturais, servindo como guias de orientação e implementação para planejadores municipais. Para tanto, esta pesquisa visou identificar e diagnosticar as potencialidades e fragilidades do município de Barão de Cotegipe, RS e representá-las no mapa de vulnerabilidade natural à perda do solo, no mapa de potencial social e integrá-los no mapa de zoneamento ecológico-econômico. A área de estudo se localiza ao norte do estado do Rio Grande do Sul e compreende um território de aproximadamente 260 km<sup>2</sup> (Figura 1).

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Materiais

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram necessários os seguintes materiais: cartas

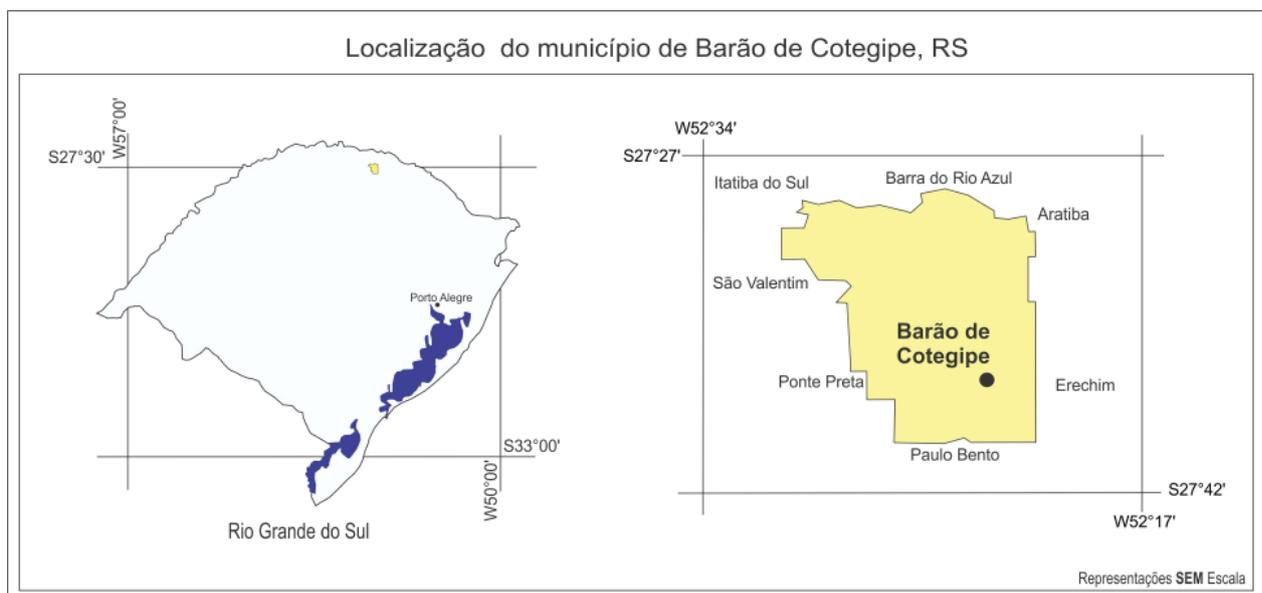


Fig. 1 - Localização do município de Barão de Cotegipe/RS.

topográficas elaboradas pela 1ª Divisão de Levantamento (1ª DL), que compreendem o território municipal: Aratiba – Folha SG.22-Y-D-I-3, Campinas do Sul – Folha SG.22-Y-C-VI-2, Erechim - Folha SG.22-Y-D-VI-1 e Erval Grande – Folha SG.22-Y-C-III-4; uma imagem de satélite sem correção geométrica do satélite *Landsat 5* (bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7), sensor *TM*, órbita 222, ponto 79, data da passagem 01/09/2011 adquirida junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); mapas temáticos de Geologia (IBGE, 2003a), Geomorfologia (IBGE, 2003b) e Solos (IBGE, 2003c), obtidos junto ao IBGE na escala 1:250000, Folha Erechim/Lages SG.22-Y-D/Z-C; e dados socioeconômicos referentes ao censo demográfico de 2010 (IBGE, 2011b) e do censo agropecuário de 2006 (IBGE, 2011a).

Utilizaram-se os *softwares* Spring versão 5.0.6, módulos Impima, Spring e Scarta, para a elaboração do banco de dados, edição e álgebra de mapas e o *CorelDRAW X4*, para a edição final do *layout* dos mapas.

### 2.1.1 Criação do banco de dados no SIG

De posse dos dados previamente coletados, o procedimento seguinte correspondeu à elaboração do banco de dados geográficos no SIG Spring versão 5.0.6. No software, criou-se um banco de dados e um projeto referente à área de estudo.

O banco de dados armazenou todas as informações, sejam no formato raster (matricial) ou vetorial, em planos de informação (PI), de acordo com as categorias pré-estabelecidas (Temática, Imagem, Cadastral, Modelo Numérico do Terreno), e ainda permitiu a atualização dos dados e a geração de interações espaciais entre eles.

## 2.2 Métodos

A pesquisa seguiu o encaminhamento da abordagem sistêmica, possibilitando analisar as interações entre os sistemas ambientais e os sistemas sociais e econômicos, juntamente com a compreensão do sistema de organização espacial, contribuindo para a elaboração de propostas de planejamento e desenvolvimento sustentável (CHRISTOFOLETTI, 1999). Assim, partindo-se da análise geográfica e da utilização de tecnologias informacionais, tem-se como pano de fundo e origem na abordagem sistêmica

o desafio da elaboração de modelos, da definição das categorias de análise, e dos processos de abstração e representações espaciais (VICENTE; PEREZ FILHO, 2003).

Deste modo, orientados pela perspectiva sistêmica, as interações sociedade e natureza, transformadoras do espaço geográfico, foram analisadas sob uma visão holística, ou seja, os fenômenos espaciais foram discutidos em sua totalidade (SANTOS, 1997). Os estudos realizados por Moreira (2009) e Arruda (2011), também de caráter investigativo e de enfoque ambiental, foram igualmente norteados pela abordagem integradora, buscando a interação da sociedade com a natureza, na qual a sociedade se apresenta como sujeito das transformações do espaço.

Assim, para que o estudo tivesse êxito e conservasse o caráter investigativo das pesquisas geográficas, utilizou-se a proposta metodológica de André Libault publicada em 1971, sob o título *Os Quatro Níveis de Pesquisa Geográfica*.

### 2.2.1 Base Cartográfica

A base cartográfica municipal foi elaborada por meio da digitalização das informações contidas nas cartas topográficas, previamente georreferenciadas por meio de pontos de controle. Criaram-se categorias e PIs para cada um dos temas editados: limite municipal, rede de drenagem, rede viária, curvas de nível e toponímia. As curvas de nível, em especial, foram editadas na categoria Modelo Numérico do Terreno (MNT), permitindo assim a geração de uma grade triangular (TIN) e, a partir dela, uma malha quadriculada. Deste modo, gerou-se um PI com as variações altimétricas importantes para a análise do tema geomorfologia.

### 2.2.2 Álgebra de Mapas

A álgebra de mapas teve como objetivo principal integrar os dados referentes aos mapas temáticos de solos, geomorfologia, geologia e vegetação/uso e ocupação da terra (temas físicos) ao mapa cadastral de UTBs. Além disso, possibilitou integrar os dados dos mapas de potencial natural, humano, produtivo e institucional (temas socioeconômicos) ao mapa cadastral dos setores censitários, e, por fim, integrá-los no mapa do zoneamento ecológico-econômico.

Para tanto, a álgebra dos mapas foi executada através de programas de Linguagem Espacial para Processamento Algébrico (LEGAL) no SPRING. Dessa forma, cada tema foi analisado individualmente, de acordo com a relação morfogênese/pedogênese (temas físicos), e foi atribuído um grau de estabilidade/vulnerabilidade a eles, já, para os temas socioeconômicos, observou-se a relação dinamismo/restrrição e atribuiu-se um grau de baixo/alto potencial.

Na álgebra de mapas, utilizaram-se *operações pontuais e zonais*. Primeiramente, executou-se a *operação pontual de ponderação* para cada tema especificado, que transformou os geocampos temáticos (PI de entrada) em geocampos numéricos (PI de saída), por meio do operador *Pondere*.

Em seguida, executou-se a *operação de média zonal*, que consistiu na atualização do cálculo do valor médio de estabilidade/vulnerabilidade ou baixa/alta potencialidade, ponderado pela área da classe do tema dentro da UTB ou do setor censitário, isto é, classes com áreas maiores tiveram maior participação no valor atribuído à unidade ou ao setor.

A terceira operação realizada consistiu na *operação de maioria zonal*, que permitiu distribuir, na tabela de geo-objetos, o nome da classe que ocorreu em maior quantidade dentro das UTBs e dos setores censitários.

Outras operações foram executadas, entre elas destacam-se: a operação de espacialização, por meio do operador *Espacialize*, para os valores de estabilidade/vulnerabilidade e alta/baixa potencialidade nas UTBs, gerando um novo geocampo numérico com um único valor para as UTBs; e a operação pontual de fatiamento, operador *Fatie*, para a definição dos intervalos de classes dos mapas de potenciais e de vulnerabilidade natural à perda de solo.

### 2.2.3 Avaliação da Vulnerabilidade Natural à Perda de Solo

A análise da vulnerabilidade natural à perda de solo, representada no mapa temático, foi elaborada com base na metodologia proposta por Crepani et al. (1996), para subsidiar o ZEE da Amazônia. Essa metodologia foi desenvolvida a partir do conceito de ecodinâmica de Tricart (1977), baseado na relação morfogênese/

pedogênese, e da potencialidade para estudos integrados das imagens de satélite *Landsat*, visto que permitem uma visão sinótica e holística da paisagem (CREPANI et al., 1996).

De acordo com a metodologia, primeiramente se elabora um mapa de unidades homogêneas de paisagem, obtido através da análise, interpretação e classificação da imagem de satélite, denominado de Unidades Territoriais Básicas (UTBs). Em seguida, são associadas às informações temáticas preexistentes (geomorfologia, geologia, solos, vegetação, clima) ao mapa de unidades territoriais, identificando e caracterizando as unidades ambientais ou de paisagens.

Nesta pesquisa, consideraram-se as informações referentes à geomorfologia, à geologia, aos solos e à vegetação, juntamente com o uso e ocupação da terra, pois foi possível analisar, além do grau de cobertura vegetal, os diferentes usos da terra e as implicações no meio. Devido à impossibilidade de obtenção de dados climáticos do município, referentes à pluviosidade anual e à duração do período chuvoso, eles não foram considerados para a análise.

A metodologia ainda nos propõe uma classificação do grau de estabilidade ou vulnerabilidade (resistência ao processo natural à erosão) de cada unidade, segundo as relações de morfogênese e pedogênese, a partir da análise integrada das rochas, do solo, do relevo e da vegetação. Desse modo, quando predomina a morfogênese, prevalecem os processos erosivos modificadores da forma do relevo, e, quando predomina a pedogênese, prevalecem os processos formadores do solo. A vulnerabilidade foi expressa pela atribuição de valores de estabilidade em uma escala de 1 a 3 para cada unidade de paisagem (Tabela 1).

Tabela 1: Valores da estabilidade/Vulnerabilidade das unidades de paisagem de acordo com a relação pedogênese/morfogênese

Unidade	Relação pedogênese/morfogênese	Valor
Estável	Prevalece a pedogênese	1,0
Intermediária	Equilíbrio entre a pedogênese e a morfogênese	2,0
Instável	Prevalece a morfogênese	3,0

Para a definição e atribuição dos valores de vulnerabilidade/estabilidade de cada classe temática, fez-se necessário seguir alguns critérios propostos por Crepani et al. (1996) e também tomar como base o trabalho de campo realizado anteriormente a esta etapa:

- Para a geomorfologia: formas do relevo e os índices morfométricos referentes à dissecação do relevo pela drenagem e amplitude altimétrica;
- Para a geologia: história e evolução do ambiente geológico (grau de coesão das rochas);
- Para os solos: basicamente se considerou o grau de desenvolvimento dos solos (processos de formação de solos ou de relevo);
- Para a vegetação/uso e ocupação da terra: a densidade de cobertura vegetal.

Deste modo, as classes de cada mapa temático foram substituídas pelos valores de vulnerabilidade preestabelecidos no SIG. Em seguida, por meio de operações de álgebra de mapas utilizando a linguagem de programação do *software* SPRING, os atributos de cada mapa foram integrados, apresentando como resultado final um mapa síntese.

#### 2.2.4 Unidades Territoriais Básicas

As Unidades Territoriais Básicas (UTBs), segundo Becker e Egler (1996), são as células elementares de informação e análise para um ZEE. Uma célula é uma entidade geográfica que contém atributos ambientais que permitem diferenciá-la das demais e, além disso, possui vínculos dinâmicos que a articulam a uma complexa rede integrada por outras unidades territoriais (CREPANI et al., 1996).

As UTBs podem ser divididas em duas categorias: as unidades de paisagem natural e os polígonos de ação antrópica. As unidades de paisagem natural são definidas, nas imagens, pela interpretação de seus elementos, tais como a textura, o relevo, a drenagem e tonalidades de cinza. Os polígonos de ação antrópica correspondem às feições decorrentes da intervenção humana na paisagem e são identificados pelas alterações na tonalidade de cinza dentro de padrões característicos.

Para a elaboração do mapa cadastral das UTBs, realizou-se primeiramente a interpretação da imagem *Landsat*, na composição RGB, com a banda 4 e as primeiras componentes principais da combinação das bandas 1, 2 e 3 e a primeira

componente principal das bandas 5 e 7. Esta etapa constou de uma segmentação da imagem pelo modo regiões. Posteriormente, visando à melhor delimitação das UTBs, considerando os elementos como textura, relevo, drenagem, tonalidade de cinza e alterações, editou-se os polígonos por meio da edição vetorial do SIG. Esse tipo de mapa possibilitou identificar os polígonos (UTBs) como objetos geográficos e atribuir a cada um diferentes atributos.

Após as UTBs terem sido delimitadas na categoria *Cadastral*, criou-se uma categoria *Objeto* responsável por agrupar os atributos referentes a elas. As unidades foram transformadas em objetos com nome e rótulo, para posterior identificação. Em seguida, elaborou-se uma tabela com os diferentes atributos definidos para as UTBs, no qual foram incluídos também os atributos que permitem complementar a descrição das UTBs com as informações sociais e econômicas, e vice-versa

Deste modo, poderão ser realizadas análises e sínteses com base nos mapas obtidos sobre as UTBs ou sobre os setores censitários. Este modelo georrelacional permitiu realizar consultas sobre cada uma das unidades (nome, área, classes), enquanto a álgebra de mapas possibilitou relacionar os diferentes temas (solos, geologia, geomorfologia) a cada uma das unidades, por meio dos atributos contidos na tabela, atualizando-os sempre que necessário.

#### 2.2.5 Mapa de Vulnerabilidade Natural à Perda de Solo

O mapa de vulnerabilidade natural à perda de solo, como a metodologia propõe, foi elaborado a partir da integração dos quatro temas trabalhados: solos, geomorfologia, geologia e vegetação/uso e ocupação da terra. Para a definição do grau de estabilidade/vulnerabilidade final, executou-se uma *operação pontual de média aritmética* dos quatro temas trabalhados. O resultado desta operação foi uma nova grade de valores de vulnerabilidade.

A partir desta nova grade de valores, executaram-se as operações zonais. A operação seguinte constou da *operação média zonal* (MedZ), para que cada UTB recebesse o valor médio da estabilidade/vulnerabilidade na tabela de atributos. Posteriormente, utilizou-se o operador *Espacialize*, para a operação de

especialização dos valores dentro de cada UTB. Por último, executou-se o operador *Fatie*, para o fatiamento dos valores da escala de ponderação de 1,0 a 3,0 em 21 classes de estabilidade/vulnerabilidade.

Deste modo, a representação final do mapa de vulnerabilidade natural à perda do solo deu-se em uma escala de estabilidade/vulnerabilidade com 21 classes, que posteriormente foram associadas a cinco grandes classes (Estável, Moderadamente Estável, Medianamente Estável/Vulnerável, Moderadamente Vulnerável e Vulnerável). As unidades mais estáveis apresentaram valores próximos a 1,0, as intermediárias, próximos a 2,0 e as unidades mais vulneráveis, próximos a 3,0 (CREPANI et al., 1996).

### 2.2.6 Avaliação do Potencial Social

A análise do potencial social e sua representação cartográfica tiveram como base a metodologia indicada por Becker e Egler (1996) e buscaram representar o dinamismo ecológico-econômico. A potencialidade social foi avaliada de acordo com os dados dos setores censitários do município, obtidos a partir do censo demográfico do IBGE para o ano de 2010 (IBGE, 2011b) e do censo agropecuário de 2006 (IBGE, 2011a).

Seguindo a proposta de Becker e Egler (1996), a potencialidade de cada unidade territorial foi estabelecida de acordo com a relação entre os fatores dinâmicos e os fatores restritivos, em termos econômicos, sociais e políticos, a partir de quatro grupos de parâmetros considerados como componentes básicos para o desenvolvimento sustentável: potencial natural, humano, produtivo e institucional. De acordo com a análise integrada destes quatro grupos, o potencial social de cada setor foi expresso em valores de potencial (alto, médio e baixo). A Tabela 2 apresenta os valores de potencialidade atribuídos a cada um dos potenciais, de acordo com os critérios de dinamismo ou restrição.

Para expressar o dinamismo/restrrição foram coletados dados referentes à indicadores para cada potencial:

- Potencial Natural: Cobertura florestal e aptidão agrícola dos solos;
- Potencial Humano: Serviços de saúde,

Tabela 2: Valores do potencial social de acordo com o dinamismo/restrrição dos setores censitários

Potencial	Condições para o desenvolvimento humano	Valor
Alto	Prevalecem os fatores dinâmicos	3,0
Médio	Equivalência entre os valores dinâmicos e restritivos	2,0
Baixo	Prevalecem os fatores restritivos	1,0

abastecimento de água, saneamento domiciliar, coleta de lixo e número de alfabetizados;

- Potencial Produtivo: Densidade rodoviária, rentabilidade do chefe da família e rentabilidade agropecuária;

- Potencial Institucional: Autonomia político-administrativa e participação político eleitoral.

Após a coleta dos dados necessários para cada um dos indicadores, observou-se o dinamismo/restrrição, e atribuíram-se os valores de alto/baixo potencial, por meio da álgebra de mapas integrada à base dos setores censitários.

### 2.2.7 Mapa de Potencial Social

Para o mapa de potencial social, utilizou-se a base dos setores censitários fornecida pelo IBGE no formato *shapefile*, totalizando 22 setores. No SIG, criou-se uma categoria *Cadastral* e uma categoria *Objeto* responsáveis por agrupar os atributos referentes a eles. Os setores foram transformados em objetos, com nome e rótulos. Elaborou-se também uma tabela com os diferentes atributos definidos para os setores.

As informações que foram adicionadas à tabela de atributos dos setores censitários, na análise do potencial social, são passíveis de serem consultadas no banco de dados. A álgebra de mapas possibilitou relacionar os quatro potenciais a cada um dos setores censitários, por meio dos atributos contidos na tabela.

De acordo com a metodologia proposta por Becker e Egler (1996), este mapa foi elaborado de acordo com uma média ponderada dos quatro potenciais: natural, humano, produtivo e institucional. Para esta operação, considerou-se basicamente o número de indicadores analisados, com peso 1,0 em cada um dos potenciais.

Desta maneira, tem-se que o potencial social (PotSocial) é resultado da operação 1:

$$\text{PotSocial} = (\text{PotNatural} * 2,0 + \text{PotHumano} * 5,0 + \text{PotProdutivo} * 3,0 + \text{PotInstitucional} * 2,0) / 12 \quad (1)$$

Em que:

PotNatural: potencial natural multiplicado pelo peso 2,0

PotHumano: potencial humano multiplicado pelo peso 5,0

PotProdutivo: potencial produtivo multiplicado pelo peso 3,0

PotInstitucional: potencial institucional multiplicado pelo peso 2,0

Para esta operação, criou-se uma categoria *Temática* e um PI no banco de dados do SIG. A operação pontual de média ponderada do potencial social foi executada por meio da integração das grades dos potenciais, de acordo com os pesos considerados para cada um dos potenciais. Em seguida, executou-se o operador algébrico *Fatie*, para o agrupamento dos dados em classes temáticas do potencial social, de acordo com os valores da grade, na escala de 21 classes e posteriormente, realizou-se o fatiamento em cinco classes temáticas. Por fim, efetuou-se a *operação média zonal* (MedZ), para que cada setor censitário recebesse o valor médio do grau de potencial na tabela de atributos.

Assim, a representação final do mapa de potencial social deu-se em uma escala de potencial alto/baixo com 21 classes que posteriormente foram associadas as cinco grandes classes (Baixo, Moderadamente Baixo, Medianamente Baixo/Alto, Moderadamente Alto e Alto). Os setores com potencial baixo apresentaram valores próximos a 1,0, os intermediários, próximos a 2,0, e os setores com potencial alto, próximos a 3,0.

### 2.2.8 Mapa do Zoneamento Ecológico-Econômico

O mapa do Zoneamento Ecológico-Econômico consistiu na integração do mapa de vulnerabilidade natural à perda do solo com o mapa de potencial social, por meio da álgebra de mapas. De acordo com a metodologia descrita por Becker e Egler (1996), a síntese

das informações poderá apresentar unidades produtivas de expansão ou consolidação e unidades críticas de recuperação ou conservação, de acordo com os valores de vulnerabilidade ou potencialidade da unidade (Figura 2).

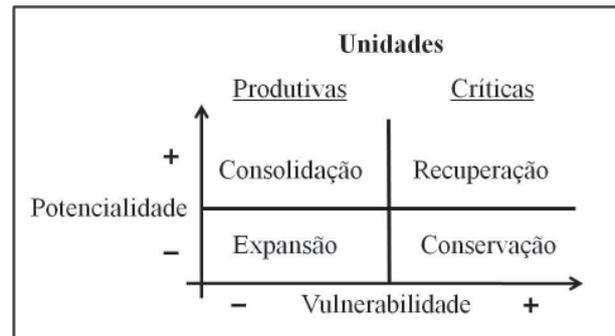


Fig. 2 - Classificação das unidades de paisagem de consolidação, expansão, recuperação e de conservação.

Assim, de acordo com a figura 2, foram consideradas unidades produtivas de consolidação ou de fortalecimento do desenvolvimento humano aquelas que apresentaram baixa vulnerabilidade e alta potencialidade. As unidades que apresentaram baixa potencialidade e baixa vulnerabilidade foram definidas como unidades de expansão do potencial produtivo, pois seus fatores determinantes, físicos e sociais, permitem o desenvolvimento desta unidade.

Com relação às unidades críticas, foram consideradas unidades de recuperação aquelas que apresentaram alta potencialidade e alta vulnerabilidade, devido ao alto potencial de desenvolvimento (fatores sociais) e à elevada vulnerabilidade natural. Já as unidades que apresentaram alta vulnerabilidade e baixa potencialidade foram consideradas de conservação, devido, sobretudo, ao elevado grau de vulnerabilidade natural.

No banco de dados do SIG, criou-se uma categoria *Temática* e um PI para que as informações relativas à vulnerabilidade e à potencialidade fossem integradas. Além disso, executou-se uma *operação Booleana* para que fossem criadas as classes temáticas de recuperação, expansão, consolidação e conservação, de acordo com os valores de vulnerabilidade e potencialidade presentes nas grades numéricas. Nesse sentido, considerou-se alta potencialidade valores acima de 2,0 e baixa, valores abaixo de 2,0, bem como para a

vulnerabilidade (alta, valores maiores que 2,0, e baixa, menores que 2,0).

A síntese desta integração resultou em unidades relativamente homogêneas, mas não estáticas, isto é, em unidades que poderão expandir ou não sua área, de acordo com as iniciativas de implementação e ações ambientais. Desse modo, este instrumento servirá como subsídio para gestão territorial no município, pois integrou os aspectos naturais e humanos presentes na paisagem.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

#### **3.1 Mapa de Vulnerabilidade Natural à Perda de Solo**

O mapa de vulnerabilidade natural à perda do solo, resultante da integração das informações referentes aos valores de estabilidade/vulnerabilidade dos solos, da geomorfologia, da geologia e da vegetação e uso da terra com base nas UTBs, pode ser observado na figura 3.

As classes de estabilidade e vulnerabilidade foram definidas de acordo com a metodologia. As unidades que apresentaram valores entre 1,0 a 1,3 foram definidas como estáveis, as que apresentaram valores de 1,4 a 1,7 foram classificadas de moderadamente estável. Os valores no intervalo de 1,8 a 2,2 definiram a classe de medianamente estável/vulnerável, os valores entre 2,3 a 2,6 determinaram a classe de moderadamente vulnerável e, por fim, as unidades com valores entre 2,7 a 3,0 foram classificadas de vulneráveis.

Ao observar a figura 3, pode-se verificar a presença de 4 classes de estabilidade/vulnerabilidade, variando desde a classe estável até a classe moderadamente vulnerável, com predomínio da classe medianamente estável/vulnerável. Em trabalhos similares, Gomes (2005) e Valles (2008) identificaram classes de vulnerabilidade à perda de solo variando de estável até vulnerável, considerando as diferentes características das áreas em estudo.

As UTBs mais estáveis (classe estável e moderadamente estável) à perda de solo representam as áreas relativamente homogêneas com relação às características de solo, geologia, geomorfologia, vegetação e uso da terra, totalizando 26,82% da área municipal. Estão situadas principalmente nas áreas com a presença

de cobertura vegetal, especialmente das florestas nativas, em encostas e topos de morros convexos e tabulares. Além disso, caracterizam as unidades que apresentam maior estabilidade à perda do solo, em relação às demais, e desta forma devem ser preservadas.

As UTBs identificadas como medianamente estável/vulnerável, em maior proporção (72,53%), estão na transição entre as unidades mais estáveis e as mais vulneráveis, sendo encontradas na maior parte territorial. Na porção norte do município, prevaleceu a classe medianamente estável por compreender unidades com solos do tipo cambissolo háplicos, topos de morros aguçados, convexos e presença da floresta nativa e culturas. As unidades classificadas como medianamente vulneráveis predominaram na porção leste, oeste e sul, com características muito próximas às anteriores, porém se diferenciando com os solos do tipo latossolo bruno, topos de morros tabulares e convexos e menor ocorrência de vegetação. Estas são unidades que representam um equilíbrio entre a pedogênese e morfogênese.

Por seguinte, apresentam-se as unidades classificadas como moderadamente vulneráveis (0,71%) e que requerem maiores cuidados, pois nelas predominam os processos de morfogênese, modificadores do relevo. Em especial, identificaram-se unidades na parte noroeste do município, com a presença de solos do tipo neossolo litólico, topos de morros aguçados e com a presença de vegetação e culturas.

#### **3.2 Mapa de Potencial Social**

O potencial social, síntese dos potenciais natural, humano, produtivo e institucional, pode ser visualizado na figura 4. Esta representação do potencial social visa principalmente identificar os fatores impulsionadores do desenvolvimento endógeno do município, bem como aqueles que apresentam restrições e merecem ser destacados, pois possivelmente apresentarão novos cenários, se decisões concretas forem tomadas.

Ao observar a figura 4, o mapa do potencial social, percebe-se que no município, em síntese, há certa homogeneidade da potencialidade, demonstrando um equilíbrio entre o dinamismo e a restrição. Colaborando com esta proposta, o trabalho desenvolvido por Campagnani e Santos (1998) para o Médio Vale do Paraíba,

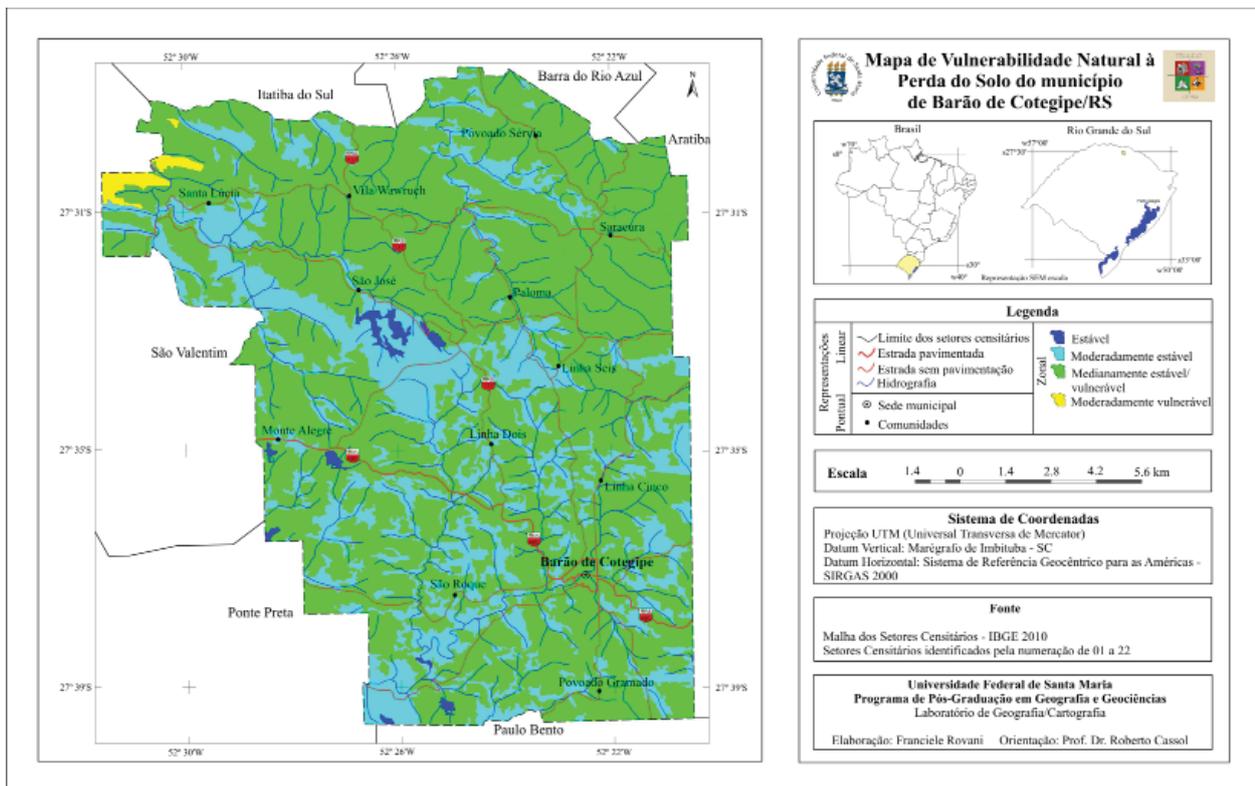


Fig. 3 - Mapa de Vulnerabilidade Natural à Perda do Solo do município de Barão de Cotegipe/RS.

no estado do Rio de Janeiro, aponta grande variação do potencial social, sobretudo devido a sua diversidade natural e social.

Os setores que apresentaram potencial social moderadamente alto, valores entre 2,3 a 2,6, estão situados na área urbana (01, 02, 04, 21 e 22), representando 0,93% da área total, mas concentram a maior parte da população quando comparados com os setores do meio rural. Destacam-se com o potencial humano e institucional principalmente por terem melhor acesso ao saneamento básico, à educação e à participação da população no meio institucional. Porém, o baixo potencial natural, basicamente relacionado à cobertura florestal, e o médio potencial produtivo foram fundamentais para este cenário.

Os demais setores urbanos 06 a 10 e os setores rurais 11 a 15, localizados na metade sul do município, apresentaram potencial social médio, isto é, valores entre 1,8 a 2,2. Esta classe foi majoritária, representando 56,43% da área municipal, o que pode ser considerado um aspecto positivo, mas que possivelmente é capaz de avançar com estímulos municipais, diante das representações e constatações. O potencial que apresentou maior destaque foi o natural, sobretudo pela presença da cobertura

florestal e boa aptidão agrícola dos solos. Os potenciais produtivo, institucional e humano não apresentaram significativos contrastes.

Os setores localizados ao norte do município, 16 a 20, foram classificados com potencial social moderadamente baixo, com valores entre 1,4 e 1,7, representando 42,64% da área municipal. Destacaram-se mais com relação ao potencial natural, pela presença das florestas nativas, e ao potencial institucional, porém o potencial humano mostrou-se moderadamente baixo, o que aponta uma deficiência, principalmente com o saneamento domiciliar, acesso a água potável e coleta do lixo. O potencial produtivo também se apresentou baixo em relação aos demais setores, o que indica que fatores naturais, tais como relevo acidentado, também influenciam na rentabilidade agropecuária e nas vias de acesso.

Esta representação mostra que o município necessita dar maior ênfase às necessidades apresentadas, especialmente no potencial produtivo e no potencial humano. Com relação ao primeiro, porque representa a base econômica municipal, constituída basicamente pela agropecuária, podendo, assim, dinamizar os modos de produção e investir mais e melhor na agricultura familiar e na diversidade de produtos agrícolas. Já, no que diz respeito ao potencial

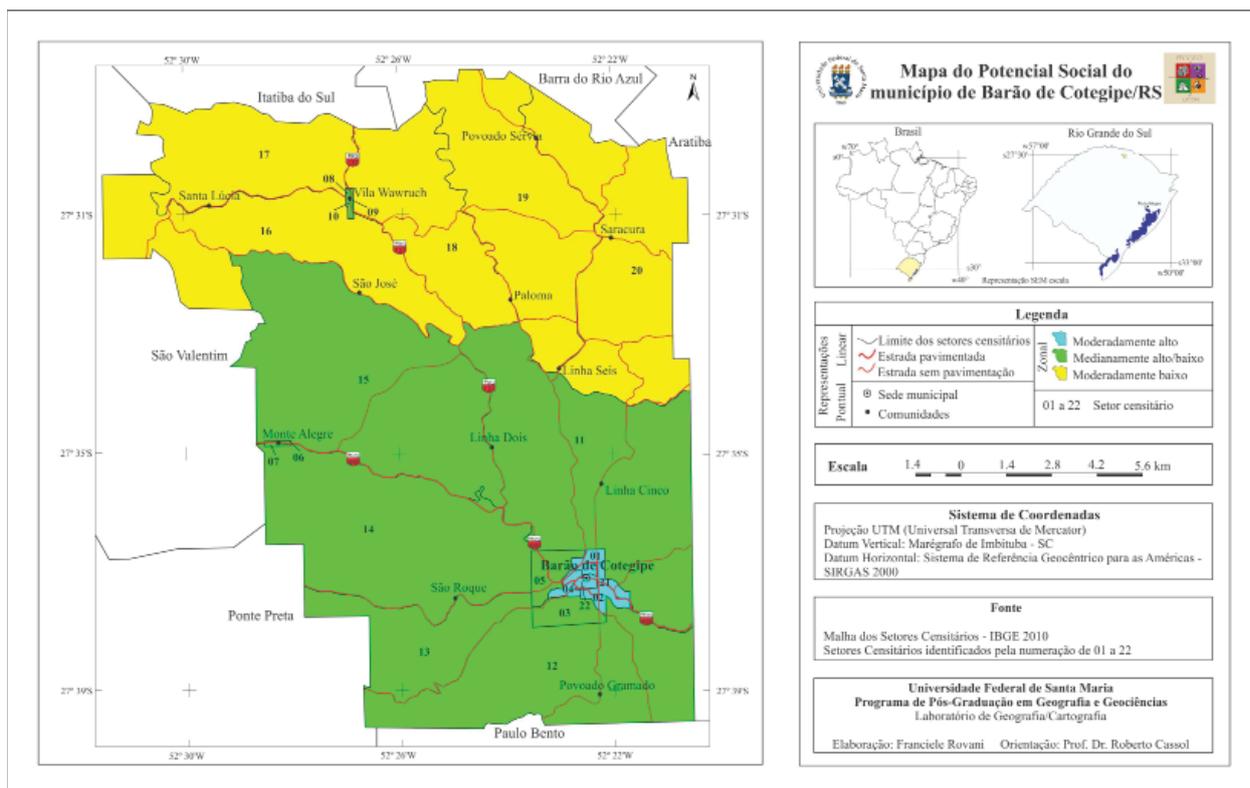


Fig. 4 - Mapa do Potencial Social do município de Barão de Cotegipe/RS.

humano, a prioridade se justifica devido ao fato dele estar estritamente relacionado à qualidade de vida da população, onde se inclui o acesso à educação, o atendimento à saúde e o saneamento básico.

### 3.3 Mapa do Zoneamento Ecológico-Econômico

O resultado da integração das informações ambientais e sociais, ou seja, do mapa de vulnerabilidade natural à perda de solo e do mapa de potencial social, visou apresentar o mapa de zoneamento ecológico-econômico de acordo com a figura 5. Estes mapas apresentam cenários que possibilitam a sensibilização aos problemas ambientais e sociais, destinados não somente à conscientização do estado da dinâmica ambiental, mas também para subsidiar as ações e decisões no planejamento territorial.

Esta representação possibilitou definir as unidades em duas grandes classes: produtivas ou críticas. As unidades produtivas foram divididas em: produtivas de consolidação ou de fortalecimento do desenvolvimento humano (baixa vulnerabilidade e alta potencialidade) e produtivas de expansão do potencial produtivo (baixa potencialidade e baixa vulnerabilidade). Com relação às unidades críticas estas foram di-

vidadas em: unidades críticas de recuperação, por apresentarem alto potencial de desenvolvimento (fatores sociais) e elevada vulnerabilidade natural (alta potencialidade e alta vulnerabilidade), e unidades críticas de conservação, sobretudo pelo elevado grau de vulnerabilidade natural (alta vulnerabilidade e baixa potencialidade).

A integração das informações, no banco de dados do SIG, foi possível por meio da programação em LEGAL, demonstrando a importância do uso de geotecnologias para o tratamento e análise dos dados geográficos no SIG. Devido à representação espacial dos dados de vulnerabilidade natural ter como base as UTBs, e os dados do potencial social ter como base os setores censitários, optou-se por representar as unidades de paisagem com base nas UTBs, pois favorecem melhor a ideia de continuidade e dinâmica espacial.

Com base na figura 5, pode-se observar que, no município de Barão de Cotegipe-RS, praticamente predominaram duas classes de unidades, as críticas de conservação e as unidades produtivas de expansão. Já as classes de unidades críticas de recuperação e produtivas de consolidação se restringiram a unidades específicas.

As unidades críticas de conservação



#### **4. CONCLUSÕES**

A análise integrada dos dados relativos aos solos, à geomorfologia, à geologia, à vegetação e uso da terra resultou no mapa de vulnerabilidade natural à perda do solo. A partir deste mapa síntese, foi possível identificar e analisar a estabilidade e a vulnerabilidade das unidades (UTBs) baseadas no conceito de ecodinâmica, fundamentadas na relação morfogênese e pedogênese, e da potencialidade para estudos integrados, das imagens de satélite *Landsat*. No município de Barão de Cotegipe-RS, foram identificadas unidades consideradas estáveis, com predomínio dos processos formadores do solo, e unidades moderadamente vulneráveis, prevalecendo os processos erosivos.

No entanto, predominaram as unidades identificadas como mediamente estável/vulnerável, ocupando 72,53% da área total municipal, representando um equilíbrio entre a pedogênese e a morfogênese. As UTBs mais estáveis à perda do solo totalizam 26,82% da área e localizam-se principalmente nas áreas com a presença de cobertura vegetal, especialmente das florestas nativas em encostas e topos de morros convexos e tabulares e que devem ser preservadas. As UTBs moderadamente vulneráveis (0,71%), identificadas na porção noroeste no município, requerem maior atenção, pois predominam os processos de morfogênese, modificadores do relevo, sobretudo pela presença de solos mais instáveis e presença das culturas agrícolas.

Com relação à análise dos aspectos sociais, a integração dos dados dos potenciais natural, humano, institucional e produtivo, resultou no mapa de potencial social que visou principalmente identificar os fatores impulsionadores do desenvolvimento no município, bem como aqueles que apresentam restrições. Com base nestas informações espacializadas nos setores censitários, observou-se o grau de potencial, alto ou baixo, de acordo com o dinamismo ou restrição. O mapa síntese dos quatro potenciais apresentou um equilíbrio entre o dinamismo e a restrição, ou seja, no mapa de potencial social não foram identificadas unidades com potencial alto, nem baixo.

O potencial social médio representou 56,43% da área total municipal, o que pode ser

considerado um aspecto positivo, mas que pode avançar com estímulos municipais, diante das representações e constatações. Os setores que apresentaram potencial social moderadamente alto representam 0,93% e estão concentrados na área urbana, destacando-se com o potencial humano e institucional, principalmente por terem melhor acesso ao saneamento básico, à educação e à participação da população no meio institucional. Já, os setores localizados ao norte do município apresentaram potencial social moderadamente baixo, representando 42,64% da área municipal. Destacaram-se com relação ao potencial natural, pela presença das florestas nativas, e com o potencial institucional, porém o potencial humano e o produtivo apresentaram-se baixos e merecem ser melhor analisados pelos gestores públicos, buscando seu desenvolvimento em toda a extensão territorial.

Da integração do mapa de vulnerabilidade natural à perda do solo com o mapa de potencial social, obteve-se como resultado o mapa do zoneamento ecológico-econômico, do município de Barão de Cotegipe, com quatro unidades principais. Esta representação, síntese da relação existente entre os aspectos ambientais e sociais, apresenta as unidades de paisagem de acordo com sua potencialidade ou vulnerabilidade, constituindo-se em unidades críticas de conservação ou recuperação e em unidades produtivas de expansão ou consolidação.

Nas unidades críticas, em que prevaleceu a vulnerabilidade natural, sugere-se especial atenção com relação ao meio natural e aos agentes que nele influenciam, visando boas práticas sociais associadas às políticas ambientais no processo de tomada de decisões econômicas, possibilitando a valorização e proteção do meio.

As unidades críticas de conservação representaram 40,21% da área total, e são caracterizadas pelo elevado grau de vulnerabilidade natural e baixo grau de potencialidade. Estas unidades possibilitam o uso racional e sustentável dos recursos naturais visando manter uma harmonia entre o homem e o meio. As unidades críticas de recuperação (0,66% da área total) estão localizadas especialmente na área urbana e apresentam alto potencial social e a alta vulnerabilidade natural. A recuperação destas unidades refere-se ao resgate de suas condições de solo e ambiente, visando à obtenção

de uma estabilidade do meio e na melhoria da qualidade do ambiente e da vida das pessoas.

É importante salientar, que as unidades críticas de recuperação, localizadas especialmente na área urbana, foram assim definidas e identificadas com base na metodologia aplicada, o que evidencia uma desconformidade em relação às demais unidades. Sugere-se, deste modo, que para setores da área urbana sejam utilizados outros indicadores para sua análise, especialmente para o potencial social.

Nas unidades produtivas, caracterizadas especialmente pela potencialidade, recomenda-se o desenvolvimento de ações voltadas principalmente ao desenvolvimento produtivo. A diversidade do setor produtivo é fundamental para que ocorra a consolidação ou expansão das unidades, garantindo um equilíbrio entre o meio e homem, com base no uso sustentável dos recursos naturais.

As unidades produtivas de consolidação, consideradas ideais, apresentaram-se bastante pontuais, representando somente 0,05% da área municipal, indicando o fortalecimento do desenvolvimento humano, sobretudo pela baixa vulnerabilidade natural e alta potencialidade social. As unidades produtivas de expansão totalizaram mais da metade da área municipal com 59,08% e possibilitam a expansão do potencial produtivo de maneira sustentável e dinâmica.

Por fim, destaca-se que a importância deste trabalho, pois aponta o cenário atual do município em estudo e evidencia as unidades que necessitam de maior intervenção e ordenamento espacial, principalmente pelo poder público. Salienta-se ainda, que estudos desta natureza devem ser continuamente revisados e atualizados visto que o espaço é dinâmico e as intervenções antrópicas no meio alteram significativamente os cenários.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, H. M. da R. F. **Cartografia de síntese para análise integrada da paisagem do**

**município de São Gabriel/RS: uma proposta de zoneamento ambiental.** 2011, 148 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

BECKER, B. K.; EGLER, C. A. G. **Detalhamento da Metodologia para Execução do Zoneamento Ecológico Econômico pelos Estados da Amazônia Legal.** Brasília, SAE/MMA, 1996. 40p.

CAMPAGNANI, S.; SANTOS, U. P. dos. **Programa de Zoneamento Ecológico-Econômico do estado do Rio de Janeiro.** Projeto II: Zoneamento Ecológico-Econômico do Médio Vale do Paraíba. Rio de Janeiro, 1998. 127p.

CREPANI, E. et al. **Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico.** São José dos Campos, INPE, 1996. 18 p.

CRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais.** São Paulo, Edgard, 1999. 236 p.

GOMES, A. R. **Avaliação da vulnerabilidade à perda de solo em região semi-árida utilizando sensoriamento remoto e geoprocessamento – área piloto de Parnamirim (PE).** 2005, 160 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2005.

IBGE. **Censo agropecuário.** Banco de Dados Agregados. Rio de Janeiro: IBGE, 2011a. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo1.asp?e=v&t=1&p=CA&z=t&o=3>>. Acesso em: 17 jan. 2012.

IBGE. **Censo demográfico.** Banco de Dados Agregados. Rio de Janeiro: IBGE, 2011b. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=202&z=t&o=3&i=P>>. Acesso em: 17 jan. 2012.

IBGE. **Geologia.** Erechim/Lages SG.22-Y-D/Z-C. Rio de Janeiro: IBGE, 2003a. 1 mapa. Escala: 1/250000. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas\\_tematicos/geologia/cartas\\_escala\\_250mil/sg22yd\\_zc\\_geol.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/geologia/cartas_escala_250mil/sg22yd_zc_geol.pdf)>. Acesso em: 09 jul. 2012.

- IBGE. **Geomorfologia**. Erechim/Lages SG.22-Y-D/Z-C. Rio de Janeiro: IBGE, 2003b. 1 mapa. Escala: 1/250000. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas\_tematicos/geomorfologia/cartas\_escala\_250mil/sg22yd\_zc\_geom.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2012.
- IBGE. **Solos**. Erechim/Lages SG.22-Y-D/Z-C. Rio de Janeiro: IBGE, 2003c. 1 mapa. Escala: 1/250000. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas\_tematicos/pedologia/cartas\_escala\_250mil/sg22yd\_zc\_ped.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2012.
- LIBAULT, A. Os quatro níveis da pesquisa geográfica. **Métodos em Questão**, São Paulo, n. 1, p. 1-14, 1971.
- LIMA, F. R.; MARTINELLI, M. As unidades ecodinâmicas na Cartografia Ambiental de Síntese. In: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2008, Rio Claro. **Anais...** Rio Claro: UNESP, 2008. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/simpgeo/440448fredy.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2011.
- MARTINELLI, M.; PEDROTTI, F. A Cartografia das unidades de paisagem: questões metodológicas. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 14, p. 36-46, 2001.
- MEDEIROS, J. S. de. **Bancos de dados geográficos e redes neurais artificiais: tecnologias de apoio à gestão do território**. 1999. 236 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- MOREIRA, A. **Planejamento ambiental do município de Barra Bonita, SC, na perspectiva das tecnologias de informação geográfica**. 2009. 217 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.
- SANTOS, M. **Espaço e Método**. São Paulo, Nobel, 1997. 88 p.
- SIMÕES, M. et al. **Metodologia para elaboração do Zoneamento Ecológico-Econômico em áreas com grande influência antrópica**. Rio de Janeiro, 1998. Disponível em: <http://www.laget.igeo.ufrj.br/egler/pdf/maggie.pdf>. Acesso em 02 fev. 2012.
- SOUSA, M. C. S. **As propostas metodológicas para a cartografia ambiental: uma revisão**. 2009. 122 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, 1977. 91 p.
- VALLES, G. F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados à geração de uma carta de vulnerabilidade natural à perda do solo**. 2008. 161 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2008.
- VICENTE, L. E.; PEREZ FILHO, A. Abordagem Sistêmica e Geografia. **Geografia**, Rio Claro, v. 28, n. 3, p. 323 – 344, set./dez. 2003.