



**METODOLOGIA PARA ELABORAÇÃO DO
ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO EM ÁREAS COM
GRANDE INFLUÊNCIA ANTRÓPICA**



República Federativa do Brasil

Presidente: Fernando Henrique Cardoso

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Ministro: Marcus Vinicius Pratini de Moraes

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)

Presidente: Alberto Duque Portugal

Diretores: Elza Ângela Battaggia Brito da Cunha
José Roberto Rodrigues Peres
Dante Daniel Giacomelli Scolari

Embrapa Solos

Chefe Geral: Antonio Ramalho Filho

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento: Celso Vainer Manzatto

Chefe Adjunto de Apoio e Administração: Paulo Augusto da Eira

CIRCULAR TÉCNICA N° 4

ISSN 1517-5146

Dezembro, 1999

**METODOLOGIA PARA ELABORAÇÃO DO
ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO EM ÁREAS COM
GRANDE INFLUÊNCIA ANTRÓPICA**

Margareth Simões Penello Meirelles

Bertha Becker

Cláudio Egler

Mariana Miranda

Pedro Carlos Orleans e Bragança

Ubiratan Porto dos Santos

Maria Lúiza Campos

Embrapa

Solos

Copyright © 1999. Embrapa
Embrapa Solos. Circular Técnica n° 4

Tratamento editorial

André Luiz da Silva Lopes
Jacqueline Silva Rezende Mattos

Normalização bibliográfica

Léa Marques de Lima
Maria da Penha Delaia

Revisão final

Jacqueline Silva Rezende Mattos
Sueli Limp Gonçalves

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1.024
22460-000 Rio de Janeiro, RJ
Tel: (021) 274-4999
Fax: (021) 274-5291
E-mail: embrapasolos@cnps.embrapa.br
Site: <http://www.cnps.embrapa.br>

Embrapa Solos

Catálogo-na-publicação (CIP)

Metodologia para elaboração do zoneamento ecológico-econômico em áreas com grande influência antrópica / Margareth Simões Penello Meirelles...[et al.]. - Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 1999.

CD-ROM. - (Embrapa Solos. Circular Técnica ; n.4).

ISSN 1517-5146

1. Ecodesenvolvimento. 2. Zoneamento ecológico-econômico. 3. Base metodológica. 4. Utilidade multi-atributo. I. Meirelles, Margareth Simões Penello. II. Becker, Bertha. III. Egler, Cláudio. IV. Miranda, Mariana. V. Orleans e Bragança, Pedro Carlos. VI. Santos, Ubiratan Porto dos. VII. Campos, Maria Luíza. VIII. Embrapa Solos (Rio de Janeiro, RJ). IX. Série.

CDD (21.ed.) 338.9

AUTORIA

Margareth Simões Penello Meirelles¹

Bertha Becker²

Cláudio Egler²

Mariana Miranda²

Pedro Carlos Orleans e Bragança³

Ubiratan Porto dos Santos⁴

Maria Luíza Campos⁴

¹ Pesquisador, Ph.D., Embrapa Solos. E-mail: margaret@cnps.embrapa.br

² Professor do Dptº. Geografia da UFRJ. E-mail: bertha@igeo.ufrj.br, egler@igeo.ufrj.br, mariana@igeo.ufrj.br

³ Pesquisador do Instituto Ecotema.

⁴ Pesquisador do Núcleo de Computação Eletrônica da UFRJ. E-mail: bira@nce.ufrj.br, mluiza@nce.ufrj.br

SUMÁRIO

Resumo • *vii*

Abstract • *ix*

- 1 INTRODUÇÃO • 1
- 2 CONSIDERAÇÕES GERAIS • 3
- 3 ÁREA DE ABRANGÊNCIA E DEFINIÇÃO DE ESCALAS • 6
- 4 CONSTRUÇÃO DA CARTA DE VULNERABILIDADE NATURAL – SÍNTESE PARCIAL • 8
 - 4.1 Análise da Vulnerabilidade do Meio Físico • 9
 - 4.2 Análise da Vulnerabilidade do Meio Biótico • 12
 - 4.3 Análise Final da Vulnerabilidade Natural • 13
- 5 CONSTRUÇÃO DA CARTA DE POTENCIALIDADE SOCIAL – SÍNTESE PARCIAL • 15
 - 5.1 Detalhamento do Desenvolvimento da Potencialidade Social • 15
- 6 MODELAGEM CONCEITUAL DO BANCO DE DADOS • 19
 - 6.1 Desenvolvimento • 20
 - 6.2 Modelagem Conceitual dos Dados • 22
- 7 INTEGRAÇÃO E SÍNTESE FINAL • 29

8	ZONEAMENTO POR BINÔMIOS DE CLASSIFICAÇÃO	• 37
8.1	Tipos de Áreas (Zonas) do Médio Vale do Paraíba do Sul segundo a Vulnerabilidade Natural e a Potencialidade Social - Mapa Síntese Final	• 39
8.1.1	Áreas de Consolidação/Recuperação	• 39
8.1.2	Áreas de Expansão/Conservação	• 40
8.1.3	Áreas de Expansão/Recuperação	• 40
8.1.4	Áreas de Recuperação/Expansão	• 40
8.1.5	Áreas de Consolidação/Conservação	• 41
8.1.6	Áreas de Conservação/Expansão	• 41
8.1.7	Áreas de Recuperação/Conservação	• 42
8.1.8	Áreas de Conservação/Recuperação	• 42
8.1.9	Áreas Especiais	• 42
8.1.9.1	Parques Nacionais	• 43
8.1.9.2	Áreas de Proteção Ambiental	• 43
9	CONCLUSÕES	• 45
10	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	• 47

RESUMO

Este trabalho descreve os aspectos metodológicos adotados no desenvolvimento do projeto de Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) do Médio Vale Paraíba no Rio de Janeiro. Esta foi a primeira experiência no desenvolvimento de métodos para a elaboração do ZEE em áreas com grande influência antrópica.

Termos de indexação: zoneamento ecológico-econômico, sistema de informação geográfica, SIG, geoprocessamento, planejamento ambiental.

ABSTRACT

*Ecological-Economic Zoning in Areas with Great Anthropic Influence:
a Methodological Approach*

This work describes the methodological aspects adopted at the Ecological-Economical Zoning of Médio Vale Paraíba in Rio de Janeiro State, Brazil. Those methods contribute for the development of an ecological-economical zoning in areas presenting anthropogenic characteristics.

Index terms: ecological-economical zoning, GIS, geoprocessing, environmental planning.

1 INTRODUÇÃO

O Programa de Zoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia Legal - PZEEAL, estabelecido em 1991 pelo Governo Federal, assim define os objetivos do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE):

- ZEE é entendido como “um dos instrumentos para a racionalização da ocupação dos espaços e de redirecionamento de atividades”, subsídio a estratégias e ações para a elaboração e execução de planos regionais em busca do desenvolvimento sustentável;
- a finalidade do ZEE é “dotar o Governo das bases técnicas para a espacialização das políticas públicas visando a Ordenação do Território”; e
- por sua vez “a Ordenação do Território é entendida como expressão espacial das políticas econômica, social, cultural e ecológica”, tal como definida na Carta Européia de Ordenação do Território (1983).

A co-participação dos Estados requer a análise e a avaliação de sua situação em termos de infra-estrutura, recursos humanos e capacitação técnica de suas equipes, bem como do estágio de desenvolvimento dos trabalhos de zoneamento em andamento. Requer ainda a avaliação das disponibilidades financeiras e das condições para a implantação de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) descentralizado. O zoneamento estadual ocorre em áreas selecionadas segundo critérios econômicos e ambientais específicos, e considerando os interesses particulares de cada Estado.

O Estado do Rio de Janeiro abriga o segundo polo industrial metropolitano do País. A diversidade é uma característica básica do Estado, seja em termos de paisagens naturais, seja de atividades econômicas, da origem geográfica da população, seja ainda da desigual distribuição de renda e qualidade de vida. Especialmente, contrastam a grande concentração metropolitana e unidades regionais diferenciadas no planalto, na serra, na baixada e na orla marítima.

Se a combinação serra/baixada/metrópole/indústria, no padrão de desenvolvimento vigente, tem contribuído para caracterizar o Estado como um dos que apresentam maior risco ambiental na zona costeira, a sua diversidade natural e social apresenta grandes potencialidades a serem viabilizadas numa política de desenvolvimento que compatibilize os componentes ambientais e a dinâmica socioeconômica.

Neste sentido, o Programa do ZEE/RJ é condição fundamental para a sua dinamização e sustentação. Em novembro de 1995, com a celebração do convênio entre a Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República - SAE/PR e o Governo do Estado do Rio de Janeiro, foi criado o Programa ZEE/RJ, que começou com o Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba e continua com o Zoneamento Ecológico-Econômico do Médio Vale Paraíba, cuja metodologia será descrita neste trabalho.

2 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A elaboração do Zoneamento Ecológico-Econômico expressa a resultante de dois processos dinâmicos que interagem no território: os processos naturais, caracterizados pelos parâmetros geobiofísicos que compõem o ambiente, e os processos sociais, que respondem à dinâmica econômica e a objetivos políticos. Portanto, a metodologia deve manter as especificidades destas lógicas distintas, ao mesmo tempo que promove a sua integração.

Respeitando a integridade dos procedimentos para a avaliação da vulnerabilidade de paisagem natural, considera-se a potencialidade social como o complemento indispensável para se obter a integração ecológica-econômica necessária ao zoneamento. Esta potencialidade deve ser avaliada segundo unidades territoriais político-administrativas, nos distritos e municípios, que são aquelas que dispõem de um sistema estruturado de coleta, sistematização e divulgação de dados.

O procedimento metodológico, tal como sugerido para a Amazônia Legal pela SAE/PR, órgão responsável pela coordenação do programa de Zoneamento Ecológico-Econômico do território nacional, envolve a geração de três cartas integradas, sendo duas temáticas (vulnerabilidade natural e potencialidade social) e uma carta-síntese de subsídio à gestão do território (zoneamento) baseada nos níveis de sustentabilidade e na legislação existente.

Assim sendo, do ponto de vista do conhecimento da situação da área, para o Médio Vale Paraíba, segunda fase componente do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Rio de Janeiro, as seguintes sínteses foram realizadas:

Sínteses	Parcial	diagnóstico ambiental e avaliação da vulnerabilidade dos sistemas naturais;
		diagnóstico socioeconômico e avaliação da potencialidade social da área para o desenvolvimento endógeno e sistêmico;
	Final	integração das informações para a geração de "Zonas", objetivando subsidiar a gestão do território.

Do ponto de vista da gestão da informação, procurou-se:

- sistematizar os dados e permitir a construção de uma Base de Dados Georeferenciada em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG);
- construir um Banco de Dados disponibilizando informações acerca dos fatores físicos e socioeconômicos da área estudada; e
- fornecer um instrumento capaz de subsidiar propostas de metas de gestão do território a serem negociadas e normatizadas com a participação da sociedade local.

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. Segundo a metodologia adotada para o ZEE (Crepani et al., 1998), este comportamento pode ser avaliado a partir dos princípios da Ecodinâmica (Tricart, 1977), que estabelece uma relação entre os processos de morfogênese/pedogênese. Quando predomina a morfogênese, prevalecem os processos erosivos modificadores das formas de relevo, e, quando predomina a pedogênese, prevalecem os processos formadores de solos, que são mais estáveis, desde o ponto de vista da dinâmica dos sistemas naturais.

A análise da **potencialidade social** deve buscar identificar a capacidade das unidades territoriais em constituírem-se espaços de mudança, isto é, gerar, difundir e absorver inovações que promovam o desenvolvimento endógeno, porque deve-se apoiar sobre os elementos intrínsecos ao local e sistêmico, porque é capaz de internalizar os fatores dinâmicos presentes na estrutura espacial em que está inserido.

Desta forma, a análise dos mapas temáticos utilizados como indicadores para a elaboração dos diagnósticos, bem como a análise destes diagnósticos para a geração da carta de **Vulnerabilidade Natural** e da carta de **Potencialidade Social**, e também a análise final para a elaboração dos mapas sínteses são produtos deste trabalho e revelam a diferenciação interna do Médio Vale, constituindo-se como guia de orientação para planejadores municipais e estaduais.

3 ÁREA DE ABRANGÊNCIA E DEFINIÇÃO DE ESCALAS

O Médio Vale do Paraíba fluminense ocupa uma área de 6.205,10km², correspondendo a cerca de 14,13% do Estado do Rio de Janeiro. O critério de sua delimitação não é somente ambiental, e sim geográfico de acordo com a divisão administrativa do estado em regiões de governo. É constituído dos seguintes municípios descritos na Tabela 1 e mapeados na Figura 1.

A escala básica de trabalho utilizada para a realização do ZEE do Médio Vale Paraíba foi de 1:100.000. As integrações e sínteses foram elaboradas em 1:250.000.

TABELA 1. Situação demográfica do Médio Paraíba do Sul, RJ. Contagem populacional, 1996.

Municípios do Médio Paraíba do Sul			
Município	População	Área km ²	Densidade demográfica
Barra do Pirai	85.391	579,80	147,277
Barra Mansa	166.745	548,90	303,780
Itatiaia	21.216	225,50	94,084
Pinheiral	17.506	77,00	227,351
Pirai	22.722	506,70	44,843
Porto Real	8.664	50,70	170,888
Quatis	9.866	286,90	34,388
Resende	93.961	1.116,20	84,179
Rio Claro	14.449	843,50	17,130
Rio das Flores	6.365	479,00	13,288
Valença	61.611	1.308,10	47,100
Volta Redonda	232.287	182,80	1.270,717
Total	740.783	6.205,10	2.365,059

Fonte: IBGE (1997a).

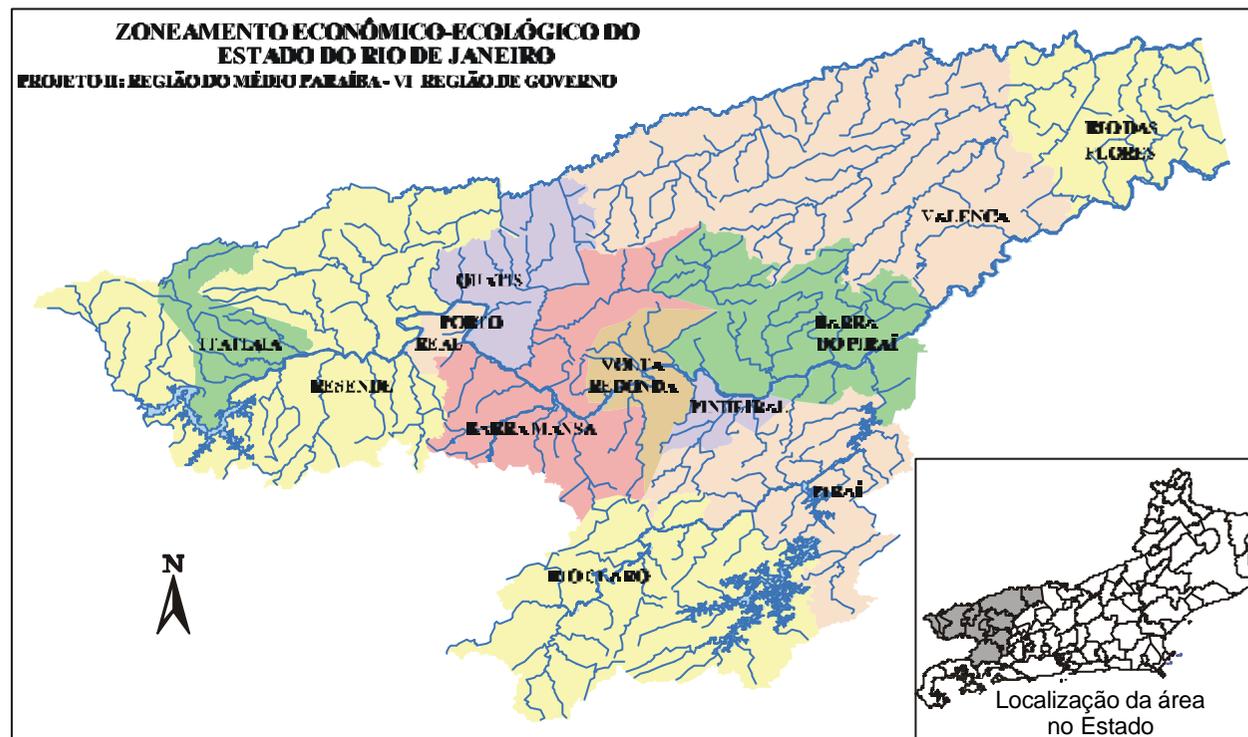


FIGURA 1. Mapa do Médio Vale do Paraíba do Sul.

4 CONSTRUÇÃO DA CARTA DE VULNERABILIDADE NATURAL - SÍNTESE PARCIAL

A carta de Vulnerabilidade Natural foi obtida baseando-se na metodologia sugerida pela SAE/INPE (Brasil, 1991) para os projetos ZEE (Crepani et al., 1998). Esta metodologia foi desenvolvida com base no conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977) e na utilização de imagens *TM-Landsat* (composições coloridas 5-vermelho, 4-verde, 3-azul), que permitem uma visão sinótica e holística da paisagem.

A análise e interpretação destas imagens é feita considerando-se os padrões fotográficos identificados pelas variações de cores, textura, forma, padrões de drenagem e relevo, e determinam as unidades da paisagem como unidades territoriais básicas. Segundo Becker & Egler (1997), as unidades territoriais básicas são as células elementares de informação e análise para o zoneamento ecológico-econômico. Uma unidade territorial básica é uma entidade geográfica que contém atributos ambientais que permitem diferenciá-la de suas vizinhas, ao mesmo tempo que possui vínculos dinâmicos que a articulam a uma complexa rede integrada por outras unidades territoriais.

Desta forma, para a região do Médio Vale Paraíba, as unidades da paisagem foram obtidas por análise/interpretação de imagens do sensor *Thematic Mapper - TM* do satélite LANDSAT-5, datada de 24 de julho de 1994, e de dados secundários¹ obtidos de outras fontes de informações existentes, segundo uma avaliação integrada do ambiente, o que possibilitou a geração do Mapa de Unidades da Paisagem².

Uma vez obtido o Mapa de Unidades da Paisagem, a vulnerabilidade natural foi indicada pelo estabelecimento de valores de estabilidade para cada um dos componentes das unidades da paisagem, a partir de suas características genéticas e sua interação com o meio

¹ Os dados secundários utilizados para complementar as informações foram os de clima, recursos hídricos, geologia e vegetação potencial. Uma descrição detalhada destes temas encontra-se no relatório do projeto ZEE do Médio Vale Paraíba (Brasil, 1998).

² Os mapas poderão ser encontrados no Relatório do Zoneamento Ecológico-Econômico do Médio Vale Paraíba (Brasil, 1998).

ambiente, para que se possa classificar sua capacidade de sustentação à ação humana.

Para se analisar a vulnerabilidade natural é necessário conhecer a gênese, constituição física, forma e estágio de evolução do meio físico, bem como o comportamento do meio biótico (uso/vegetação).

Desta forma, em uma primeira instância, os temas que compõem o Mapa de Unidades da Paisagem - geologia, pedologia, geomorfologia e clima, foram avaliados de forma integrada. Posteriormente, a análise da vulnerabilidade natural relativa ao meio biótico foi aferida através da avaliação da cobertura vegetal.

4.1 Análise da Vulnerabilidade do Meio Físico

A análise da morfodinâmica das unidades da paisagem natural foi feita conforme a Tabela 2 (modificada de Tricart, 1997).

TABELA 2. Valores de estabilidade.

Unidade	Relação pedogênese/morfogênese	Valor
Estável	Prevalece a pedogênese	1
Intermediária	Equilíbrio pedogênese/morfogênese	2
Instável	Prevalece a morfogênese	3

A média aritmética entre os valores individuais dos componentes para cada unidade de paisagem indica a posição da unidade dentro de uma escala de vulnerabilidade à erosão (escala de estabilidade/vulnerabilidade) com 21 classes. As unidades mais estáveis apresentam valores próximos de 1,0 (1,1; 1,2; 1,3; 1,4), as intermediárias em torno de 2,0 e as mais vulneráveis, próximas a 3,0.

Uma interação entre o *clima* e os valores extremos de pluviosidade, incluindo duração do período chuvoso da região *versus* o índice de chuvas anuais (isoietas) e vazão dos rios, permite determinar a média dos três valores de vulnerabilidade ambiental, utilizando a paisagem natural como fundo de interpretação.

Em relação ao clima, classificado segundo Setzer (1946), os valores estabelecidos foram:

- não foi encontrado o Valor 1, que seria o clima seco, sem chuvas;
- Valor 2: representado pela zona Cwa, que recobre maior parte da área, também é mesotérmica. Tem verões com estações chuvosas esparsas e invernos secos, associada às serras alongadas, mar de morros, colinas e planícies aluviais, onde predominam rochas mais brandas e solos residuais mais espessos e mais susceptíveis à erosão. São terrenos com maior índice de erosão de encostas, na formação de ravinas e voçorocas; e
- Valor 3: utilizado para as zonas Cfa e Cfb, ambas mesotérmicas, são caracterizadas por períodos chuvosos no verão, sem estações secas, associadas às regiões montanhosas da Serra da Mantiqueira, Planalto de Itatiaia e o reverso da Serra do Mar. Nessa região predominam rochas cristalinas mais duras e mais resistentes à erosão. São terrenos com maior número de escorregamentos e corridas de talos e lama.

A pluviosidade anual³ foi representada pelo mapa de isoietas que mostra certa coerência com o mapa climatológico da região, definindo-se o Valor 3 com chuvas entre 1.900 e 2.500mm anuais situadas nas regiões montanhosas e escarpadas; o Valor 2, com chuvas

³ A pluviosidade anual foi utilizada na valoração, uma vez que não havia disponibilidade de dados sobre a pluviosidade mensal.

entre 1.550 e 1.900mm anuais nas zonas de influência dessas regiões montanhosas; e o Valor 1 com chuvas entre 1.000 e 1.550mm anuais para as regiões de colinas, planícies e mar de morros. Em resumo, o Valor 3 corresponde às áreas de chuvas intensas (orogênicas), o Valor 2, às áreas de chuvas medianas e localizadas, e o Valor 1, às áreas de poucas chuvas.

Vale ressaltar que existe uma regra básica do processo de erosão/escorregamento, objeto de estudos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT por muitos anos, como explicado abaixo:

- o processo de erosão e escorregamento é acelerado quando a intensidade de chuva ultrapassa 100mm/dia em 3 dias seguidos ou quando a intensidade é de 70 a 90mm/hora para uma chuva acumulada de 300 a 500mm no mês, conforme mostram os gráficos de correlação chuva/escorregamento estabelecidos pelo IPT. Esses gráficos ilustram uma curva de índices críticos, que é a relação entre a chuva acumulada no período e a intensidade das chuvas horas/dias. Esses processos podem se repetir várias vezes no verão, com maior ou menor intensidade. O nível crítico com pequenos deslizamentos já ocorre a partir de 55mm de chuva num dia, no período chuvoso acumulado em dias seguidos;
- a erosão dos solos em geral é maior quanto maior for o índice de chuvas intensas e quanto maior for a saturação do solo no prazo de poucos dias. Como resultado final, o índice de assoreamento e inutilização dos solos aumenta anualmente nos meses de outubro a março; e
- ocasionalmente ocorrem temporais nos meses de inverno ou nas estações intermediárias. Nesse período, a erosão é aparentemente menor, no entanto, substituída pelas queimadas voluntárias ou espontâneas, levam ao enfraquecimento dos solos com a perda de raízes, matéria orgânica e microrganismos, favorecendo daí, mais ainda, a decomposição acelerada dos solos nos períodos de chuvas localizadas e ocasionais.

Para a obtenção da valoração final do tema clima, foram sobrepostos os mapas 1:250.000 de unidades da paisagem com os mapas de classificação climática e de isoietas. A partir daí, foram analisados os valores de pluviosidade anual e os valores das zonas climáticas através da média aritmética simples ou de uma ponderação em função da área ocupada pelas classes de pluviosidade na paisagem (no caso de haver mais de uma classe de pluviosidade numa mesma paisagem).

A ponderação da vulnerabilidade das unidades da paisagem em função do meio físico - geologia, solos, relevo e clima, foi obtida através da média aritmética dos valores (notas) fornecidos a cada um destes temas que compõem a paisagem natural, em função das considerações e valorações supra-citadas.

4.2 Análise da Vulnerabilidade do Meio Biótico

As informações acerca da vegetação atual constituem um parâmetro extremamente importante para o estabelecimento da vulnerabilidade natural, pois a cobertura vegetal representa a defesa da unidade de paisagem contra os efeitos dos processos modificadores das formas de relevo, ou seja, a erosão (Crepani et al., 1998).

Desta forma, as informações relativas à vegetação/uso atual foram consideradas na ponderação que gerou o Mapa de Vulnerabilidade Natural. O mapa de Vegetação e Uso Atual das Terras do Médio Vale Paraíba foi gerado a partir dos dados do Geroe, retrabalhados por meio da interpretação da imagem de satélite *Landsat-TM5*, de 24 de julho de 1994.

Na composição da Vulnerabilidade Natural, à vegetação atual⁴ foram atribuídos valores de acordo com a proteção oferecida ao solo, em função da densidade da cobertura vegetal, respeitando-se, entretanto, as limitações da escala de trabalho.

⁴ Tipo de cobertura vegetal que ocupa no presente um determinado espaço geográfico da vegetação potencial.

4.3 Análise Final da Vulnerabilidade Natural

A integração final dos meios físico/biótico/antrópico, visando a construção da carta de **Vulnerabilidade Natural**, foi obtida através da análise integrada das **Unidades da Paisagem** - representadas por parâmetros do meio físico (geologia, solos, relevo, clima) - com a **Vegetação/Useo Atual das Terras**, parâmetros do meio biótico (Figura 2). As unidades de mapeamento representativas da Vulnerabilidade Natural, ao final, foram reagrupadas em 7 classes, gerando o Mapa de Vulnerabilidade Natural (Mapa Síntese Parcial⁵).

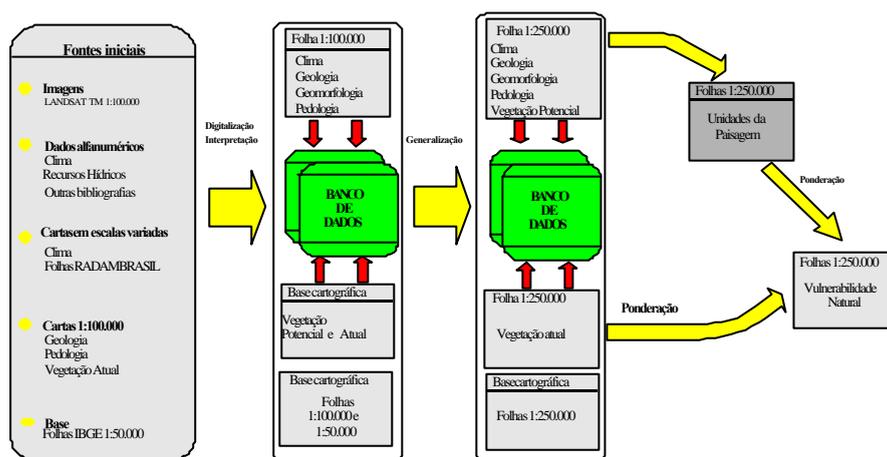


FIGURA 2. Síntese esquemática de integração do meio físico/biótico.

⁵ Os mapas poderão ser encontrados no Relatório do Zoneamento Ecológico-Econômico do Médio Vale Paraíba (Brasil, 1998).

A descrição detalhada dos parâmetros e temas envolvidos na geração da Carta de Vulnerabilidade Natural pode ser encontrada no Capítulo 4 (Produtos Parciais) do Relatório do ZEE do Médio Vale Paraíba (Brasil, 1998), onde são descritos detalhadamente o conteúdo e as características dos temas utilizados como base para o ZEE.

5 CONSTRUÇÃO DA CARTA DE POTENCIALIDADE SOCIAL - SÍNTESE PARCIAL

A determinação da potencialidade social, com vistas ao ZEE, tem como objetivos principais:

- avaliar o papel da área selecionada para o ZEE na estrutura produtiva regional e estadual;
- identificar os fatores locais capazes de impulsionar o desenvolvimento endógeno da área selecionada;
- apontar os possíveis conflitos de uso do território e de seus recursos ecológicos, com vista ao seu manejo sustentável;
- contribuir, em conjunto com a avaliação da vulnerabilidade natural, para o estabelecimento de metas ambientais de gestão; e
- complementar a estruturação do Sistema de Informações Geográficas (SIG), capaz de monitorar o processo de implantação do ZEE na área selecionada.

5.1 Detalhamento do Desenvolvimento da Potencialidade Social

Métodos, procedimentos e informações de natureza diversa foram utilizados para a construção de mapas temáticos que expressam as 4 dimensões de avaliação da Potencialidade Social. Estas dimensões, a saber: a natural, a humana, a produtiva e a institucional foram avaliadas segundo parâmetros ajustados ao Estado do Rio de Janeiro e à região do Médio Vale do Paraíba.

Os dados foram apresentados e trabalhados em dois níveis de agregação, correspondendo, respectivamente, a duas escalas de análise:

a do setor censitário e a do município⁶. Para cada potencial foi definido um conjunto de indicadores (Figura 3), que expressam a situação local, calculados a partir de variáveis selecionadas em diversas fontes. Foram encontradas algumas dificuldades no levantamento das informações referentes às variáveis propostas, o que levou a uma reavaliação e adaptação das variáveis a serem utilizadas e um ajuste nos indicadores previstos originalmente.



FIGURA 3. Esquema analítico de geração do mapa de Potencialidade Social.

⁶ A exceção foi a densidade rural, que foi calculada em nível distrital.

Todos os setores urbanos contíguos foram agrupados, reduzindo-se o número total de unidades territoriais de 876 para 163 (setores censitários rurais + setores urbanos agrupados). Tal agrupamento foi necessário devido a problemas de escala de representação. Para a composição dos mapas de potenciais em que se utilizou tanto dados em níveis setoriais como municipais, repetiram-se os dados do município nos setores a ele pertencentes.

Os quatro potenciais foram gerados a partir de uma média aritmética simples dos indicadores que o compõem. Já o mapa de Potencialidade Social resultou de uma média ponderada dos potenciais, respeitando-se a seguinte fórmula:

$$\frac{(25* POT HUMANANO + POT NATURAL + 2* POT PRODUTIVO + 05* POT INSTITUCIONAL)}{6}$$

Tais pesos foram estabelecidos, basicamente, a partir do número de variáveis que compõem cada potencial.

Os índices ou variáveis definidores dos indicadores para a avaliação dos potenciais foram espacialmente configurados, de acordo com a disponibilidade dos dados, tendo por base o setor censitário e o município, em escala compatível de representação em papel A4 (~1:650.000).

Para as representações, foi considerada a distribuição dos valores de cada índice ou variável para todo o conjunto de municípios do estado, para todo o conjunto de setores da região ou ainda para todo o conjunto de municípios da região.

Os indicadores foram gerados a partir do re-escalamento dos valores originais obtidos, utilizando-se curvas exponenciais variando entre 1 (pior), 2 (média do estado ou região) e 3 (melhor).

Foram definidas 7 classes para a distribuição por setores e 5 classes para a distribuição por municípios - com intervalo de igual amplitude ou quartis - para o agrupamento de valores, com o ponto

médio das classes correspondendo à média do estado ou região. Tendo em vista tratar-se de um estudo em que o objetivo é a intervenção no conjunto, torna-se importante identificar a situação de cada setor/município da região de governo na relação com o estado ou a própria região. Tais classes correspondem a uma escala cromática que varia do vermelho (situação pior) para o azul (situação melhor), passando pelo verde (situação mediana).

Os potenciais natural, humano, produtivo e institucional foram representados cartograficamente a partir do conjunto dos respectivos indicadores selecionados. A definição do escopo de variação dos indicadores baseou-se em sua discretização para o conjunto de setores/municípios da região/estado, utilizando vários procedimentos estatísticos de classificação.

A descrição detalhada dos parâmetros/indicadores e temas utilizados para a geração do Potencial Social pode ser encontrada no relatório do Zoneamento Ecológico-Econômico do Médio Vale Paraíba (Brasil, 1998).

6 MODELAGEM CONCEITUAL DO BANCO DE DADOS

O banco de dados foi modelado considerando-se duas grandes áreas: socioeconomia e meio geobiofísico.

Para a área de socioeconomia, foram contemplados os temas de população, habitação, saúde, emprego, escolaridade, rendimentos, recursos energéticos e produção, entre outros.

Nesta área, a modelagem foi feita seguindo critérios que grupavam as informações, segundo nível geográfico (setor ou município), ano de referência e fonte, além da natural separação por subtema. Para se fazer a ligação dos atributos alfanuméricos com os domínios espaciais correspondentes foi utilizada a Base dos Setores Censitários Demográficos do IBGE - ano de referência 1994 (IBGE, 1997b).

Para os dados geobiofísicos, foram identificados cinco grandes temas básicos: vegetação, geologia, pedologia, geomorfologia e hidrologia, sendo que este último não foi implementado por falta de disponibilidade dos dados correspondentes. Além destes, foram acrescentadas algumas estruturas, referentes a cartas complementares de uso/cobertura da terra, clima e unidades da paisagem.

Para facilitar a tarefa de administração de dados, foi projetado e desenvolvido um banco de metadados, para armazenar descritores associados aos dados utilizados, de forma a garantir sua correta utilização e consistência. O banco de metadados vem garantir um maior controle sobre os dados utilizados no projeto, controle este necessário devido ao grande número de técnicos envolvidos, diferentes instituições provedoras e diversidade de forma e qualidade dos dados obtidos. O banco de metadados dará suporte a quaisquer aplicações futuras que venham a utilizar o banco de dados, uma vez que os descritores associados aos dados armazenados são a garantia de uma correta interpretação do significado e aplicabilidade de cada item de dado, já que os dados utilizados correspondem a diferentes períodos de tempo, encontram-se disponíveis em diferentes áreas geográficas ou ainda podem resultar de extrapolações/interpolações, o que influi decisivamente sobre os métodos para sua utilização.

Desta forma, o banco de metadados estará disponível para o Projeto ZEE, contendo todas as informações necessárias sobre os dados utilizados no projeto, suas fontes e instituições de origem.

Também foi função da área de administração de dados, a criação de um padrão de nomes para os objetos do banco de dados, incluindo um sistema de nomeação de variáveis que permitisse uma identificação mais imediata de seu conteúdo e tema de referência. Este padrão de nomes foi documentado e seguido, quando da criação de todo e qualquer elemento no banco de dados.

Estuda-se a viabilidade de integrar-se ao banco de dados e ao Sistema de Informações Geográficas, ferramentas do tipo *OLAP (On-line Analytical Processing)*, utilizadas em ambientes de *Data Warehouse* e Sistemas de Suporte à Decisão. Com isto será possível apoiar processos de análise de dados mais sofisticados e complementares às análises espaciais suportadas pela ferramenta de SIG.

6.1 Desenvolvimento

O projeto e desenvolvimento do banco de dados deve ser realizado em paralelo às demais atividades do projeto ZEE. A meta original é que, ao término do projeto, o banco de dados esteja implantado e carregado com os dados básicos correspondentes à área coberta pelo ZEE, permitindo novos estudos sobre a região, a validação dos resultados obtidos e a geração de novas cartas síntese. Na fase seguinte, no caso do ZEE do Médio Vale Paraíba, está planejado o desenvolvimento de um aplicativo para a manipulação deste Banco de Dados, permitindo seu uso por usuários não especialistas em Sistema de Informação Geográfica.

Na especificação do banco de dados, foram consideradas as seguintes condições:

- o banco de dados seria inicialmente projetado para armazenar os dados básicos que serviriam de entrada para os estudos e cálculo dos índices e indicadores para o zoneamento; mais tarde, de acordo com a conveniência, seria feita uma modelagem para contemplar o armazenamento dos dados derivados, gerados como resultados intermediários pelas equipes temáticas;
- a modelagem dos temas referentes ao meio geobiofísico partiu da discussão e avaliação dos modelos de dados inicialmente desenvolvidos por equipe do IBGE, modelos estes já em utilização por aquela instituição e nossa colaboradora no projeto ZEE; os modelos seriam alterados, segundo as restrições e simplificações impostas por características específicas deste projeto, mantendo, sempre que possível, compatibilidade com a metodologia seguida pelo IBGE; e
- o levantamento de requisitos para o desenvolvimento do banco de dados não seguiu o padrão dos sistemas convencionais; isto porque não existia uma metodologia consolidada que permitisse o detalhamento à priori dos índices e variáveis a considerar no projeto pela dificuldade de se precisar, em todo o escopo de consultas, a real disponibilidade dos dados originalmente requeridos para o estudo. Este trabalho foi um esforço pioneiro neste sentido.

Assim sendo, a partir de uma primeira estimativa de necessidades de dados das equipes de socioeconomia e do meio geobiofísico, se procedeu o levantamento da situação e a obtenção dos dados junto às instituições responsáveis por sua geração e/ou disponibilização. Para tanto, é fundamental a criação da função de Administração de Dados, responsável pela coordenação dos esforços de aquisição dos dados junto a estas fontes e também pela gerência e descrição dos dados básicos utilizados no projeto.

6.2 Modelagem Conceitual dos Dados

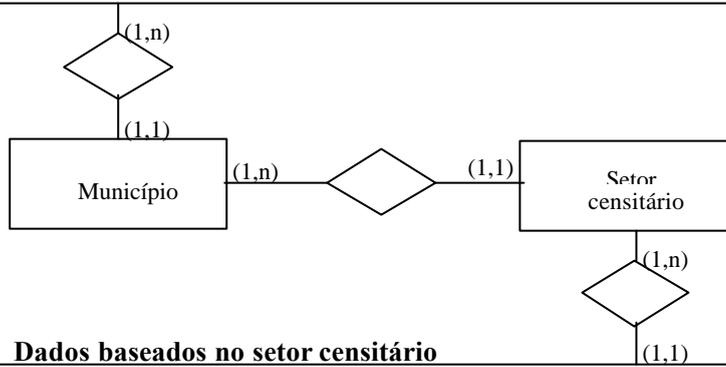
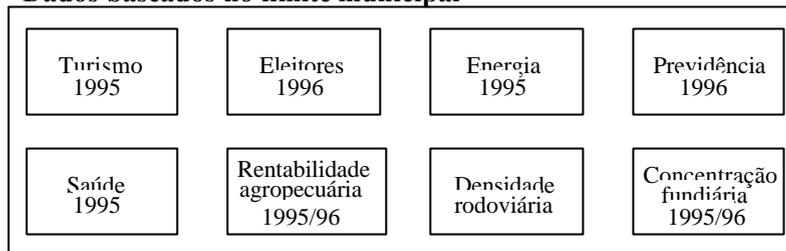
Para se definir o universo de dados que seriam armazenados no banco de dados foram realizadas inúmeras reuniões com especialistas de cada área envolvida no projeto.

No caso do tema solos, o Banco de Dados de Solos - SIGSOLOS, desenvolvido pela Embrapa Solos (Embrapa, 1998), foi utilizado como base para a modelagem do tema. Para os demais temas, buscou-se um intercâmbio com os técnicos do Departamento de Recursos Minerais - DRM e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

A partir deste levantamento, foi realizada a modelagem conceitual de dados expressos através de diagramas, correspondentes aos temas geobiofísicos, socioeconômicos e metadados simplificados nas Figuras 4, 5, 6, 7, 8 e 9. A documentação detalhada desta etapa encontra-se disponível no relatório do ZEE do Médio Vale Paraíba (Brasil, 1998).

Socioeconomia

Dados baseados no limite municipal



Dados baseados no setor censitário

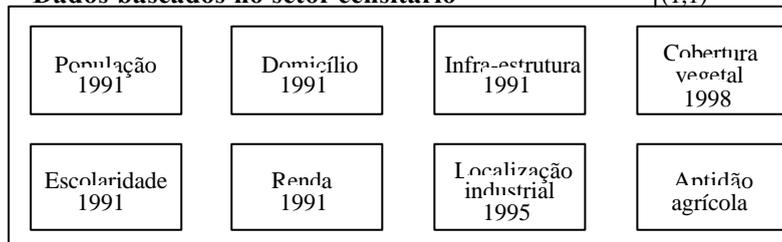


FIGURA 4. Diagrama Entidade-Relacionamento para o tema Socioeconomia.

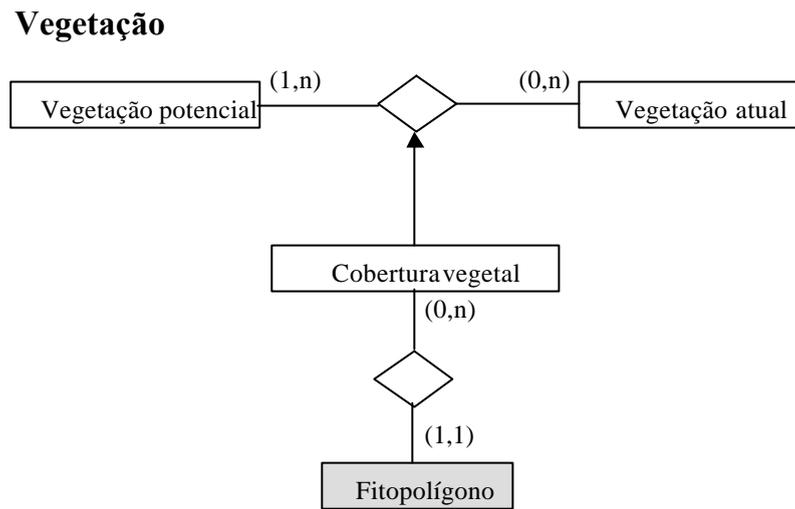
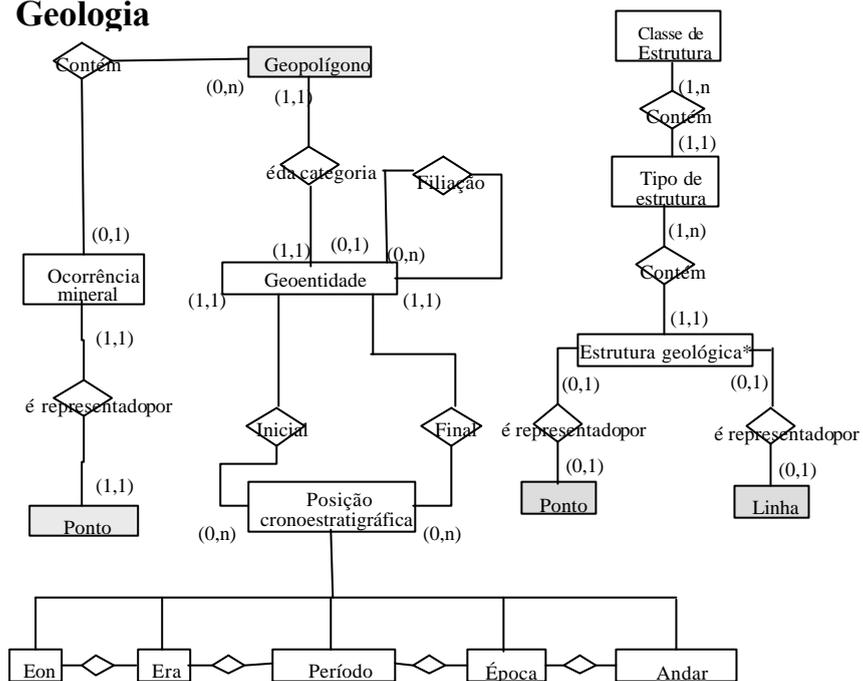


FIGURA 5. Diagrama Entidade-Relacionamento para o tema Vegetação.

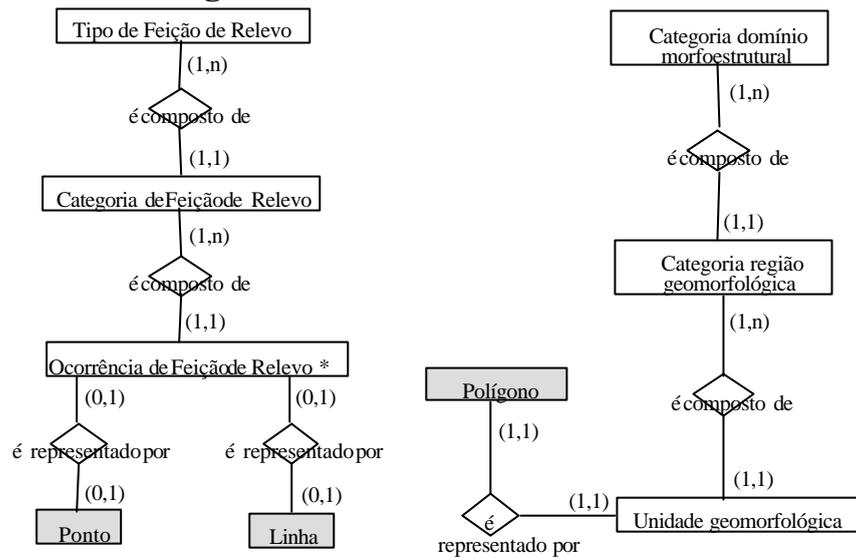
Geologia



* Estrutura geológica é obrigatoriamente representada por um Ponto ou uma Linha.

FIGURA 6. Diagrama Entidade-Relacionamento para o tema Geologia.

Geomorfologia



* Ocorrência de Feição de Relevo obrigatoriamente é representada por um Ponto ou uma Linha.

FIGURA 7. Diagrama Entidade-Relacionamento para o tema Geomorfologia.

Pedologia

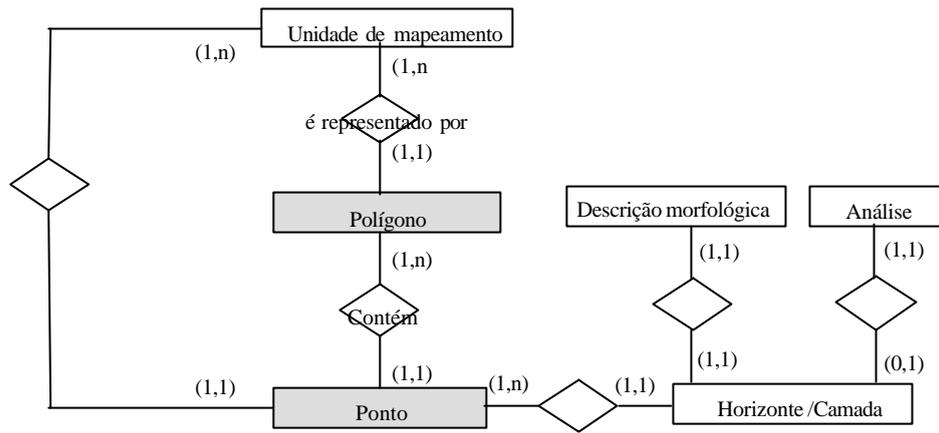


FIGURA 8. Diagrama Entidade-Relacionamento para o tema Pedologia.

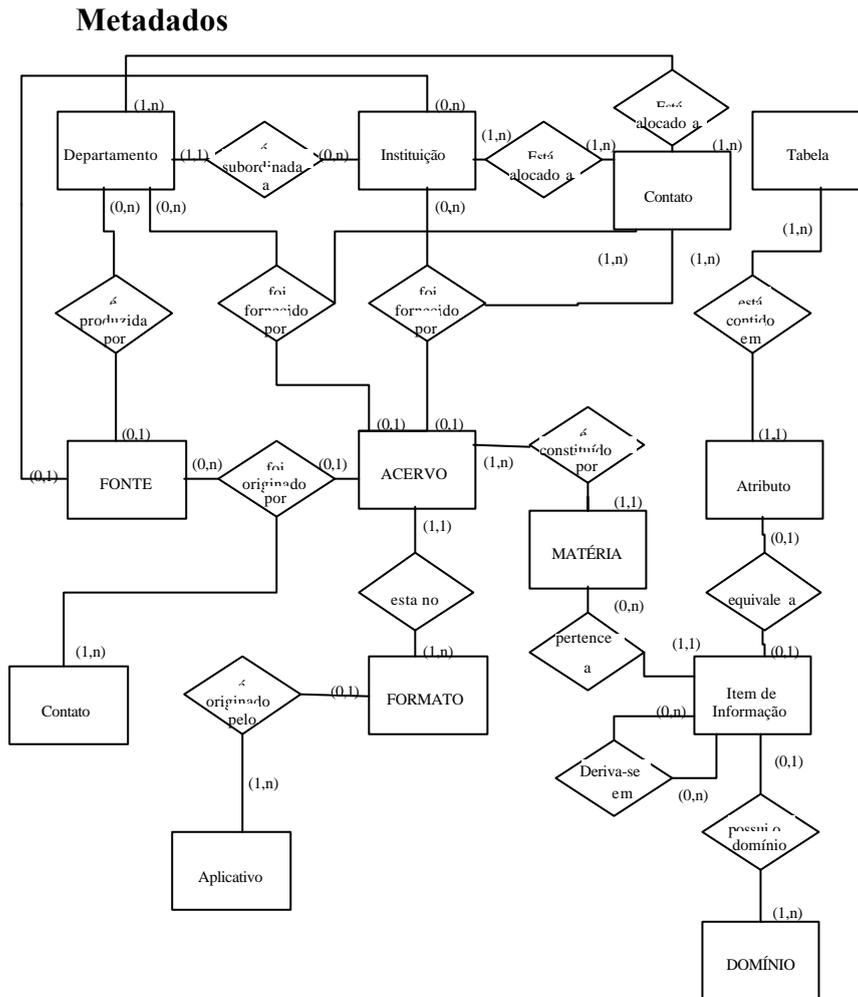


FIGURA 9. Diagrama Entidade-Relacionamento - Metadados.

7 INTEGRAÇÃO E SÍNTESE FINAL

Para a realização da síntese da Potencialidade Social com a Vulnerabilidade Natural, algumas considerações metodológicas tiveram que ser desenvolvidas devido às características de ocupação do Médio Vale Paraíba.

Foi observado que, de uma maneira geral, o mapa de uso/cobertura do solo apresenta-se bastante fragmentado em áreas de grande interferência humana e com características urbanas e rurais acentuadas, como é o caso do Médio Vale Paraíba, diferentemente da região amazônica, onde grandes polígonos delimitam as classes de uso/cobertura do solo.

Considerando que a metodologia inicialmente desenvolvida e adotada pela SAE (Becker & Egler, 1997) baseou-se na execução do Zoneamento da Amazônia Legal, ficou patente, diante das características antrópicas da área do Médio Vale Paraíba, a necessidade de se desenvolver métodos que atendessem especificamente ao caso desta área e até mesmo de outras áreas com características semelhantes (futuros zoneamentos).

Esta adaptação é bastante compreensível, uma vez que a metodologia para a execução do ZEE não pode ser única. A metodologia sugerida pela SAE é uma diretriz, de grande valor em termos de padronização metodológica do Zoneamento, devendo sofrer, entretanto, as devidas alterações para sua melhor adaptação às diversidades de cada área estudada, do território nacional. Cada estado, por exemplo, possui suas especificidades, ou seja, sua forma específica de uso e exploração da terra, seja devido às suas características geobiofísicas, seja devido a razões econômicas, políticas, históricas ou até mesmo culturais, devendo todos estes fatores serem considerados de forma integrada (Meirelles, 1997).

Neste sentido o Projeto ZEE do Médio Vale Paraíba visou:

- identificar a estrutura e a dinâmica da situação atual, delimitar Unidades Ecológicas-Econômicas (interação entre

os sistemas geobiofísico e socioeconômico) e avaliá-las de acordo com suas potencialidades e vulnerabilidades; e

- classificar em zonas, de acordo com suas capacidades ecológicas e socioeconômicas e sua sustentabilidade.

De acordo com Becker & Egler (1997), estas zonas podem ser classificadas em:

- **áreas produtivas:**

- Ⓜ *áreas de consolidação* - que poderão ser utilizadas para o desenvolvimento humano; e

- Ⓜ *áreas de expansão* - a serem utilizadas para a expansão do potencial produtivo.

- **áreas críticas:**

- Ⓜ *áreas de preservação* - devem ser preservadas devido à sua vulnerabilidade; e

- Ⓜ *áreas de recuperação* - devem ser recuperadas apesar do seu elevado grau de vulnerabilidade; possuem um alto potencial para desenvolvimento.

- **áreas institucionais:**

- Ⓜ *áreas de preservação permanente (conservação)* - determinadas de acordo com a legislação (Parques Nacionais, Reservas Biológicas etc.);

- Ⓜ *áreas de uso restrito* - tais como reservas indígenas; e

- Ⓜ *áreas de uso nacional estratégico* - fronteiras nacionais.

A síntese das informações sobre o Potencial Social e a

Vulnerabilidade Natural e a conseqüente delimitação de zonas, tais como definidas anteriormente, ocorre através da execução de reclassificações, em ambiente de um Sistema de Informação Geográfica⁷, baseadas no seguinte esquema (Figura 10) proposto por Becker & Egler (1997).



FIGURA 10. Esquema representativo da Síntese Final.

Entretanto, ao se integrar o resultado das sínteses parciais (Vulnerabilidade Natural e Potencial Social), verifica-se que este processo não é imediato, uma vez que se está trabalhando com unidades de mapeamento de limites e dimensões distintas, tais como unidades da paisagem e distrito.

Após diversas tentativas de geração de um modelo de representação gráfica da integração da informação (Potencial Social e Vulnerabilidade Natural) para subsidiar a interpretação da síntese final,

⁷ Para as análises espaciais, foi utilizado o módulo de análise *Analyst* do SIG *MGE* da *Intergraph*.

por reclassificação, expressando o esquema apresentado na Figura 10, optou-se por gerar uma tabela de cores, baseada na escala de representação de cores RGB. Desta forma, a representação cartográfica da síntese final foi obtida a partir da combinação das três cores aditivas primárias (Vermelho, Verde, Azul), de modo que se associe a cada classe da síntese final sempre a mesma cor, indo do azul ao vermelho. Na escolha das cores, procurou-se obedecer critérios de comunicação visual que utilizam cores “quentes” e seus matizes (vermelho, amarelo e laranja) para representar situações de emergência, e cores “frias” e seus matizes (azul, verde), para situações de tranquilidade.

Assim sendo, a tabela de cores foi construída da seguinte forma (Figura 11):

- a Vulnerabilidade Natural foi representada no canal VERMELHO (**Red**), com os valores da vulnerabilidade (advindas da síntese parcial) normalizados no intervalo [0,255];
- o Potencial Social foi representado no canal AZUL (**Blue**), com os valores do Potencial (advindos da síntese parcial) normalizados no intervalo [0,255]; e
- o canal VERDE (**Green**) foi ocupado com a média aritmética, normalizada no intervalo [0,255] menos o valor 255, ou seja:

$$G = 255 - [(V_A + V_V)/2]$$

Onde:

V_A = valor do canal Azul normalizado;

V_V = valor do canal Verde normalizado.

A seguinte tabela foi, então, gerada para se estabelecer o processo de classificação:

Potencial Social	7	255	128	106	86	68	42	20	C
	6	215	148	126	105	88	62	40	20
	5	172	169	148	126	105	88	62	42
	4	129	191	169	148	126	105	88	68
	3	86	22	191	169	148	126	105	86
	2	43	234	212	191	169	148	126	106
	1	0	255	234	212	191	169	148	128
	B		0	43	86	129	172	215	255
	α	1	2	3	4	5	6	7	
		Vulnerabilidade Natural							

FIGURA 11. Tabela de cores utilizada para a representação gráfica da síntese final.

A fim de elucidar a tabela representativa da integração, tomemos o exemplo: uma área de baixa vulnerabilidade (0 no canal vermelho) e baixo potencial social (0 no canal azul) terá o valor 255 ($255 - (Va + Vv)/2 = 255 - (0 + 0)/2 = 255$) no canal verde, ou seja, no sistema RGB ter-se-á: (0,0,255). Esta combinação resultará a atribuição, no mapa de síntese final, da cor verde para esta "zona", o que, de acordo com a Figura 10, representa uma área de expansão. Este foi o artifício gráfico utilizado para auxiliar a interpretação da vulnerabilidade natural com Potencial Social do Médio Vale Paraíba e, desta forma, reclassificar as unidades de mapeamento em "zonas" (Figura 12).

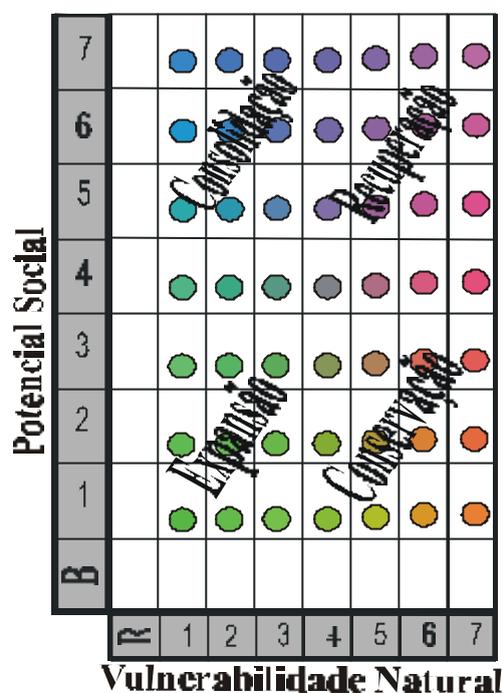


FIGURA 12. Tabela de cores e classes atribuídas às "zonas" em função da Vulnerabilidade Natural e do Potencial Social.

De acordo com a metodologia da SAE/INPE (Crepani et al., 1998), a existência de cobertura vegetal tem grande influência na avaliação da vulnerabilidade à erosão, uma vez que a participação da cobertura vegetal na caracterização morfodinâmica das unidades da paisagem natural está diretamente ligada à sua capacidade de proteção. Conseqüentemente, devido à fragmentação existente na cobertura vegetal na área do Médio Vale Paraíba, o mapa de vulnerabilidade gerado ficou, também, bastante fragmentado.

Ao se realizar a reclassificação, analisando o **Mapa de Vulnerabilidade Natural**⁸ juntamente com o **Mapa de Potencialidade**

⁸ Os mapas poderão ser encontrados no Relatório do ZEE do Médio Vale do Paraíba (Brasil, 1998).

Social⁸, observou-se que uma área que possuía alta potencialidade social, por exemplo, ao ser integrada com o Mapa de Vulnerabilidade Natural, contendo polígonos fragmentados (classificados no intervalo de baixa a alta vulnerabilidade), resultou em uma combinação de unidades de mapeamento oscilando entre expansão (alta potencialidade e baixa vulnerabilidade) e recuperação (alta potencialidade e alta vulnerabilidade). Este resultado tornou-se, então, uma síntese intermediária, representativa da situação atual do Médio Vale Paraíba, tal como este se expressa devido as suas características de ocupação e de origem ao **Mapa Síntese Intermediária**⁹.

Entretanto, por não haver uma conectividade espacial entre as combinações de classes (expansão, recuperação, consolidação, etc.), devido à gama de combinações geradas na síntese intermediária, optou-se por realizar a síntese final, tomando como base o Mapa Síntese Intermediária⁹ gerado, porém com a incorporação de condições geográficas particulares, adquiridas através de pesquisas de campo, e adotando como critério analítico norteador da classificação/síntese final as características socioambientais da região.

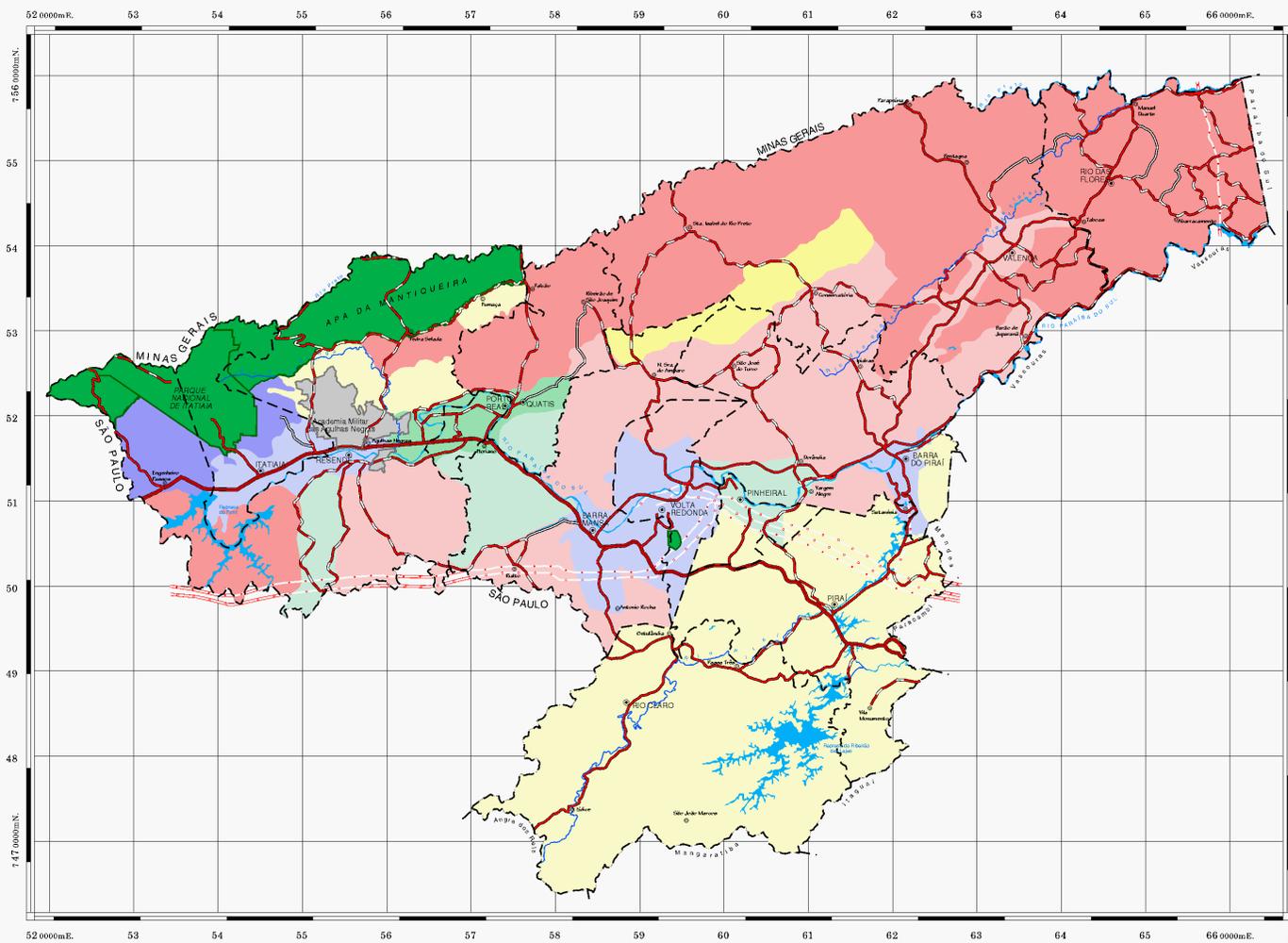
Desta forma, dois resultados são apresentados: a **Síntese Intermediária**, baseada na integração das informações sobre a Potencialidade Social e a Vulnerabilidade Natural da região, e uma **Síntese Interpretativa**⁹, aglutinando e espacializando a síntese intermediária de acordo com o conhecimento da região e a avaliação analítica dos resultados desta síntese, apresentando-se na forma de **binômios** representativos das características (dominantes e complementares). A Figura 13 apresenta o mapa síntese gerado.

A síntese interpretativa, aglutinando o conhecimento específico da região, pode auxiliar sobremaneira a solucionar metodologicamente o zoneamento de áreas com características de ocupação antrópica acentuada e, ao mesmo tempo, fornecer um produto mais sintético para apoiar a tomada de decisão. Na próxima seção, será fornecida uma descrição detalhada das características das áreas/zonas obtidas a partir do procedimento metodológico ora descrito.

⁹ Os mapas poderão ser encontrados no Relatório do ZEE do Médio Vale do Paraíba (Brasil, 1998).

MAPA SÍNTESE DE SUBSÍDIOS PARA A GESTÃO DO TERRITÓRIO DO MÉDIO VALE DO RIO PARAÍBA DO SUL

Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Rio de Janeiro



TIPOS DE ÁREAS

- Áreas Especiais
- AMAN
- Recuperação / Conservação
- Recuperação / Expansão
- Conservação / Recuperação
- Conservação / Expansão
- Expansão / Recuperação
- Expansão / Conservação
- Consolidação / Recuperação
- Consolidação / Conservação

CONVENÇÕES

- Divisão Municipal
- Sede Distrital
- Sede Municipal
- Estradas não Pavimentadas Secundárias
- Rodovia sem Pavimentação
- Rodovia com Pavimentação
- Rodovia Presidente Dutra
- Gasoduto
- Oleoduto

Escala 1:650 000
 5000 m 0 m 5000 m 10000 m 15000 m

FONTES: Cartas Topográficas do IBGE escala 1:50 000 e 1:250 000; Interpretação de Imagem Landsat TM 543 de 24/04/94
 AUTORA TEMÁTICA E CARTOGRAFICA: CARTOGEO

RESIDÊNCIA DA REPÚBLICA
 SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS
 SUBSECRETARIA DE PROGRAMAS E PROJETOS

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
 SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE
 FUNDAÇÃO INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS

CARTOGEO
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
 NÚCLEO DE COMPUTAÇÃO ELETRÔNICA
 LABORATÓRIO DE CARTOGRAFIA AUTOMATIZADA E GEOINFORMAÇÃO



8 ZONEAMENTO POR BINÔMIOS DE CLASSIFICAÇÃO

É possível interpretar o mapa resultante da análise de Vulnerabilidade Natural com o Potencial Social na escala de 1:250.000, distinguindo tipos de áreas para o ZEE.

Entretanto, como anteriormente referido, o Médio Vale do Rio Paraíba do Sul possui desenvolvimento industrial e urbano significativo e situação social acima da média do Estado do Rio de Janeiro. A região, contudo, está longe de ser homogênea. Nela coexistem áreas dinâmicas e áreas estagnadas, áreas preservadas ao lado de muitas outras com alto grau de vulnerabilidade.

Os elementos centrais, que respondem por essa diversidade de situação, são:

- o Vale do Rio Paraíba do Sul e a rodovia Presidente Dutra (Rio-São Paulo), que constituem o eixo central da região, não só em termos de circulação, como de adensamento urbano-industrial e de dinamização, mas situados em áreas de alta vulnerabilidade;
- um embasamento agropecuário tradicional, ora mais ora menos ocupado e degradado e/ou dinamizado;
- as serras que enquadram o vale, bastante diferenciadas: ao norte, a Mantiqueira, na fronteira com São Paulo e Minas Gerais, onde se estende o Parque Nacional de Itatiaia, cujo entorno apresenta elevado potencial social; e, ao sul, a encosta da Serra do Mar, onde grandes manchas florestais coexistem com áreas econômica e socialmente estagnadas;
- os dois eixos rodoviários que representam potencial de transformação na região: a Rodovia RJ-145 com direção NE, que faz a ligação com Minas Gerais, atravessando áreas de pastagens degradadas, mas com presença industrial em Valença e a Rodovia RJ-155, que corta a Serra do Mar em direção ao litoral, atravessando áreas estagnadas e não tão

degradadas. É digna ainda de nota a presença de dutos, com seu potencial econômico embora também de risco; e

- as duas grandes represas vitais para o abastecimento não só da região como do Estado do Rio, e que merecem atenção especial quanto à sua proteção - uma na fronteira com São Paulo, a represa do Funil, e outra, na Serra do Mar, a represa de Lages.

Vale registrar que o elemento crucial da região - o eixo central formado pelo rio Paraíba/ rodovia Rio-São Paulo - é também diferenciado, e permite, mesmo, identificar duas porções na região, no sentido norte-sul. A primeira, que se estende da fronteira de São Paulo até a conurbação Volta Redonda/Barra Mansa, altamente urbanizada e industrializada; e a segunda, se estendendo daí até Barra do Piraí, e vivenciando um processo de transição rural-urbano e circundada por áreas predominantemente rurais ao norte e ao sul.

Como identificar tipos de áreas (futuras zonas) em face a tamanha diversidade?

No caso da região em estudo, dada a diversidade apontada, a classificação das áreas combina sempre duas características, por vezes contraditórias. O primeiro termo do binômio é **dominante** na área, e o segundo constitui seu **complemento indispensável**. Tal identificação é fruto da análise integrada da Vulnerabilidade Natural com a Potencialidade Social, acrescida do conhecimento adquirido sobre as condições geográficas particulares dos lugares.

A partir dessas combinações, foram identificadas 08 categorias de áreas que constituem a base do ZEE, quando forem objeto de legislação adequada que as transformará em zonas. A caracterização das áreas será efetuada, segundo os elementos que estruturam a região, acima apontados, a começar pelo eixo central e seus impactos.

8.1 Tipos de Áreas (Zonas) do Médio Vale do Paraíba do Sul segundo a Vulnerabilidade Natural e a Potencialidade Social - Mapa Síntese Final

8.1.1 *Áreas de Consolidação/Recuperação*

Caracterizando-se por alta potencialidade e também alta vulnerabilidade, essas áreas correspondem justamente ao eixo central. A presença urbana é o traço marcante do eixo, envolvendo não apenas cidades, vilas, expansão urbana em áreas rurais, assim como a concentração da grande indústria. Tais atividades devem ser mantidas e expandidas, razão pela qual essas áreas estão situadas na categoria de consolidação.

Tais atividades, contudo, trouxeram grande ônus ao meio ambiente, particularmente ao rio Paraíba em si, tanto no que tange a poluição da água e do ar, a qualidade de vida da população aí concentrada, como a ocupação inadequada das encostas e conseqüentes enchentes. Há, pois, que se implementar ações para recuperar os problemas de modo a compatibilizar a dinâmica econômica com a qualidade socioambiental.

Três seções dominadas por três centros urbanos com posição estratégica se distinguem ao longo do eixo central, diferenciando-se, em termos de tamanho territorial e populacional, de ramos da indústria e escala de concentração industrial, bem como de potencialidade de dinamização regional.

A seção de Itatiaia-Resende-Porto Real é a segunda maior, nela dominando a indústria metal-mecânica e química; investimentos em seu entorno indicam potencial de dinamização da cidade. A segunda seção, o Complexo Territorial Volta Redonda/Barra Mansa, é a maior concentração urbano/industrial do vale, baseada na indústria siderúrgica, cuja recuperação está em curso. A terceira seção corresponde à Barra do Piraí que, embora com crescimento urbano similar ao de Resende, tem indústria num patamar tecnológico e numa densidade inferiores a das outras duas, revelando sua posição periférica ao coração mais moderno e dinâmico do vale.

8.1.2 Áreas de Expansão/Conservação

Trata-se do novo foco de dinamização ao longo do vale em continuidade à área de consolidação de Resende, para onde se dirigem hoje os investimentos da indústria automobilística, com a instalação das fábricas Peugeot e Volkswagen, nos municípios de Porto Real e Resende. Sendo uma área com nível médio de degradação, dotada ainda de manchas florestais, há possibilidades de expansão associadas a cuidados conservacionistas.

8.1.3 Áreas de Expansão/Recuperação

Tratam-se igualmente de áreas contíguas às áreas de consolidação de Resende e Volta Redonda/Barra Mansa, em número de três, situadas sobretudo na margem direita do rio Paraíba do Sul, por onde se expande a influência desses centros dinâmicos. A ocupação tradicional aí ocasionou degradação ambiental significativa, com forte desmatamento, exigindo a recuperação de seu meio ambiente de modo a torná-las aptas a sustentar o impacto da expansão.

8.1.4 Áreas de Recuperação/Expansão

Embora contando com a possibilidade de expansão, o elemento dominante nessas áreas é a recuperação, por se tratarem de áreas com maior grau de desmatamento e degradação, decorrentes do povoamento agropecuário tradicional.

A possibilidade de expansão decorre de fatores diferentes, configurando duas situações. A primeira situação corresponde a grandes extensões localizadas às margens sul de Resende e entorno norte e sul de Volta Redonda que, por conseguinte, estão sob seu impacto dinâmico. A segunda situação corresponde a áreas mais afastadas daqueles centros dinâmicos, onde a possibilidade de expansão está associada à presença da rodovia RJ-145, que liga o vale a Minas Gerais, desde Barra do Piraí, passando por Valença, onde se registra pequena indústria, esboçando a formação de um eixo com potencial de desenvolvimento.

8.1.5 Áreas de Consolidação/Conservação

Esta área que se estende ao sul do Parque Nacional de Itatiaia, já é dotada de indústrias e de turismo organizado, como em Penedo e parte de Itatiaia. A consolidação é, portanto, o elemento dominante visando assegurar a continuidade e a melhoria do desenvolvimento. Contudo uma ação conservacionista e o monitoramento para impedir a invasão do Parque são essenciais para assegurar um desenvolvimento sustentável, que não afete as qualidades socioambientais da área situada na encosta da Mantiqueira.

8.1.6 Áreas de Conservação/Expansão

Nestes tipos de áreas se enquadram duas situações geográficas distintas. A primeira, por sua posição intermediária entre a margem esquerda do rio Paraíba e a encosta da Mantiqueira, está sob o impacto da expansão de Resende e Porto Real, mas dada a proximidade ao Parque Nacional e da Academia Militar das Agulhas Negras - AMAN, compõe a Área de Proteção Ambiental ao Parque - APA da Serra da Mantiqueira, nela priorizando as atividades de conservação.

A represa de Ribeirão das Lages e significativas manchas florestais em grandes extensões da encosta da Serra do Mar identificam uma segunda e vasta área, onde a conservação deve ser o elemento dominante. Mas a presença de pequenos núcleos urbanos, que tiveram papel relevante no passado e entraram em decadência, registrando baixo potencial social, e que hoje são passíveis de revitalização graças à posição junto à rodovia que corta a Serra em direção à Angra dos Reis, introduz um novo componente de expansão nessa área. É o caso de Lídice, transformada em bacia de mão de obra da Serra para Furnas, no litoral. É também o caso de Pirafé, localizada junto à rodovia Rio-São Paulo. A criação de uma unidade de conservação, tipo APA, seria importante para proteger a represa e seu entorno do impacto da expansão.

8.1.7 Áreas de Recuperação/Conservação

No limite com o Estado de São Paulo, no município de Resende, situa-se uma área muito degradada; aí, contudo, se localiza uma importante represa, a do Funil, e uma não menos importante implantação industrial de elevado risco, a Nuclear Enriquecimento Isotópico - NUCLEI, o que indica uma gestão de recuperação da área com conservação da represa. Também nesta área, deve-se pensar na criação de uma unidade de conservação.

Situação semelhante de degradação e forte desmatamento associada à pecuária tradicional é encontrada nos extensos espaços entre o rio Paraíba e os limites com o Estado de Minas Gerais. A recuperação com atividades alternativas sustentáveis é ação fundamental para a gestão do território nessa grande área situada ao norte da região.

8.1.8 Áreas de Conservação/Recuperação

Significante vulnerabilidade atribui identidade a esse trecho localizado no contato entre os dois tipos de áreas situadas ao norte do vale, onde devem predominar ações de recuperação, seja com expansão, seja com conservação. Este trecho, apesar de fortemente erodido, na medida em que mantém ainda vegetação expressiva e baixo povoamento, sugere que a ele deve-se atribuir prioridade à conservação. A recuperação diz respeito a áreas ocupadas e degradadas com pastagens aí presentes, características das extensões norte do vale.

8.1.9 Áreas Especiais

Trata-se de áreas que apresentam regime especial de utilização em função de atributos ambientais, históricos e culturais, ou ainda militares.

Foram contempladas as unidades de conservação federais existentes na área e a Academia Militar das Agulhas Negras.

Essas unidades de conservação, apesar de representarem categorias distintas, têm por objetivo principal a conservação e preservação ambiental, dentro de suas características e objetivos mais específicos.

8.1.9.1 Parques Nacionais

Segundo os objetivos constantes da Lei nº 4.771/65 - Código Florestal, os parques nacionais têm por finalidade resguardar atributos excepcionais da natureza, conciliando a proteção integral da flora, da fauna e das belezas naturais, com a sua utilização para objetivos educacionais, recreativos e científicos (FEEMA, 1992).

O Parque Nacional de Itatiaia abrange terras dos Estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais, com uma área atual equivalente a 30.000ha.

Criado pelo Decreto nº 1.713 de 14/06/1937, com área equivalente a 12.000ha, este foi o primeiro parque nacional a ser criado. Posteriormente, teve sua área ampliada para os atuais 30.000ha, através do Decreto nº 87.586 de 20/09/1982 (Pádua, 1983).

Em função de seu relevo acidentado, com altitudes variando de 800 à 2.300m, tendo como ponto culminante o pico do Itatiaiuçu com 2.787m, e, por abranger as vertentes Atlântica e Continental da Serra da Mantiqueira, essa unidade apresenta uma diversidade biológica característica e diversificada. Na área do planalto, a flora e a fauna apresentam endemismos e peculiaridades marcantes (Pádua, 1983).

8.1.9.2 Áreas de Proteção Ambiental

As Áreas de Proteção Ambiental-APA, por sua vez, permitem uma utilização mais flexível se comparada aos parques, reservas e estações ecológicas, sendo a sua criação e manejo fundamentados na Lei nº 6.902 de 27/04/1981, Lei nº 6.938 de 31/08/1981 e Decretos nº 88.351 de 01/06/1983 e 89.532 de 06/04/1984 (FEEMA, 1992).

As APA podem compreender diversas paisagens naturais, seminaturais ou alteradas com características bióticas, abióticas, estéticas ou culturais notáveis que exijam proteção para assegurar o bem estar das populações humanas e conservar ou melhorar as condições ecológicas locais. Nelas são permitidas atividades turísticas e recreativas, bem como outras formas de ocupação e uso da área, conciliando o uso da terra e o desenvolvimento regional com a manutenção dos processos ecológicos essenciais.

Criada pelo Decreto nº 91.304 de 03/06/1985, a APA da Serra da Mantiqueira abrange o maciço central e principais contrafortes da serra, englobando ecossistemas representativos da região (FEEMA, 1992).

Entre os objetivos principais de sua criação, temos a proteção e preservação de parte de uma das maiores cadeias montanhosas do sudeste brasileiro, da flora endêmica e andina, dos remanescentes de bosques de Araucária e da vida selvagem, principalmente as ameaçadas de extinção.

Os estudos realizados apontam para a necessidade de criação de novas unidades de conservação na região do Vale do Médio Paraíba, sejam elas públicas ou privadas.

Os remanescentes florestais existentes devem ainda ser alvo de iniciativas preservacionistas, podendo vir a transformar-se em unidades de conservação de caráter privado, como é o caso das Reservas Particulares de Patrimônio Natural - RPPN. Essas têm-se mostrado uma alternativa promissora para a preservação desses remanescentes, uma vez que o proprietário pode explorá-los economicamente, sem provocar qualquer tipo de degradação ambiental, muito pelo contrário.

Por último, vale ressaltar que as áreas de preservação permanente constantes do Código Florestal e demais diplomas legais, como as "margens de corpos hídricos, declividades acima de 45° e topos de morro entre outras" (FEEMA, 1992), enquadram-se também como áreas especiais, apesar de não estarem delimitadas no ZEE. A sua preservação é de extrema importância para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos hídricos, proporcionando uma qualidade de vida mais elevada à população, face à sustentação do equilíbrio dos ecossistemas existentes.

9 CONCLUSÕES

É necessário esclarecer que o presente zoneamento é uma fase de um processo que deve ser visto segundo dois eixos básicos:

- a necessidade de criar e ajustar um sistema de informações sobre a área objeto do zoneamento. Nesta tarefa, foram encontrados alguns problemas de ordem técnica, tais como ausência de informações em séries históricas e dificuldade de obter e mapear informações sobre redes e fluxos, que são fundamentais para o monitoramento da dinâmica espaço temporal da região. O zoneamento preliminar é, portanto, um ponto de partida para sistematizar e ajustar informações para a gestão do território; e
- o zoneamento procura definir zonas, que não apenas possuem características socionaturais comuns, mas para as quais se estabelecem metas ambientais e de desenvolvimento comuns. Neste sentido, as metas podem ser definidas a partir da combinação de quatro situações básicas: consolidação, expansão, preservação e recuperação, permitindo a combinação destas prospectivas no sentido de definir zonas de metas ambientais comuns, algumas delas com propostas a serem gradativamente ajustadas, isto é, admitindo um grau de flexibilidade maior que devem ser monitoradas e corrigidas no decorrer do tempo.

A partir do mapa resultante da análise de Vulnerabilidade Natural com o Potencial Social, através de interpretação/reclassificação, distingue-se as zonas para o ZEE. Entretanto, para áreas que possuem desenvolvimento industrial, urbano ou rural significativo, esta interpretação levará a classificações nem sempre homogêneas. A coexistência de áreas dinâmicas com áreas estagnadas e áreas

preservadas ao lado de muitas outras com alto grau de vulnerabilidade far-se-á presente.

Neste sentido, a necessidade de tratamentos metodológicos diferenciados daqueles desenvolvidos inicialmente pela SAE para a Amazônia Legal se faz necessário. O Zoneamento Ecológico-Econômico do Médio Vale Paraíba foi uma primeira experiência concreta e acabada nesta direção. O objetivo deste trabalho é divulgar nossa experiência no sentido que a mesma possa contribuir para a realização do ZEE de outras áreas, onde cada vez mais se possa aprimorar a metodologia, apresentando novas modelagens ainda mais próximas da realidade.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BECKER, B. K.; EGLER, A.G. **Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológico-econômico pelos Estados da Amazônia Legal**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal / Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, 1997. 43p.
- BRASIL. Presidência da República. Secretaria de Assuntos Estratégicos. Comissão Coordenadora do Zoneamento Ecológico Econômico do Território Nacional. **Diretrizes metodológicas e patamar mínimo para o zoneamento ecológico-econômico do território nacional**. Brasília, 1991. 20 p.
- BRASIL. Presidência da República. Secretaria de Assuntos Estratégicos. **Relatório do Zoneamento Ecológico-Econômico do Médio Vale Paraíba**. Rio de Janeiro: IEF/SEMA/UFRJ-CARTOGEO-NCE, 1998. 119p. + 9 anexos (mapas).
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S. de; AZEVEDO, L.G. de; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C.C.F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico: segunda revisão ampliada**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1998. 60p. Metodologia desenvolvida para subsidiar o Zoneamento Ecológico-Econômico e capacitar os técnicos dos Estados da Amazônia Legal (Convênio SAE/INPE). Segunda aproximação.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Base de informações georreferenciadas de solos: metodologia e guia básico do aplicativo SigSolos, versão 1.0**. Rio de Janeiro, 1998. CD ROM. (EMBRAPA-CNPS. Boletim de Pesquisa, 11).
- FEEMA (Rio de Janeiro, RJ). **Coletânea de legislação federal e estadual de meio ambiente**. Rio de Janeiro: FEEMA / Notrya, 1992. 383p.

IBGE (Rio de Janeiro, RJ). **Contagem da população 1996**. Rio de Janeiro, 1997a. 724p. v.1: Resultados relativos a sexo da população e situação da unidade domiciliar.

IBGE (Rio de Janeiro, RJ). **Contagem da população 1996**: sistema de recuperação de informações municipais. Rio de Janeiro, 1997b. CD ROM.

PÁDUA, M.T.J. **Os parques nacionais e reservas biológicas do Brasil**. Brasília: IBDF, 1983. 162p.

SETZER, J. **Contribuição para o estudo do clima do Estado de São Paulo**. São Paulo: Escolas Profissionais Salesianas, 1946. 239p.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE-SUPREN, 1977. 91p. (IBGE. Recursos Naturais e Meio Ambiente).

**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA
E DO ABASTECIMENTO**



Produção editorial

Embrapa Solos

Área de Comunicação e Negócios (ACN)