

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

**A ECOLOGIA DE PAISAGEM E SUAS FERRAMENTAS PODEM  
APRIMORAR O ZONEAMENTO AMBIENTAL? O CASO DA REGIÃO  
POLÍTICA DO VALE DO TAQUARI**

CLAUDETE REMPEL

Porto Alegre, maio de 2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

**A ECOLOGIA DE PAISAGEM E SUAS FERRAMENTAS PODEM  
APRIMORAR O ZONEAMENTO AMBIENTAL? O CASO DA REGIÃO  
POLÍTICA DO VALE DO TAQUARI**

CLAUDETE REMPEL  
Bióloga

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Luiza Porto  
Co-orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Teresinha Guerra

BANCA EXAMINADORA:  
José Eduardo do Santos – UFSCar  
Glauco Schultz – Univates  
Fernando Gertum Becker - UFRGS

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul para o título de Doutor em Ciências (Ecologia) área de concentração em Ecologia da Paisagem

Porto Alegre, maio de 2009

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço:

- a todos que contribuíram para que eu seja hoje o que sou, em especial, minha mãe;
- ao colega e amigo, Eduardo Périco
- ao colegas de laboratório Rafael Rodrigo Eckhardt, Úrsula Arend e Gisele Cemin;
- às importantes contribuições dos professores Sandra Hartz e Fernando Becker, Glauco Schultz e Rualdo Menegat;
- ao programa de Pós-Graduação em Ecologia, na pessoa de seu ex-coordenador, Adriano Sanches Melo e da atual coordenação, Sandra Müller;
- à Fundação de Amparo à Pesquisa do RS – FAPERGS, pelo auxílio financeiro, através do PROCOREDES;
- ao Centro Universitário Univates, na pessoa de seu reitor, Ney José Lazzari, pela disponibilização de recursos para viabilização da pesquisa;
- à professora Teresinha Guerra por ter acreditado em mim, pela orientação e indicação da melhor direção a ser seguida;
- à professora Maria Luiza Porto pelas constantes contribuições, orientações e diretrizes para o rumo do trabalho;

Por fim, dedico este trabalho à razão de tudo na minha vida: Anita e Amália

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1. Sustentabilidade.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2. Zoneamento.....</b>	<b>24</b>
<b>1.3. Ecologia de Paisagem.....</b>	<b>27</b>
<b>1.4. Ferramentas de Ecologia de Paisagem .....</b>	<b>33</b>
<b>2. ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO (ZEE) DO VALE DO TAQUARI....</b>	<b>39</b>
<b>2.1. Caracterização e localização da área de estudo.....</b>	<b>39</b>
<b>2.2. Materiais &amp; Métodos.....</b>	<b>41</b>
<b>2.3. Resultados.....</b>	<b>50</b>
2.3.1. Malha Rodoviária.....	50
2.3.2. Rede Hidrográfica.....	53
2.3.3. Hipsometria.....	55
2.3.4. Clinografia.....	57
2.3.5. Uso e Ocupação da Terra.....	60
2.3.5.1. Floresta Estacional.....	62
2.3.5.2. Floresta Ombrófila Mista.....	63
2.3.5.3. Floresta Industrial.....	64
2.3.5.4. Vegetação Pioneira.....	68
2.3.5.5. Campos (nativos e antrópicos).....	68
2.3.5.6. Agricultura.....	69
2.3.5.7. Solo Exposto.....	77
2.3.5.8. Áreas Urbanas.....	78
2.3.5.9. Banhados.....	78
2.3.6. Uso e Cobertura da terra das Áreas de Preservação Permanente (APP)...	

2.3.7. Uso e Cobertura da terra das Áreas de Uso Restrito.....	80
2.3.8. Uso e Cobertura da terra das Áreas de Uso Intensivo.....	84
2.3.9. Delimitação das áreas de risco, sem risco e em conflito com a legislação..	86
2.3.10. Zoneamento ambiental em bases da Ecologia de Paisagem e suas métricas.....	90
<b>3. CONCLUSÕES .....</b>	<b>106</b>
<b>4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>109</b>
<b>APÊNDICE 1 - PROTOCOLO DE USO DO FRAGSTATS.....</b>	<b>118</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>123</b>
<b>ANEXO 1 – LEI 6.938/1981.....</b>	<b>123</b>
<b>LEI Nº 4.771, DE 15 DE SETEMBRO DE 1965.....</b>	<b>136</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1 - Localização da área de estudo – Vale do Taquari.....</b>	<b>23</b>
<b>FIGURA 2 - Modelo de paisagem no contexto ecológico. As linhas assinaladas em 1 indicam relações de dependência em graus diversos, enquanto que a linha em 2 indica as duas principais retroalimentações (adaptado de Zonneveld, 1979) (Christofoletti, 2002).....</b>	<b>28</b>
<b>FIGURA 3 - Pirâmide de hotspots das mudanças ambientais (Glantz, 2007).....</b>	<b>33</b>
<b>FIGURA 4 - Densidade populacional dos municípios do Vale do Taquari.....</b>	<b>40</b>
<b>FIGURA 5 - Fluxograma descrevendo as etapas metodológicas envolvidas na elaboração dos mapas temáticos para caracterização, análise e diagnóstico ambiental da paisagem do Vale do Taquari (Adaptado de Tonial, 2003).....</b>	<b>43</b>
<b>FIGURA 6 - Mapa da malha rodoviária do Vale do Taquari.....</b>	<b>52</b>
<b>FIGURA 7 - Mapa de Hidrografia do Vale do Taquari.....</b>	<b>54</b>
<b>FIGURA 8 - Mapa de Hipsometria do Vale do Taquari.....</b>	<b>56</b>
<b>FIGURA 9 - Mapa Clinográfico do Vale do Taquari.....</b>	<b>58</b>
<b>FIGURA 10 - Cenário do uso e cobertura da terra do Vale do Taquari em 2003....</b>	<b>61</b>
<b>FIGURA 11 - Floresta Estacional: ocorrência predominante na encosta da serra e nos topos dos morros.....</b>	<b>63</b>
<b>FIGURA 12 - Floresta Ombrófila Mista: ocorrência predominante no Vale do Taquari entre as altitudes de 600 a 800 metros.....</b>	<b>64</b>
<b>FIGURA 13 - Floresta Industrial circundada por áreas agrícolas.....</b>	<b>66</b>
<b>FIGURA 14 - Representação dos municípios que apresentam destaque no cultivo de Floresta Industrial.....</b>	<b>67</b>

<b>FIGURA 15 - Vegetação Pioneira em estágio primário de regeneração.....</b>	<b>68</b>
<b>FIGURA 16 - Campos nativos apresentando capões de vegetação nativa.....</b>	<b>69</b>
<b>FIGURA 17 - Municípios que apresentam destaque no cultivo de milho, soja e erva-mate.....</b>	<b>71</b>
<b>FIGURA 18 - Paisagem característica do Vale do Taquari: culturas anuais localizadas no entorno das margens do Rio Taquari.....</b>	<b>72</b>
<b>FIGURA 19 - Totais do Vale do Taquari na produção animal e municípios com destaque no Vale do Taquari.....</b>	<b>74</b>
<b>FIGURA 20 - Produtos de origem animal do Vale do Taquari.....</b>	<b>75</b>
<b>FIGURA 21 - Localização das principais indústrias de beneficiamento do couro no Vale do Taquari.....</b>	<b>76</b>
<b>FIGURA 22 - Área sendo preparada para receber culturas cíclicas.....</b>	<b>77</b>
<b>FIGURA 23 - Cenário do uso e cobertura da terra das áreas de preservação permanente.....</b>	<b>81</b>
<b>FIGURA 24 - Cenário do uso e cobertura da terra das áreas de uso restrito.....</b>	<b>83</b>
<b>FIGURA 25 - Cenário do uso e ocupação da terra das áreas de uso intensivo. ....</b>	<b>85</b>
<b>FIGURA 26 - Distribuição da área do Vale do Taquari em drenagem, APP, área de uso restrito e área de uso intensivo.....</b>	<b>86</b>
<b>FIGURA 27 - Mapa da condição de risco do uso da terra do Vale do Taquari... ..</b>	<b>88</b>
<b>FIGURA 28 - Distribuição, em km<sup>2</sup>, da condição de risco do uso e cobertura da terra por zona ambiental (APP, AUR e AUI).....</b>	<b>90</b>
<b>FIGURA 29 - Zoneamento Ambiental do Vale do Taquari baseado na legislação e na metodologia proposta pela EMBRAPA.....</b>	<b>91</b>
<b>FIGURA 30 - Fluxograma descrevendo as etapas metodológicas envolvidas na elaboração do zoneamento ambiental do Vale do Taquari.....</b>	<b>94</b>
<b>FIGURA 31 - Pirâmide de hotspots (áreas de conservação) para o Vale do Taquari (adaptado de Glantz, 2007).....</b>	<b>95</b>
<b>FIGURA 32 - Mapa de uso e cobertura da terra do Vale do Taquari com as áreas com fragmentos florestais indicados para conservação.....</b>	<b>100</b>

<b>FIGURA 33 - Zoneamento Ambiental do Vale do Taquari, sobrepondo informações do previsto na legislação com o obtido na análise por métricas da paisagem (elipses).....</b>	<b>102</b>
<b>FIGURA 34 - Área florestal (Floresta Estacional e Ombrófila Mista) esperada e encontrada em cada tipologia de uso da terra.....</b>	<b>104</b>
<b>FIGURA 35 - Mapa de uso e cobertura da terra no fragmento mais ao norte (municípios de Arvorezinha e Ilópolis).....</b>	<b>104</b>
<b>FIGURA 36 - Zoneamento Ambiental deste fragmento .....</b>	<b>105</b>
<b>FIGURA 37 - Demonstração do potencial de áreas de conservação na área de uso intensivo (fragmentos com mais de 0,05km<sup>2</sup>).....</b>	<b>105</b>



## LISTA DE QUADROS E TABELAS

QUADRO 1 - Exemplos de tipos de zoneamentos .....	26
TABELA 1 - Índices para quantificar a estrutura da paisagem. As equações apresentadas referem-se a cálculos em imagens matriciais (formato raster)....	38
TABELA 2 - Relação de cartas topográficas, Datum Córrego Alegre, coordenadas UTM - 22s, utilizadas para a realização do trabalho .....	42
TABELA 3 - Descrição do tipo de uso da terra de acordo com as classes de declividade.....	48
TABELA 4 - Condição de risco e/ou conflito dos usos das áreas de proteção permanente (APP), das áreas de uso restrito (AUR) e das áreas de uso intensivo (AUI).....	50
TABELA 5 - Extensão da malha rodoviária do Vale do Taquari.....	52
TABELA 6 - Caracterização da rede hidrográfica do Vale do Taquari.....	54
TABELA 7 - Caracterização das classes hipsométricas do Vale do Taquari.....	56
TABELA 8 - Caracterização das classes clinográficas do Vale do Taquari.....	58
TABELA 9 - Cenário do uso e cobertura da terra do Vale do Taquari, referente ao ano de 2003.....	61
TABELA 10 - Produção anual das principais culturas do Vale do Taquari.....	71
TABELA 11 - Tipologia das Áreas de Preservação Permanente delimitadas no Vale do Taquari.....	80
TABELA 12 - Cenário do uso e cobertura da terra das APPs do Vale do Taquari.	80
TABELA 13 - Cenário do uso e cobertura da terra das áreas de uso restrito do Vale do Taquari.....	83

<b>TABELA 14 - Cenário do uso e cobertura da terra das áreas de uso intensivo do Vale do Taquari.....</b>	<b>85</b>
<b>TABELA 15 - Cenário do uso e cobertura da terra das áreas de proteção permanente (APP), uso restrito (AUR) e uso intensivo (AUI) em km<sup>2</sup>.....</b>	<b>88</b>
<b>TABELA 16 - Quadro síntese das áreas de risco e/ou conflito do Vale do Taquari.....</b>	<b>88</b>
<b>TABELA 17 - Valores relativos à área dos fragmentos de mata.....</b>	<b>97</b>
<b>TABELA 18 - Valores das métricas selecionadas para as classes de uso e cobertura da terra referente a FE e FOM.....</b>	<b>98</b>
<b>TABELA 19 - Condição de uso da terra (em km<sup>2</sup>) nos fragmentos indicados pelo FRAGSTAT nas APPs, AUR e AUI.....</b>	<b>104</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP – Área de Proteção Ambiental

AREA – Tamanho dos fragmentos

AREA-MN – Tamanho médio dos fragmentos (ha)

AUI – Área de Uso Intensivo

AUR – Área de Uso Restrito

BDR – Banco de Dados Regional – Univates

CODEVAT – Conselho de Desenvolvimento do Vale do Taquari

CPLAND – Porcentagem da paisagem com área de interior

DNAEE-EESC - Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica-Escola de Engenharia de São Carlos

DSG – Diretoria do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ENN-MN – Distância média do fragmento mais próximo (m)

ETM – Enhanced Thematic Mapper

FAO – Foods and Agriculture Organization

FAPERGS – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul

FE – Floresta Estacional

FOM – Floresta Ombrófila Mista

GERCO – Gerenciamento Costeiro

GPS – Global Positioning System

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LPI – Porcentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento (%)

PD – Número de fragmentos da classe em 1km<sup>2</sup> da paisagem (%)

PNGC – Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro

SHAPE-MN – Índice de forma médio ( $\geq 1$ , sem limite)

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação

UTM – Universal Transversa Mercator (Projeção Universal Transversal de Mercator)

WCED - World Commission on Environment and Development

ZEE – Zoneamento Ecológico-Econômico

## RESUMO

Dentre os mecanismos de planejamento ambiental passíveis de serem utilizados a ecologia de paisagem e o zoneamento ambiental têm se destacado como estratégicos, pois buscam a compatibilização entre o desenvolvimento econômico e a qualidade ambiental. O presente trabalho apresenta uma metodologia que alia à legislação a ecologia de paisagem e, desta forma, um zoneamento ambiental que conserve áreas florestadas mesmo que fora das áreas de proteção permanente (APP) impostas pela legislação, utilizando como modelo a região político-administrativa denominada o Vale do Taquari, RS, Brasil. Os resultados encontrados demonstram que 45% das terras são indicadas para uso intensivo (AUI), 38% para uso restrito (AUR), 14% são APPs e 2,3% correspondem à drenagem. No entanto, na área de uso intensivo há 74,85km<sup>2</sup> (3,4%) de área florestada que, de acordo com os critérios de ecologia de paisagem, deveriam ser conservados. Esta área corresponde à cobertura ocupada pelos fragmentos maiores que 0,05km<sup>2</sup> nesta zona (AUI). Contudo, há 961,39km<sup>2</sup> (51,4%) de florestas na AUR, porém, considerando que já há recomendação de não retirada destas florestas nesta zona (AUR), em virtude da declividade superior a 20%, pode-se concluir que além da área de proteção permanente, a região do Vale do Taquari tem 1.035,89km<sup>2</sup> (21,27%) de cobertura florestal nativa a ser conservada.

**Palavras chave:** Ecologia de Paisagem, Zoneamento Ambiental, Legislação Ambiental, Métricas de Paisagem

## **ABSTRACT**

Among the mechanisms of environmental planning that can be used the landscape ecology and environmental zoning has been highlighted as strategic, because searching for the consistency between economic development and environmental quality. This paper presents a methodology that combines legislation with landscape ecology, and thus an environmental zoning that preserves forest areas even outside of permanent protected areas (PPA) imposed by legislation, taking as a study area the Taquari Valey, RS, Brazil. The results show that 45% of the lands are indicated as intensive use (AUI), 38% for restricted use (AUR), 14% are PPAs and 2.3% correspond to the drainage. However, in AUI and AUR are 19.05% and 9.05% respectively, of forested area that, according to the criteria of the landscape ecology, should be preserved.

**Keywords:** Landscape Ecology, Environmental Zoning, Environmental Legislation, Landscape Metrics

## **APRESENTAÇÃO**

O presente trabalho será desenvolvido em três partes: a primeira apresenta os fundamentos teóricos que embasam a tese, a segunda o estudo de caso do zoneamento ecológico-econômico (ZEE) desenvolvido no Vale do Taquari e a terceira parte discutirá o zoneamento em bases de ecologia de paisagem e suas métricas.

Em se tratando da procura pela viabilidade ambiental de empreendimentos, orientados por uma política de desenvolvimento definida, que inclua o meio ambiente como fator a ser considerado no desenvolvimento das atividades humanas (conforme preconizado pelo desenvolvimento sustentável), a conjugação dos conceitos a seguir apresentados é condição essencial para a obtenção de resultados satisfatórios. É correto afirmar que um comprometimento com a qualidade dos recursos e serviços ambientais demanda, necessariamente, a incorporação de novos valores por parte dos gestores públicos, que deverão permear todo o processo decisório a fim de que se alcance um nível mais elevado e equilibrado de desenvolvimento econômico e social.

A proposta de zoneamento ambiental para uma região política (e não em bacia hidrográfica) baseia-se no fato de que as decisões ambientais são tomadas por gestores públicos de municípios e não pelos Comitês de Bacias Hidrográficas, embora se reconheça a importância destes. A área de estudo, a região do Vale do Taquari, reconhecida pelo Governo do Estado, por força da instalação, em dezembro de 1991, do Conselho de Desenvolvimento do Vale do Taquari – CODEVAT, órgão regional que estabelece o foro de discussão do planejamento das iniciativas socioeconômicas e culturais de abrangência supramunicipal, é composta por 37 municípios, localizados no estado do Rio Grande do Sul, na região sul do Brasil.

Até o momento não foi realizado nenhum estudo em meso escala, como o aqui proposto, que envolvesse o zoneamento das características físicas e ambientais do Vale do Taquari, apesar de já terem sido realizados diversos trabalhos específicos e de caráter local, entre os quais podemos citar: a avaliação da evolução da cobertura vegetal entre os anos de 1985 e 1999 na Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta (Rempel *et al.*, 2001), a identificação de áreas aptas à implantação de áreas de proteção ambiental (Périco *et al.*, 2002), o mapeamento e diagnóstico dos problemas decorrentes da atividade suinícola no Vale do Taquari (Cemin *et al.* 2003), o levantamento de áreas aptas para o cultivo de erva-mate no município de Arvorezinha (Rempel *et al.*, 2003), a discussão sobre a utilização de sensoriamento remoto e geoprocessamento para o zoneamento ambiental (Eckhardt *et al.*, 2007), proposta de zoneamento ambiental para a bacia hidrográfica do rio Taquari (bacia esta onde está inserido o Vale do Taquari (Lima *et al.*, 2007), o zoneamento ambiental com base na proposta metodológica da EMBRAPA (Eckhardt *et al.*, 2008) entre outros.

O zoneamento ambiental, apenas considerando as áreas de proteção previstas em lei e na metodologia proposta pela EMBRAPA (Ramalho Filho & Beek, 1995) preserva prioritariamente as áreas ao longo dos cursos de água e em declividades superiores a 100% (45<sup>o</sup>). No entanto, a importância ecológica de áreas que não estão situadas nos parâmetros estabelecidos na Lei não são protegidas. A conceituação de conflito ambiental adotada considera como risco toda e qualquer ação ou situação que extrapole a resiliência ecossistêmica, não possibilitando o restabelecimento natural das condições de equilíbrio do meio (Eckhardt *et al.*, 2007).

Por isso, a elaboração de zoneamento ambiental com base em teoria da ecologia de paisagem poderá ser utilizado visando ao desenvolvimento sustentável, uma vez que apontará área de risco ambiental, áreas sem risco, com aptidão agrícola e áreas em conflito com a legislação. Desta forma a tomada de decisão não se baseará apenas na questão legal e sim será valorada por parâmetros ambientais que demonstrem a necessidade de conservação, ou não, do ambiente em questão.

Assim, a presente proposta metodológica objetiva mostrar um caso de aplicação da ecologia de paisagem, em meso escala, que qualifica o zoneamento ambiental proposto pela legislação e metodologias vigentes.

# 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

## 1.1. Sustentabilidade

Ao se discorrer sobre o papel do Poder Público na definição dos rumos a serem adotados de modo a se alcançar um nível satisfatório de desenvolvimento econômico e social, percebe-se de imediato a relevância das questões ambientais. Observa-se claramente que ao trato da questão ambiental, por afetar direta ou indiretamente todas as outras áreas da administração pública, deve ser atribuída uma grande importância no processo de desenvolvimento. Dessa maneira, seria desejável que se estabelecesse um relacionamento mais harmonioso entre o crescimento econômico e a qualidade ambiental.

Não se trata, entretanto, de adotar um posicionamento favorável ao meio ambiente ou ao desenvolvimento isolados mas, de maneira oposta, o que se propõe é que a escolha seja feita entre modos de desenvolvimento sensíveis ao meio ambiente. Esse, aliás, é um dos princípios encontrados na Agenda 21, onde lê-se que a preocupação, tanto em relação ao uso da terra como dos recursos naturais, implica na gestão compartilhada e em corresponsabilidade dos diferentes atores sociais no processo de conservação e uso dos recursos naturais (Brasil, 2002).

Nas palavras de Sachs (1993), isso não significa que se deva buscar esse objetivo mediante a transformação de milhões de quilômetros quadrados de terra em parques nacionais ou reservas ecológicas de proteção absoluta, sem considerar as necessidades imediatas de populações locais e o potencial de ecodesenvolvimento dessas áreas. Ao concluir o raciocínio, o autor ainda afirma que o não-desenvolvimento não é, de modo algum, uma solução para o mau-desenvolvimento.

É possível identificar, no aumento do interesse em relação às questões ambientais observado nas décadas mais recentes, a existência de um questionamento a modelos de desenvolvimento econômico que consideram a



natureza somente como fonte de recursos a serem explorados, sem considerar a necessidade de sua conservação (Barbieri, 1997). Modos de organização econômica predadores dos recursos finitos da natureza revelam-se, cada vez mais, insustentáveis (Cavalcanti, 2001). À medida em que novos conceitos e novos valores são incorporados pelos cidadãos, aumenta também a pressão exercida nos tomadores de decisão (*decision makers* – notadamente nesse caso, os participantes do Poder Público) para que seja adotada uma nova postura no trato das questões ambientais.

Ao aceitar enfrentar este desafio é preciso que os atores envolvidos no processo decisório percebam, num primeiro momento, que a execução de políticas ambientais e econômicas sérias não são, de maneira alguma, mutuamente exclusivas (a bem da verdade, é praticamente impossível que uma decisão de ordem econômica possa ser tomada sem que traga implicações para o meio ambiente, e nenhuma alteração ambiental pode ocorrer sem que ocorra impacto na economia).

A expansão não planejada e o modo como a cidade ordena seu próprio território não podem mais ser entendidos, nas palavras de Porto & Menegat (2004), dentro dos cânones conceituais dos planos diretores urbanos. Essas funções e formas podem ser melhor entendidas quando agrupadas e hierarquizadas à luz de conceitos como metabolismo urbano, desenvolvimento sustentável e àqueles de Ecologia de Paisagem.

Um aspecto a ser considerado por parte dos representantes do Poder Público, fundamental para o estabelecimento de um novo conjunto de políticas para o desenvolvimento, refere-se à necessidade de inclusão, no processo decisório, de fatores que busquem a manutenção e, se possível, a melhoria da qualidade do meio circundante. De acordo com Cavalcanti (2001), na montagem de uma sociedade sustentável, a política de desenvolvimento não poderia desprezar de modo algum as relações entre o Homem e a Natureza (embora não haja esta dicotomia, uma vez que o Homem é parte integrante da Natureza) que ditam o que é possível frente ao que é desejável. Em outras palavras, se o que se procura é uma compatibilização entre o crescimento econômico e a qualidade ambiental – condições essenciais para a sustentabilidade – as limitações impostas pelo ambiente devem ser consideradas (e observadas) pelos administradores, quando da implementação e execução de suas políticas de desenvolvimento econômico.

Dentre os diversos setores sobre os quais o Poder Público tem o dever de atuar – todos eles possuidores de uma importância destacada – e, considerando a necessidade de compatibilização entre o crescimento econômico e a qualidade ambiental, um dos mais importantes é o que trata do ordenamento territorial, por cuidar de uma questão básica ao desenvolvimento das atividades (qual seja a definição dos locais em que estas atividades serão implantadas).

Responsável pelo disciplinamento do uso da terra e pela oferta de condições adequadas para a instalação dos empreendimentos, não cabe mais ao Poder Público aceitar que argumentos do tipo “geração de empregos” e “aumento de arrecadação”, ainda que possuidores de um forte apelo midiático, justifiquem a inobservância das limitações impostas pelo ambiente. Mesmo porque, a inexistência de uma contabilidade que considere o valor dos bens e serviços ambientais<sup>1</sup> contribui de maneira significativa para que o raciocínio dos administradores públicos fique restrito ao aparente ciclo “aumento da capacidade produtiva - acumulação de capital - desenvolvimento econômico e social”.

Sobre esse aspecto, o comentário de Merico (1996) mostra que grande parte dos problemas enfrentados pela humanidade estão interligados. Queda da produtividade econômica, queda da qualidade de vida e degradação do capital natural possuem vínculos muito estreitos.

É um processo semelhante ao que Almeida *et al.* (1999) denominam crise dentro da crise. Para os autores, o atual modelo de desenvolvimento apresenta problemas na base energética de sustentação da produção, o que afeta o custo da produção e a circulação no mercado dos bens e do capital. A crise econômica retroalimenta a crise energética, surgindo também a crise ambiental, desencadeada a partir da implantação do modelo econômico vigente, que se incorpora às outras duas, formando outro complexo interativo de retroalimentação crescente.

A difusão alcançada pela expressão desenvolvimento sustentável desde a publicação do Nosso Futuro Comum (WCED, 1987), parece sugerir que ela esteja sendo bem entendida e amplamente aplicada, uma vez que, segundo este relatório, o desenvolvimento sustentável é aquele que garante o atendimento das

---

1 “Bens e serviços ambientais” é uma classificação especial que surgiu para incrementar e incentivar o uso e o comércio internacional de tais bens, a partir do momento em que poderiam ser beneficiados com vantagens tarifárias e não tarifárias (restrições ambientais e sanitárias) (Häsner & Shiki, 2008)

necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras atenderem também as suas. Contudo, vários estudos revelaram que não está acontecendo nem uma coisa, nem outra. Porto & Menegat (2004) constatam, a partir de um seminário realizado em Porto Alegre, em 1999, que poucos municípios têm implementado a Agenda 21 e estabelecido metas de desenvolvimento sustentável. Além disso, há uma confusão no uso do conceito de desenvolvimento sustentável. Para Schultz (2006), o conceito para desenvolvimento sustentável, apresentado no relatório WCED, traduz a prioridade de satisfazer as necessidades das camadas mais pobres da população e de minimizar os impactos dos modelos vigentes de produção sobre o meio ambiente, a partir da revisão das limitações impostas pelas tecnologias e pelas organizações sociais. Já Satterhwaite (2004) enumera uma grande quantidade de usos, como economia sustentável, cidade sustentável, empresa sustentável etc. Porém, para Hardoy *et al.* (1992), a palavra desenvolvimento nessa expressão indica a satisfação das necessidades humanas dos cidadãos que habitam uma cidade. Já a palavra sustentável refere-se ao não esgotamento do capital ambiental. Portanto, o desenvolvimento urbano pode não estar relacionado nem com a satisfação das necessidades humanas, pois cada vez mais grandes contingentes humanos não têm acesso aos serviços básicos, nem tampouco com um ambiente saudável, pois aumenta a pressão sobre áreas naturais e a qualidade dos elementos abióticos.

Para Merico (1996), sustentabilidade significa tornar as coisas permanentemente disponíveis ou duráveis. Desenvolvimento sustentável significaria, então, discutir a permanência ou durabilidade da estrutura de funcionamento de todo o processo produtivo. Para tanto, segundo o autor, uma das condições fundamentais é a manutenção ou aumento do estoque de capital natural, o que garantiria a possibilidade do meio ambiente continuar desempenhando sua função complementar no sistema econômico. Estas funções incluem o suprimento direto de recursos naturais (matéria-prima) para o processo de produção, o fornecimento de serviços ambientais de suporte à vida (ciclos biogeoquímicos, regulação climática etc.), a capacidade de assimilação dos resíduos oriundos do processo produtivo e, ainda, como fonte direta de bem-estar através da utilização da natureza para apreciação, contemplação, recreação etc.

Uma associação comum, embora equivocada, é feita entre desenvolvimento e crescimento econômico, o qual dependeria do aumento no consumo de energia e recursos naturais. Segundo Daly (1991), não se deve confundir crescimento (expansão) com desenvolvimento (realização de um potencial). Esse tipo de equívoco tende a conduzir à insustentabilidade, à depleção dos recursos naturais essenciais, dos quais dependem não somente o próprio crescimento econômico, como também a existência do ser humano e da diversidade biológica. Uma vez que crescimento significa sempre alguma forma de degradação do meio ambiente (Georgescu-Roegen, 1974, *apud* Cavalcanti, 2001), o processo econômico deve se servir da natureza de um modo mais duradouro do que tem mostrado a prática atual.

Para Binswanger (2001), o conceito de desenvolvimento sustentável deve ser aplicado como uma alternativa ao conceito de crescimento econômico, o qual está associado a crescimento material, quantitativo, da economia. Segundo suas palavras, isso não quer dizer que, como resultado de um desenvolvimento sustentável, o crescimento econômico deva ser totalmente abandonado. Segundo o autor, sendo a natureza a base essencial para o pleno desenvolvimento da economia moderna, bem como para as vidas das gerações presentes e futuras, desenvolvimento sustentável significa qualificar o crescimento e reconciliar o desenvolvimento econômico com a necessidade de se preservar o meio ambiente. Não são mais aceitáveis políticas de desenvolvimento calcadas em argumentos apenas quantitativos, buscando um crescimento econômico que, muitas vezes, nada tem a ver com desenvolvimento em sentido verdadeiro que resulte numa melhor qualidade de vida para seus agentes. Diversos autores, ao discorrerem sobre a sustentabilidade, pregam a necessidade de uma efetiva modificação no atual modelo de desenvolvimento econômico que possibilite a inclusão, nos processos econômicos, de critérios de caráter ambiental, principalmente baseados em questões que abrangem a bacia hidrográfica. Sem que isso ocorra, talvez a espécie humana esteja correndo um sério risco de sobrevivência (WCED, 1987; Sachs, 1993; Binswanger, 2001; Cavalcanti, 2001; Flavin, 2001). A opinião dos autores converge, ainda, no sentido de que a distribuição dos resultados obtidos pelo desenvolvimento é algo desejado e requerido pela sustentabilidade.

Para ser aplicado com sucesso, afirma Zhou (1998), o desenvolvimento sustentável deve trazer a perspectiva de que um ambiente saudável é essencial para

uma economia próspera. Tal enfoque encara sociedade, economia e ambiente como elementos essenciais de um sistema, que se suportam mutuamente. Cada elemento deve ser considerado prioritário na tomada de decisões, fazendo com que as ações sejam baseadas numa estratégia de antecipar e prevenir. Para o desenvolvimento sustentável também é necessário que os recursos do ambiente devam ser examinados tanto pelo seu valor atual quanto futuro, baseado nos princípios de vida dentro de parâmetros ecológicos globais de longo prazo.

A fim de que uma sociedade possa assegurar para si um ambiente saudável e, dessa forma, alcançar a sustentabilidade existe a necessidade de se reconsiderar a gestão ambiental municipal (Buström & Korhonen, 2001). Dentre os diferentes aspectos da gestão ambiental municipal contemporânea encontra-se a gestão ambiental territorial, relacionada com o planejamento e gerenciamento territoriais, que envolve a gestão dos recursos naturais (água e solo) dentro do território do município.

Há que se considerar a necessidade da existência de uma estrutura adequada que permita aos administradores municipais utilizarem de maneira apropriada os diferentes instrumentos de política ambiental disponíveis, considerando fundamentalmente aspectos relacionados à qualidade das informações com as quais se pretende trabalhar, observando o fato de que as informações produzidas são totalmente dependentes da qualidade dos dados de entrada utilizados no processo.

Para Souza (2000), uma das mais importantes etapas da gestão ambiental é cumprida pela caracterização ambiental, responsável pela indicação das vocações e suscetibilidades naturais dos fatores ambientais em conjunto. Observa o autor que a caracterização ambiental proporciona uma visão pró-ativa dos projetos a serem implementados, afinal, tendo em mãos o conhecimento relativo às características do meio ambiente e da atividade a ser implantada, é possível proceder-se a uma análise ambiental de caráter preventivo, que busque determinar a viabilidade ambiental do empreendimento em questão.

De posse dessas informações – a caracterização do meio ambiente e da atividade a ser implantada – é possível a análise de um ponto essencial no estudo de viabilidade ambiental: o binômio tipologia-localização. Dessa forma, ainda de acordo com Souza (2000), o planejamento da ocupação do espaço geográfico deve se basear no reconhecimento das potencialidades e fragilidades dos fatores físicos,

biológicos e antrópicos que compõem o meio ambiente ante as características e especialidades das atividades a serem acomodadas.

O uso da terra não pode comprometer as funções ecológicas nem os ciclos existentes. Segundo Begossi (2001), esta questão está intimamente relacionada ao conceito de capacidade de suporte da ecosfera. Sendo assim, as políticas de governo para o desenvolvimento sustentável devem procurar acima de tudo admitir as limitações impostas pelo meio e aceitar a impossibilidade de se obter um crescimento infinito (Cavalcanti, 2001).

Filet (1995) define como capacidade de suporte do ambiente a sua habilidade em acomodar, assimilar e incorporar um conjunto de atividades antrópicas sem modificar suas funções naturais em termos de produtividade primária e, ainda assim, proporcionar padrões de vida aceitáveis às populações que habitam esses ambientes.

A expressão uso da terra pode ser entendida como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem. O levantamento do uso da terra é de grande importância, na medida em que os efeitos do uso desordenado causam deterioração no ambiente (Pachêco & Ribas, 1998).

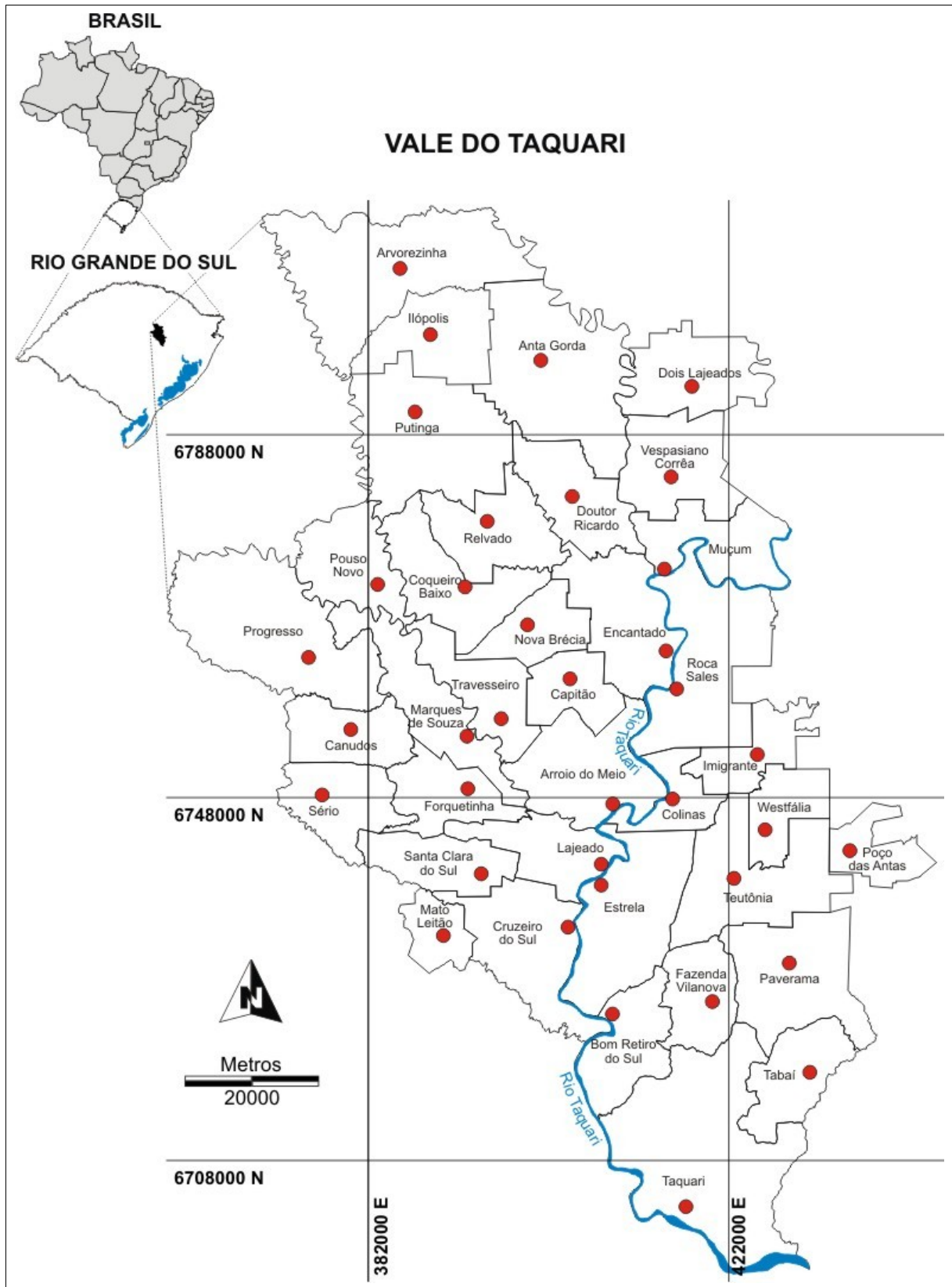
O levantamento do uso da terra numa dada região, tornou-se um aspecto fundamental para a compreensão dos padrões de organização espacial da paisagem. Entretanto, as medidas para o planejamento ambiental têm sido, até recentemente, baseadas apenas em informações fragmentadas das consequências ambientais resultantes. Isto ocorria devido à inexistência de registros confiáveis sobre as condições de uso da terra, não permitindo, portanto, a avaliação das alterações provocadas pelo homem (Pachêco & Ribas, 1998).

O conhecimento atualizado da distribuição e da área ocupada pela agricultura, vegetação natural, áreas urbanas e edificadas, bem como informações sobre as proporções de suas mudanças, são cada vez mais necessárias aos legisladores e planejadores. Desse modo, existe a necessidade de atualização constante dos registros de uso da terra, para que suas tendências e cenários possam ser analisados. Neste contexto, o sensoriamento remoto constitui-se numa técnica de grande utilidade, permitindo, em curto intervalo de tempo, a obtenção de uma grande quantidade de informações a respeito de registros de uso da terra (Santos *et. al.*, 1981).

A estrutura de uma paisagem pode ser modificada quando o regime de perturbação é alterado por mudança climática ou influência humana. Contudo, muito pouco é conhecido a respeito de como esta se apresentará após uma perturbação. A análise de mapas temáticos é uma das formas para estudar as alterações que ocorrem na estrutura da paisagem em um determinado período de tempo (Gustafson, 1998).

Neste contexto, as atividades de monitoramento com o objetivo de atualizar as informações sobre o uso e ocupação da terra, são extremamente relevantes na medida em que são evidenciados o uso desordenado e o grau de degradação ambiental da paisagem. O conhecimento do uso e ocupação da terra torna-se cada vez mais importante na medida em que se planeja superar os problemas do desenvolvimento, bem como em reduzir a deterioração da qualidade ambiental (Anderson *et al.*, 1979).

Embora se saiba que, dentre as unidades de observação e análise da paisagem, a bacia hidrográfica é a mais utilizada (Argento & Cruz, 1996), Ranieri (2000) apresenta algumas justificativas para a adoção de limites municipais como unidade territorial básica para a execução do zoneamento ambiental, ao afirmar que há uma convergência entre os autores no sentido da adoção de espaços territoriais não muito extensos – para evitar excessivas generalizações e permitir a participação dos atores sociais envolvidos – e com autonomia administrativa, para tornar possível a execução das políticas públicas. Nesse caso, considera-se que não seria muito eficiente se o zoneamento ambiental fosse elaborado para um território que apresentasse diretrizes administrativas diferentes (como poderia ser o caso de uma bacia hidrográfica que englobasse mais de um município, por exemplo. O presente trabalho apresenta uma proposta metodológica de zoneamento ambiental para a região do Vale do Taquari (figura 1), localizada na região Centro-Leste do estado do Rio Grande do Sul.



**FIGURA 1 - Localização da área de estudo – Vale do Taquari**



## 1.2. Zoneamento

Para a realização de um diagnóstico ambiental que possibilite aos tomadores de decisão elaborarem seus planos de desenvolvimento é necessário a elaboração de zoneamentos ambientais.

Zoneamento, segundo Santos (2004) é a compartimentalização de uma região em porções territoriais, obtida pela avaliação dos atributos mais relevantes e suas dinâmicas. Cada compartimento é apresentado como uma área homogênea, ou seja, uma zona (ou unidade de zoneamento) delimitada pelo espaço, com estrutura e funcionamento uniforme. Cada unidade tem, assim, alto grau de associação entre si, com variáveis solidamente ligadas, mais significativa diferença entre ela e os outros compartimentos. Isso pressupõe que o zoneamento faz uma análise por agrupamentos passíveis de ser desenhados no eixo horizontal do território e numa escala definida.

Este conceito, ainda segundo Santos (2004) exprime de forma muito clara que, para promover um zoneamento, o planejador deve reconhecer, suficientemente, a organização do espaço e sua totalidade e as similaridades dos elementos componentes de um grupo. Ao mesmo tempo, deve perceber claras distinções entre os grupos vizinhos, fazendo uso de uma análise múltipla e integradora. É através desse exercício de agrupar e dividir que se obtém a integração das informações e o diagnóstico da região planejada.

A realização de um zoneamento é, antes de tudo, um trabalho interdisciplinar predominantemente qualitativo, mas que lança mão do uso de análise quantitativa, dentro de enfoques analítico e sistêmico. Em um planejamento ambiental, as zonas costumam expressar as potencialidades, vocações, fragilidades, suscetibilidades, acertos e conflitos de um território (Santos, 2004).

Por vezes, comete-se o erro de fazer-se um zoneamento no qual determinadas zonas são demarcadas por uma única atividade ou processo dominante e não pela integração de dados comuns a todas as zonas. Sem integração, o resultado não é representativo do meio e, portanto, não se destina a planejamento ambiental. Um outro erro é adotar-se como sinônimos planejamento e zoneamento. O zoneamento é uma estratégia metodológica que representa uma etapa do planejamento. O zoneamento define espaços segundo critérios pré-

estabelecidos, enquanto o planejamento estabelece diretrizes e metas a serem alcançadas dentro de um cenário temporal para esses espaços desenhados.

Assim como o planejamento, o zoneamento também é frequentemente adjetivado, dando uma conotação específica às respostas esperadas (quadro 1). Independentemente dos adjetivos associados aos zoneamentos, todos têm um resultado em comum – a delimitação de zonas definidas a partir de uma homogeneidade determinada por critérios pré-estabelecidos.

#### QUADRO 1 - Exemplos de tipos de zoneamentos

Previstos na Legislação Brasileira	Não previstos na Legislação Brasileira
Agroecológico	Agrícola
Ambiental*	Agropedoclimático
Ecológico-econômico (ZEE)*	Climático
Estatuto da terra	Ecológico*
Industrial	Edafoclimático por cultura agrícola
Ruído	Geoambiental*
Unidades de conservação (Lei SNUC)*	Locação de empreendimentos
Urbano	
Uso e atividades (GERCO)	
(*) zoneamentos comumente utilizados em planejamento ambiental	

Fonte: Santos, 2004

Sob o ponto de vista metodológico, pode-se generalizar que o zoneamento geoambiental baseia-se na teoria de sistemas, o ecológico é desenvolvido a partir do conceito de unidades homogêneas da paisagem; o agrícola define zonas a partir da determinação das limitações das culturas, exigências bioclimáticas e riscos de perdas de produção agrícola; o zoneamento agropedoclimático trabalha sobre a abordagem integrada entre as variáveis climáticas, pedológicas e de manutenção da biodiversidade e o agroecológico, pela aptidão agrícola e limitações ambientais, tanto para o meio rural como florestal. O zoneamento destinado à localização de empreendimentos define zonas de acordo com a viabilidade técnica, econômica e ambiental de obras civis; o urbano e industrial, em função da potencialidade ou fragilidade do meio para suportar tipos específicos de empreendimentos ou atividades, do ruído em relação aos prováveis danos à saúde e o Estatuto da Terra (Lei 4.504 de 30/11/64, Decretos 55.891 de 31/03/65 e 68.153 de 01/02/71) sob a perspectiva das características socioeconômicas e da estrutura agrária. O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC (Lei 7.661, de 16/05/1988) identifica e orienta o uso dos recursos comuns à zona costeira, visando simultaneamente à

proteção de seu patrimônio. A proposta metodológica para Unidades de Conservação (Lei 9.985 de 18/07/00) define as unidades ambientais basicamente em função dos atributos físicos e da biodiversidade, sempre com vistas à preservação ou conservação ambiental.

O zoneamento ecológico-econômico subsidia a formulação de políticas territoriais em todo o País voltadas para a proteção ambiental, à melhoria das condições de vida da população e à redução dos riscos de perda de capital natural. Estabelece zonas de planejamento a partir da avaliação sistêmica dos elementos naturais e socioeconômicos e dos fundamentos jurídicos e institucionais. O resultado é a elaboração de normas de uso e ocupação da terra e de manejo dos recursos naturais sob uma perspectiva conservacionista e de desenvolvimento econômico e social. Na última década, ele tem sido adotado pelo Governo Brasileiro como o instrumento principal de planejamento. Sua visão sistêmica propicia a análise de causa e efeito, permitindo estabelecer as relações de dependência entre os subsistemas físico, biótico, social e econômico. O zoneamento ecológico-econômico compreende quatro atividades: técnica – formula um banco de dados e informa sobre o território, definindo áreas prioritárias e prognósticos; política – propicia interação entre governo e sociedade civil para estabelecer áreas prioritárias no planejamento; administrativa-legal – refere-se aos arranjos institucionais; e mobilização social – referente à participação pública.

O zoneamento ambiental no Brasil (Lei 6.938, de 31/08/81 – anexo 1) ou Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil – ZEE (Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002, anexo 2) prevê preservação, reabilitação e recuperação da qualidade ambiental. Sua meta é o desenvolvimento socioeconômico condicionado à manutenção, em longo prazo, dos recursos naturais e melhoria das condições de vida do homem. O ZEE trabalha, essencialmente, com indicadores ambientais que destacam as potencialidades, vocações e fragilidades do meio natural. Pela sua própria concepção, é muito usado pelos planejadores ambientais.

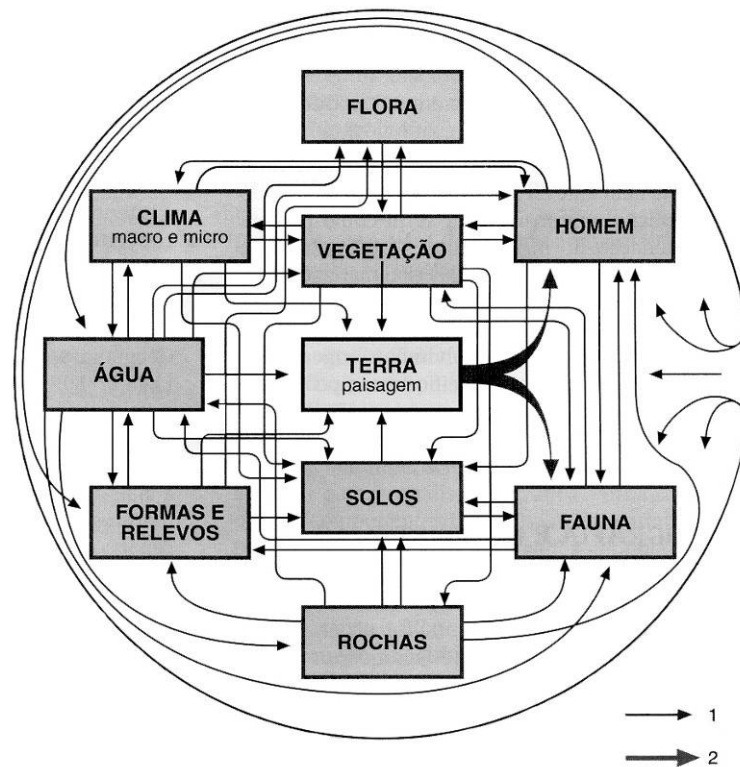
A elaboração de um zoneamento ambiental para o território de uma região requer, num primeiro momento, a definição clara do quê se pretende alcançar. Sendo assim, uma questão fundamental a ser ponderada diz respeito à escala de trabalho – que não pode ser muito pequena a ponto de inutilizar as informações produzidas (em função do baixo nível de detalhamento), e nem muito grande a ponto de desvirtuar o

zoneamento elaborado (que, num primeiro momento, não deve ter a preocupação de responder a questões pontuais, como qual seria o local ideal para a instalação de um empreendimento, mas sim fornecer indicativos a respeito de regiões ou áreas pertencentes ao território avaliado, com relação à capacidade do meio ambiente em suportar possíveis impactos advindos de eventuais atividades que vierem a se instalar).

A elaboração de zoneamento ambiental com base em teoria da ecologia de paisagem, conforme apresentado no presente trabalho, poderá ser utilizado visando ao desenvolvimento sustentável, uma vez que apontará área de risco ambiental, áreas sem risco, áreas com aptidão agrícola e áreas em conflito com a legislação. Desta forma a tomada de decisão não se baseará apenas na questão legal e sim será valorada por parâmetros ambientais que demonstrem a necessidade de preservação, ou não, do ambiente em questão.

### **1.3. Ecologia de Paisagem**

Segundo Bertrand (1968), a paisagem é definida como uma determinada porção do espaço que resulta da combinação dinâmica dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, os quais interagindo dialeticamente uns sobre os outros formam um conjunto único e indissociável em perpétua evolução. Para Zonneveld (1979), a paisagem é como uma parte da superfície terrestre abrangendo um complexo de sistemas caracterizados pela atividade geológica, da água, do ar, de plantas, de animais e do homem e por suas formas fisionômicas resultantes, que podem ser reconhecidos como entidades. A Figura 2 apresenta um modelo de paisagem no contexto ecológico, proposto por Zonneveld.



**FIGURA 2 - Modelo de paisagem no contexto ecológico. As linhas assinaladas em 1 indicam relações de dependência em graus diversos, enquanto que a linha em 2 indica as duas principais retroalimentações (adaptado de Zonneveld, 1979) (Christofolletti, 2002)**

Uma paisagem é definida por Forman & Godron (1986) como uma região, onde um conjunto de área, manchas (*patches*) em interação sistêmica, se repete de forma similar. Para Metzger (2001) paisagem é um conjunto de unidades naturais, alteradas ou substituídas por ação humana, que compõe um intrincado, heterogêneo e interativo mosaico.

A ecologia de paisagem é um ramo da Ecologia, cujos resultados provêm da inter-relação entre o homem e a paisagem (Porto & Menegat, 2004). Ela possibilita que a paisagem seja avaliada sob diversos pontos de vista, permitindo que seus processos ecológicos possam ser estudados em diferentes escalas temporais e espaciais, o que justifica as variadas definições que, na atualidade, têm-se de paisagem (Risser, 1987 *apud* Turner, 1987). A interação, para Primack & Rodrigues (2001) dos padrões espaciais, fica evidente na disciplina de ecologia da paisagem.

O termo Ecologia da Paisagem, como hoje é trabalhado, foi utilizado pela primeira vez por Troll em 1939, ao estudar questões relacionadas ao uso da terra por meio de fotografias aéreas e interpretação das paisagens. Para Zonneveld (1990), a Ecologia da Paisagem de Troll (1971) foi uma tentativa de casamento entre a Geografia (paisagem) e a Biologia (Ecologia). Assim, depois de discussões em congressos científicos, ficou definido que a Ecologia da Paisagem seria uma ciência holística, considerando-se o termo “holístico” como uma total integração do natural com o elaborado pelo homem (Zonneveld, 1982 *apud* Naveh, 2000).

A Ecologia da Paisagem é vista na Europa como uma base científica para o planejamento, manejo, conservação, desenvolvimento e melhoria da paisagem. Ela sobrepujou os objetivos puramente naturais da bioecologia clássica e tem tentado incluir as áreas nas quais o ser humano é o centro da questão – sociopsicologia, economia, geografia e cultura (Naveh & Lieberman, 1984).

Sabe-se que ainda não há consenso sobre a utilização mais adequada dos conceitos da Ecologia da Paisagem. A escola norte-americana tende a excluir o homem das análises da paisagem, enquanto que a europeia inclui o ser humano em todos os estudos. Para Forman (1995) a ênfase das pesquisas de Ecologia da Paisagem deve ser dada nos processos naturais (relevo, solo, clima, água, fogo, planta e animal) e não nos aspectos das ciências sociais e das humanidades. Já Pearson (2002), considera que o adequado seja ensinar conceitos e técnicas em Ecologia da Paisagem utilizando mapas de cobertura da terra, interpretados sob a perspectiva de diferentes espécies (excluindo a humana), pois, sendo os mapas produtos humanos estes apresentam uma perspectiva antropocêntrica, tendendo a se reportarem às necessidades humanas e aos sistemas econômicos, como, por exemplo, ao uso da terra, ao arruamento, às cidades, aos limites políticos e, portanto, não refletem as características importantes da vida selvagem. Embora correndo o risco de fazer justamente o que Pearson considerava inadequado, a presente pesquisa apresenta uma abordagem de ecologia da paisagem como ferramenta de auxílio aos gestores, na tentativa de conservação ambiental e proteção de áreas que estão aptas, segundo a legislação, para uso intensivo e, no entanto, apresentam características ambientais que devam ser conservadas. Assim, utilizou-se parâmetros métricos para a determinação dessas áreas e assim, qualificar o zoneamento ambiental já realizado.

De acordo com Santos (2004), na última década, a teoria de Ecologia da Paisagem vem sendo utilizada no planejamento ambiental como um caminho integrador. Isto porque ela permite aplicar procedimentos analíticos que conduzem à observação, sistematização e análise combinada dos múltiplos elementos interatuantes no ambiente. Nesse caso, a paisagem é o objeto central da análise, observada como um conjunto de unidades naturais, alteradas ou substituídas por ação humana, que compõe o mosaico.

Por esta razão, muita ênfase tem sido dada no desenvolvimento de métodos para quantificar a estrutura da paisagem. A maior parte dos esforços de hoje têm sido empregados para sanar as necessidades de objetivos de pesquisa específicos e têm empregado programas de computador gerados pelo usuário para fazer as análises (Volotão, 1998).

Para um planejador que trabalha sob o enfoque da paisagem, expressar a heterogeneidade do espaço deve ser um trabalho cuidadoso, realizado em, pelo menos três aspectos: da estrutura, da função e das mudanças que, conforme as teorias da ecologia da paisagem apresentadas por Forman & Godron (1986), podem ser entendidas como:

a) estrutura: consiste na relação espacial entre ecossistemas distintos ou entre elementos presentes, mais especificamente, a distribuição de energia, materiais e espécies em relação ao tamanho, forma, números, tipos e configurações dos ecossistemas;

b) função: está relacionada com as interações entre elementos no espaço, representados pelos fluxos de energia, matéria e de espécies nos ecossistemas;

c) mudança: consiste nas alterações na estrutura e função dos mosaicos ecológicos no tempo.

A lógica é que a paisagem é um conjunto intrincado de ecótopos, definido pelo clima, tipos de terreno, cobertura vegetal e usos da terra. O homem influencia ou modifica o conjunto em curto espaço de tempo, mudando a estrutura e função pela geração de novo conjunto ou novo arranjo de ecótopos.

O olhar sobre a paisagem, segundo Santos (2004) deve ser feito em dois eixos: o horizontal, que define os padrões mutuamente relacionados entre unidades, e no vertical, que define os atributos de cada estrato. A heterogeneidade horizontal

(corológica) e vertical (topológica) nas paisagens é a essência da observação. Enquanto que nos métodos tradicionais de zoneamento, cada área de conhecimento (temas) seleciona um estrato para estudos e considera os demais como fatores de forma para seu próprio atributo, a ecologia da paisagem considera a heterogeneidade de uma área formada por todos os atributos como um objeto único de estudo.

Para Forman & Godron (1986), as paisagens possuem uma estrutura comum e fundamental, composta pelos elementos: fragmento, matriz e corredor. Os fragmentos são superfícies não lineares, que estão inseridas na matriz e diferem em aparência do seu entorno, variam em tamanho, forma, tipo de heterogeneidade e limites. Kotliar & Wiens (1990) complementam que os fragmentos são dinâmicos, ocorrem em diferentes escalas temporais e espaciais e possuem uma estrutura interna. A matriz representa o tipo de elemento com maior conectividade e que ocupa a maior extensão na paisagem e que, por esse motivo, tem maior influência no funcionamento dos outros ecossistemas (McGarigal *et al.*, 2002). Por exemplo, em uma paisagem dominada por pastagem, com fragmentos de diferentes tipos (vegetação florestal, cultura anual etc.), o elemento matriz será a pastagem. As matrizes que permitem a maior conectividade entre os fragmentos florestais são consideradas as de maior porosidade, fator que terá influência direta na conservação e preservação dos remanescentes florestais. Os corredores, por sua vez, são estreitas faixas, naturais ou antrópicas, que diferem da matriz em ambos os lados. A grande maioria das paisagens são, ao mesmo tempo, divididas e unidas por corredores (Farina, 1998).

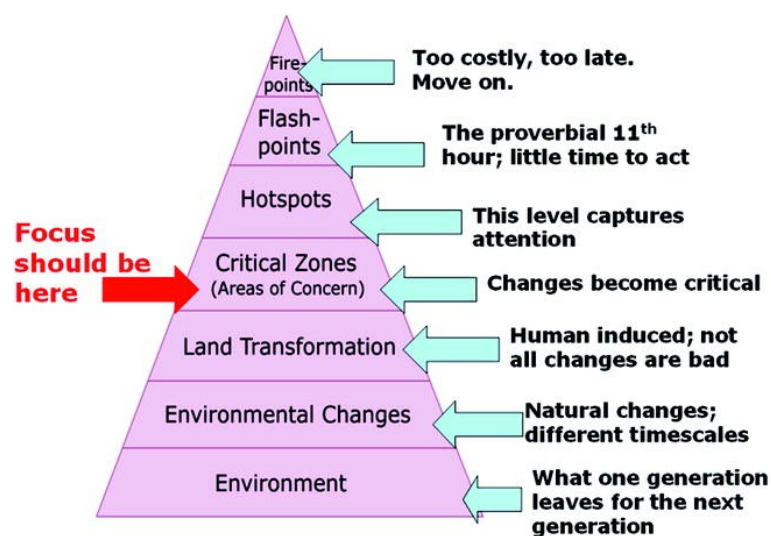
Segundo Harris (1984), os corredores, que são os grandes responsáveis pela conexão de fragmentos florestais naturais, aumentam a riqueza de espécies de animais em geral e contribuem para a dispersão das espécies arbóreas. A manutenção e a implantação de corredores, com vegetação nativa, são consideradas por Metzger *et al.* (1999) como uma das formas de amenizar as perdas causadas pela fragmentação, com a finalidade de favorecer o fluxo gênico entre os fragmentos florestais e servir como refúgio para a fauna. O autor coloca ainda que, a estrutura externa dos corredores, definida por sua largura e complexidade na distribuição espacial, é que irá determinar o acontecimento dos deslocamentos na paisagem.



Os corredores variam no comprimento e na função. Os corredores em linha são resultantes de atividades humanas, geralmente são estreitos e têm como função a movimentação de espécies de borda. Os corredores em faixas têm por função o movimento de espécies características do interior de um fragmento florestal e, na maioria dos casos, são grandes o bastante para apresentarem um efeito de borda e um micro ambiente em seu interior (Forman & Godron, 1986).

A característica mais marcante de uma paisagem fragmentada é o incremento de borda. Uma borda é definida ecologicamente como o local onde duas ou mais comunidades de plantas encontram-se ou ainda onde dois ecossistemas se encontram (Hanson, 1962 e Pianka, 1974). É na borda que a maior parte dos processos ligados à fragmentação geralmente se iniciam. Muitas consequências biológicas têm sido relatadas como resultado da criação de uma borda. Esta mudança afeta seriamente as condições microclimáticas da floresta até certa distância a partir da borda (Kapos, 1989). Estas mudanças, no entanto, não são permanentes e evoluem com o tempo à medida em que a borda se fecha devido ao crescimento da vegetação. Mudanças microclimáticas associadas à formação de bordas provavelmente são os fatores causadores que explicam alterações observadas na estrutura da floresta, na mortalidade de árvores e na mudança da comunidade vegetal. Exposição ao vento também pode causar sérios danos aos fragmentos, especialmente aos cantos de fragmentos que estão expostos dos dois lados (Malcom, 1994).

Muitas vezes o ambiente está degradado de tal forma que o custo para restauração ambiental é tão oneroso e de difícil sustentação que as pessoas teriam que aprender a viver dentro do novo limite de condições ecológicas criadas por essa degradação (Glantz, 2007). Esses ambientes intensamente degradados são denominados de *firepoints* (ponto de não retorno). No entanto, o grande fascínio é com os *hotspots*, que são as áreas prioritárias de conservação. Na pirâmide de *hotspots* das mudanças do meio ambiente, proposta por Glantz (2007), conforme observado na figura 3, percebe-se que é necessário estabelecer as áreas de preservação permanente e áreas de conservação antes que a paisagem esteja tão degradada, com tal índice de fragmentação, que a própria sustentabilidade ambiental esteja em risco (*firepoints*).



**FIGURA 3 - Pirâmide de *hotspots* das mudanças ambientais (Glantz, 2007)**

Com isso, a caracterização da estrutura da paisagem visa a desvendar as origens ou os mecanismos causais das texturas ou padrões, para com isso desenvolver modelos de paisagem que permitam verificar os *hotspots* evitando assim os *firepoints*. Para tanto, são necessários métodos quantitativos que liguem os padrões espaciais aos processos ecológicos em amplas escalas temporais e espaciais (Turner, 1990). Nesse sentido, ecólogos de paisagem desenvolveram diversos métodos e índices para a descrição da configuração espacial da paisagem, como os trabalhos de Bowen & Burgess (1981), Romme (1982), Forman & Godron (1986), Krummel *et al.* (1987), Gardner *et al.* (1987), Milne (1988), O'Neill *et al.* (1988), Turner (1990), Lagro (1991) e Porto & Menegat (2004).

#### **1.4. Ferramentas de Ecologia de Paisagem**

Para a realização do zoneamento ambiental à luz da ecologia de paisagem, são necessárias ferramentas que auxiliem na organização e manipulação da grande quantidade de dados. Sendo assim, não há como imaginar a execução deste estudo sem que se recorra aos recursos oferecidos pelos Sistemas de Informação Geográfica.

O termo Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento matemático (através de algoritmos computacionais) de dados geográficos (Davis & Fonseca, 2001). Como característica fundamental, um

SIG armazena a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica. Ainda, de acordo com Eastman (1997), o SIG pode ser entendido como um sistema de banco de dados que tem a capacidade de adquirir, guardar, manipular e mostrar dados referenciados espacialmente, utilizado como ferramenta na busca pela solução de problemas complexos em pesquisa, planejamento e gerenciamento.

Uma das áreas de maior sucesso na aplicação de SIG, segundo Goodchild (1993), tem sido a identificação de problemas ambientais, valendo-se de suas habilidades em mapeamento, processamento de dados e modelagem.

Dados geográficos possuem características peculiares que fazem com que sua modelagem seja mais complexa do que a de dados convencionais. Modelar os aspectos espaciais é de fundamental importância na criação de um banco de dados geográfico, principalmente porque se está lidando com uma abstração da realidade geográfica onde a visão, ou a percepção, que os usuários têm do mundo real pode variar, dependendo do que eles necessitam representar e do que eles esperam extrair desta representação (Borges, 1997 apud Davis Jr., 1999).

A possibilidade de combinar informação cartográfica e tabular, bem como embutir conhecimento específico ou subjetivo em uma análise, torna um sistema de geoprocessamento uma ferramenta especialmente útil para fins de planejamento. Pode-se entender o planejamento como a aplicação racional do conhecimento do homem ao processo de tomada de decisões para conseguir uma ótima utilização dos recursos, a fim de obter o máximo de benefícios para a coletividade (Santos & Nascimento, 1992).

De acordo com Batty & Densham (1996), o planejamento e o gerenciamento são baseados num processo genérico de resolução de problemas que inicia com a definição e descrição do problema, envolve várias formas de análise (as quais podem incluir simulação e modelagem), passa pela previsão e finalmente alcança a proposição de soluções e alternativas para o problema. Cada etapa deste processo é caracterizada pela tomada de decisões, uma vez que a implementação do plano ou da política escolhidos envolve esta sequência novamente, numa clara demonstração de sua interatividade.

No contexto do geoprocessamento, o processo de tomada de decisão envolve vários conceitos, aplicáveis ao estudo que se pretende realizar. Para Davis Jr.

(1999), uma decisão é uma escolha entre algumas alternativas, que surge após a observação de algum critério. Um critério é alguma base mensurável e avaliável utilizada para uma tomada de decisão, podendo ser um fator ou uma restrição. Um fator realça ou ameniza a aptidão de uma alternativa específica para um propósito em consideração e uma restrição limita as alternativas em consideração. Uma regra de decisão é o procedimento pelo qual critérios são combinados para uma determinada avaliação que visa a um objetivo específico.

A abstração de conceitos sobre objetos existentes no mundo real é uma parte importante da criação de sistemas de informação. Além disso, o sucesso da implementação de um sistema de informação é dependente da qualidade da transposição dos objetos do mundo real e suas interações para um banco de dados informatizado (Davis Jr., 1999). Novamente se percebe a importância da escala de trabalho e da qualidade dos dados utilizados para a geração de informações.

No entanto, apenas a aplicação de técnicas fornecidas pelos sistemas de informações geográficas, pode excluir várias análises sobre a situação da paisagem da região. Assim, a conjugação das ferramentas de sistemas de informações geográficas com a teoria de ecologia de paisagem, fornecerá um zoneamento mais acurado e ambientalmente condizente com a realidade.

De acordo com (Buström & Korhonen, 2001), o maior obstáculo às municipalidades em obter sucesso na gestão ambiental está na ausência de recursos, que pode simplesmente forçar as autoridades a sacrificar suas estratégias de planejamento futuro e atentar apenas aos casos críticos, que exigem uma solução imediata.

O uso da tecnologia de sistemas de informações geográficas e de ecologia de paisagem vem intensificar e aprimorar os estudos sobre localização de atividades, permitindo aos administradores municipais o direcionamento do crescimento dos municípios para regiões que possuam maior aptidão para receber os empreendimentos, ou seja, apresentam uma maior capacidade de assimilação dos possíveis impactos ambientais advindos dessas atividades, a um custo relativamente pequeno.

Como a Ecologia da Paisagem lida com a relação entre padrões espaciais e processos ecológicos, é necessário quantificar com precisão os padrões espaciais.

Uma das formas de quantificação é a utilização das chamadas “métricas da paisagem” ou “índices da paisagem” (Li & Wu, 2004). Exemplos de índices:

- Índices de vegetação;
- Índices de composição;
- Índices de disposição (diversidade espacial);
- Índices de fragmentação, isolamento, conectividade e de forma dos fragmentos.

Sem orientações teóricas, os ecólogos da paisagem são frequentemente “bombardeados” por numerosos índices e métodos estatísticos espaciais assim como de sistemas de informações geográficas e dados de sensores remotos.

Para Tonial (2003), um grande número de métricas consagradas por trabalhos de décadas vem sendo usado, de modo progressivo, para avaliar e quantificar o grau de fragmentação da paisagem. O *software* Fragstats apresenta um papel ímpar na área da ecologia da paisagem ao disponibilizar inúmeras métricas num único pacote. Entretanto, exige um conhecimento profundo na escolha das escalas e dos parâmetros relevantes para a análise espacial da paisagem (Volotão, 1998).

O Fragstats permite que ecólogos e outros pesquisadores quantifiquem a estrutura da paisagem e os padrões espaciais. O programa calcula índices espaciais estatísticos, por meio de técnicas analíticas de SIG, capazes de descrever o nível de uniformidade ou fragmentação dos fragmentos da paisagem, análise esta que é muito importante para a biodiversidade e os habitats de vida selvagem e vem pouco a pouco se tornando fundamental para estudiosos de florestas, de forma que estes podem quantificar o efeito que pode estar havendo em áreas específicas (Volotão, 1998).

O Fragstats pode ser visto como um conjunto de ferramentas auxiliares da análise espacial da paisagem, através de métricas que se dividem em três níveis: fragmentos, classes e paisagem, respectivamente. As diversas métricas podem ser classificadas em oito grupos de categorias: métricas de área, de fragmentos, de bordas, de forma, de área central (*core*), de contágio e mistura, de vizinho mais próximo e de diversidade. Algumas das métricas referem-se a simples repetição de valores fornecidos como parâmetros (como o PR, que é a percentagem de riqueza ou número de classes), e que a maior parte das métricas de classe são as mesmas

da paisagem, apenas adaptadas para englobar todas as classes – salvo as métricas de diversidade, que só estão presentes na paisagem (Volotão, 1998).

Os parâmetros métricos, apresentados na Tabela 1, para os fragmentos florestais utilizados no presente trabalho, gerados pelo Fragstats, foram: tamanho dos fragmentos (AREA); número de fragmentos de classe em 1 km<sup>2</sup> da paisagem (%) (PD); Percentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento (%) (LPI); Tamanho médio dos fragmentos (ha) (AREA-MN); Índice de forma médio ( $\geq 1$ , sem limite) (SHAPE-MN); Porcentagem da paisagem com área de interior (CPLAND) e Distância média do fragmento mais próximo (m) (ENN-MN) (McGarigal *et al*, 2002). Um protocolo para uso do Fragstat está apresentado no Apêndice 1.

**TABELA 1 - Índices para quantificar a estrutura da paisagem. As equações apresentadas referem-se a cálculos em imagens matriciais (formato raster)**

Parâmetro	Descrição das métricas	Fórmula
AREA	Tamanho dos fragmentos	$AREA = a_{ij} \left( \frac{1}{10,000} \right)$ $a_{ij} = \text{area (m}^2\text{) of patch } ij.$
PD	Número de fragmentos da classe em 1 km <sup>2</sup> da paisagem (%)	$PD = \frac{n_i}{A} (10,000)(100)$ $n_i = \text{number of patches in the landscape of patch type (class) } i.$ $A = \text{total landscape area (m}^2\text{)}.$
LPI	Percentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento (%)	$LPI = \frac{\max(a_{ij})}{A} (100)$ $a_{ij} = \text{area (m}^2\text{) of patch } ij.$ $A = \text{total landscape area (m}^2\text{)}.$
AREA-MN	Tamanho médio dos fragmentos (ha)	$MN = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij}}{n_i}$
SHAPE-MN	Índice de forma médio ( $\geq 1$ , sem limite)	$SHAPE = \frac{P_{ij}}{\min P_{ij}}$ $p_{ij} = \text{perimeter of patch } ij \text{ in terms of number of cell surfaces.}$ $\min p_{ij} = \text{minimum perimeter of patch } ij \text{ in terms of number of cell surfaces (see below).}$

Parâmetro	Descrição das métricas	Fórmula
CPLAND	Porcentagem da paisagem com área de interior	$PLAND = P_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} (100)$ <p> <math>P_i</math> = proportion of the landscape occupied by patch type (class) i.  <math>a_{ij}</math> = area (m<sup>2</sup>) of patch ij.  A = total landscape area (m<sup>2</sup>). </p>
ENN-MN	Distância média do fragmento mais próximo (m)	$ENN = h_{ij}$ <p> <math>h_{ij}</math> = distance (m) from patch ij to nearest neighboring patch of the same type (class), based on patch edge-to-edge distance, computed from cell center to cell center. </p>

Fonte: McGarigal *et al*, 2002

O valor do efeito de borda utilizado neste trabalho foi levando em conta somente a condição do meio, já que não se tem por objetivo estudar nenhuma espécie específica e por não ter dados como temperatura, insolação, vento, umidade, entre outros, de toda a área de estudo (McGarigal et al., 2002).

Essa visão do espaço é um salto de qualidade em relação ao zoneamento ambiental tradicional, pois, quando utilizada, reflete melhor a dinâmica das áreas estudadas e resulta na sugestão de medidas mais concretas de manejo, de aproveitamento e conservação dos recursos da terra.

## **2. ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO (ZEE) DO VALE DO TAQUARI**

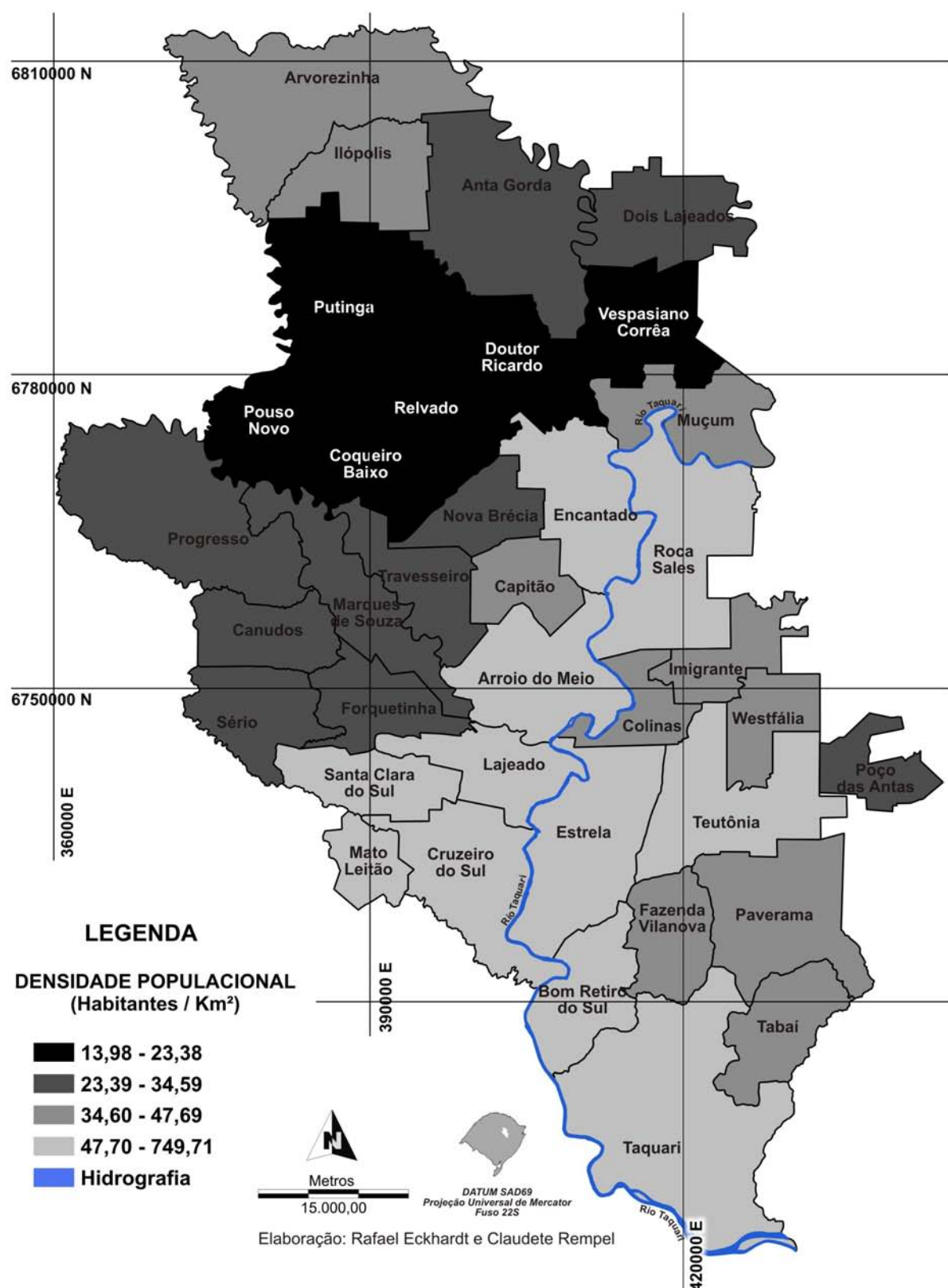
### **2.1. Caracterização e localização da área de estudo**

A área de estudo compreende a região geopolítica conhecida como Vale do Taquari, localizada na região Centro-Leste do estado do Rio Grande do Sul, composta por 37 municípios, numa área de 4.869,05km<sup>2</sup>, com 315.530 habitantes (IBGE 2006), cuja densidade populacional é de 65,7 hab/km<sup>2</sup> (Figura 4).

A maioria dos municípios do Vale do Taquari tem sua economia baseada na atividade primária, principalmente baseada na atividade agropecuária de cunho familiar. São exceção os municípios localizados às margens do rio Taquari, com destaque para Lajeado, Estrela, Taquari, Teutônia, Arroio do Meio e Encantado que apresentam considerável desenvolvimento industrial e comercial.

Esta região apresenta três características fisiográficas bem definidas: depressão, escarpa e planalto. A região do Vale do Taquari apresenta características fisionômicas muito particulares: uma parte dela está localizada na encosta inferior do Planalto Meridional, outra na Depressão Central Gaúcha e outra na região conhecida como Campos de Cima da Serra. A área localizada na encosta inferior do Planalto Meridional é caracterizada pelo esculpamento acentuado devido à dissecação provocada pelo curso inferior do Rio Taquari, formando assim pontos de grande aclave e porções com os típicos morros testemunhos. Originalmente desenvolvia-se nesta área a Floresta Estacional Decidual e Semi-Decidual, cuja superfície mapeada é de aproximadamente 31.000 km<sup>2</sup>, ocupando assim a maior parte da vertente sul do Planalto das Araucárias e as áreas dos terraços aluviais do rio Jacuí e seus respectivos afluentes. Os solos que se formam nestas encostas são muito utilizados para a silvicultura e fruticultura, principalmente devido às limitações quanto à declividade (IBGE, 1986).





**FIGURA 4 - Densidade populacional dos municípios do Vale do Taquari**

Uma pequena porção do Vale do Taquari localiza-se na região da Depressão Central Gaúcha, onde se formam terraços aluviais que também estavam cobertos pela Floresta Estacional Decidual, hoje muito modificados por ação antrópica e utilizados para plantio de sementes (IBGE, 1986).

## 2.2. Materiais & Métodos

A proposta metodológica para execução da caracterização ambiental na área de estudo foi elaborada numa base digital de informações, envolvendo o uso de cartas topográficas, elaboradas pela Diretoria do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro, Datum Córrego Alegre, coordenadas UTM – 22s (DSG, 1979), escala 1:50.000 (Tabela 2), o que classifica a caracterização como semi-detalhada - meso-escala (Foods and Agriculture Organization - FAO, 1986) e imagens ETM+ do satélite Landsat 7, compostas pelas bandas 3, 4 e 5, órbita-ponto 222/080 de 04/02/02, órbita-ponto 221/080 de 31/01/03 e órbita-ponto 221/081 de 31/01/03, com resolução espectral de 30m.

**TABELA 2 - Relação de cartas topográficas, Datum Córrego Alegre, coordenadas UTM - 22s, utilizadas para a realização do trabalho**

Folhas	Mapa Índice (MI)	Denominação	Escala
SH.22-V-B-IV-3	2934/3	Soledade – E	1:50.000
SH.22-V-B-IV-4	2934/4	Arvorezinha	1:50.000
SH.22-V-B-V-3	2935/3	Guaporé	1:50.000
SH.22-V-D-I-1	2951/1	Progresso	1:50.000
SH.22-V-D-I-2	2951/2	Nova Bréscia	1:50.000
SH.22-V-D-II-1	2952/1	Encantado	1:50.000
SH.22-V-D-II-2	2952/2	Bento Gonçalves	1:50.000
SH.22-V-D-I-3	2951/3	Sério	1:50.000
SH.22-V-D-I-4	2951/4	Marques de Souza	1:50.000
SH.22-V-D-II-3	2952/3	Lajeado	1:50.000
SH.22-V-D-II-4	2952/4	Garibaldi	1:50.000
SH.22-V-D-IV-1	2968/1	Santa Cruz do Sul	1:50.000
SH.22-V-D-IV-2	2968/2	Venâncio Aires	1:50.000
SH.22-V-D-V-1	2969/1	Estrela	1:50.000
SH.22-V-D-V-2	2969/2	Brochier	1:50.000

Folhas	Mapa Índice (MI)	Denominação	Escala
SH.22-V-D-VI-1	2970/1	Montenegro	1:50.000
SH.22-V-D-V-3	2969/3	Taquari	1:50.000
SH 22-V-D-V-4	2969/4	São Jerônimo	1:50.000

Fonte: Diretoria do Serviço Geográfico do Exército, 1979

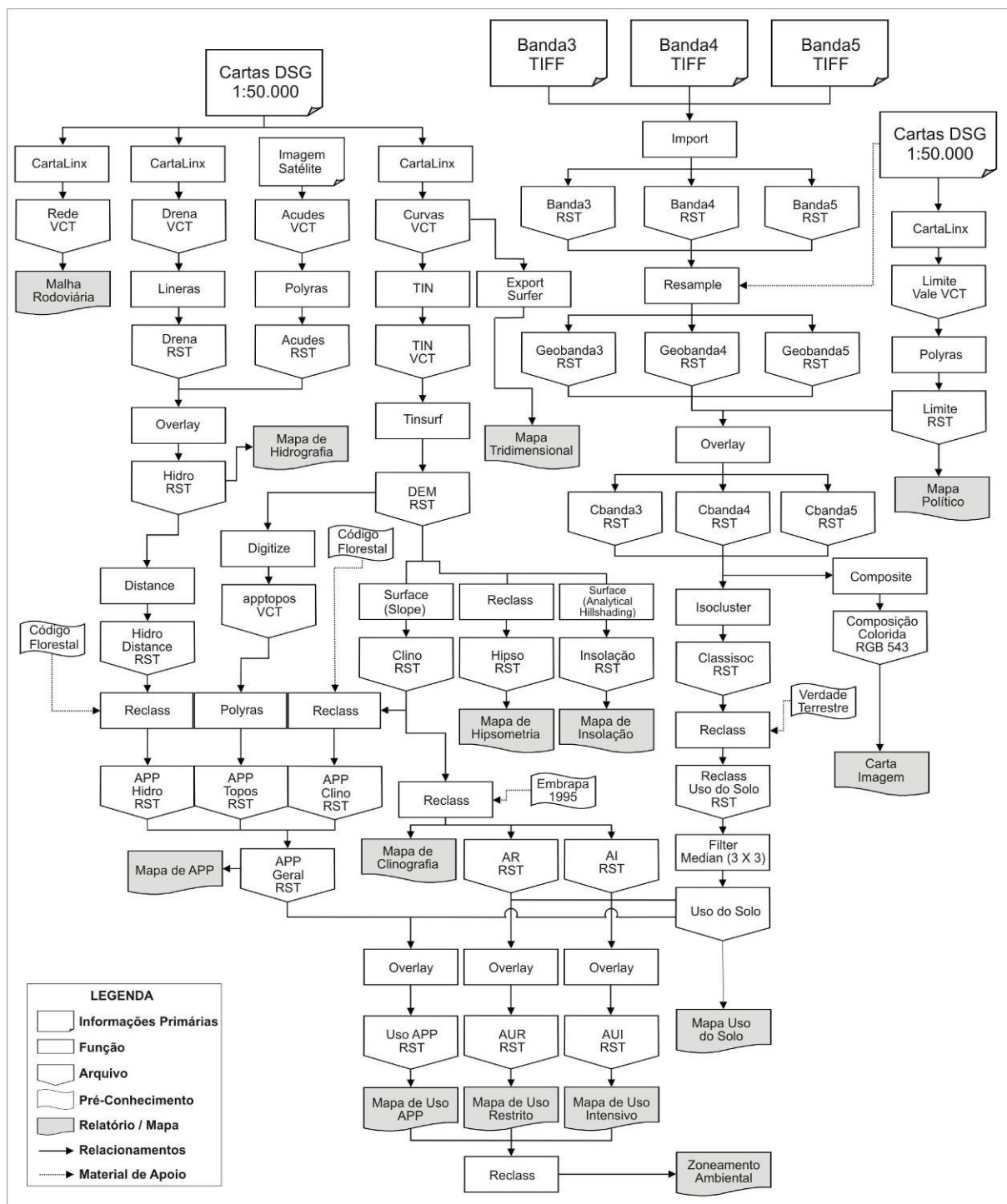
As cartas topográficas foram escaneadas em tamanho A4, georreferenciadas no Sistema de Informação Geográfica (SIG) Idrisi 32 (Eastman, 1997) e vetorizadas no *software* CartaLinx 1.2 (Hagan *et al.*, 1998), sendo dessa forma, passadas do formato analógico (impresso) para o formato digital (arquivo). Das cartas topográficas foram digitalizadas as curvas de nível, a malha rodoviária e a rede hidrográfica. Também foi utilizado o *software* AutoCAD 2004 para realizar correções necessárias na estrutura gráfica dos arquivos vetoriais. O editor gráfico CorelDRAW foi utilizado para a edição final dos mapas temáticos e das figuras utilizadas durante o desenvolvimento do trabalho. A caracterização e a análise ambiental foram baseadas no modelo operacional apresentado na Figura 5, envolvendo a elaboração, interpretação e análise dos mapas temáticos relacionados com as características da paisagem em estudo.

O SIG Idrisi foi utilizado para obtenção do cenário do uso e cobertura da terra, da área de estudo, servindo como ferramenta para o tratamento, interpretação e análise das imagens ETM+, do satélite Landsat 7, além de servir como apoio para conversão dos arquivos que foram utilizados por mais de um *software*. Outra atividade desenvolvida no SIG Idrisi foi o processamento dos arquivos vetoriais das curvas de nível, para gerar: modelo digital de elevação (DEM), hipsometria, clinografia e arquivos da hidrografia e malha viária, que deram origem aos respectivos mapas temáticos.

O arquivo vetorial da malha viária (Rede) gerou o mapa temático da “Malha Rodoviária”. O mesmo arquivo foi importado no *software* SPRING, e posteriormente foi estimado o comprimento da malha viária. A drenagem também teve o comprimento medido no *software* SPRING.

O “Mapa Político”, apresentando as divisas dos municípios que integram o Vale do Taquari foi obtido a partir da digitalização das cartas topográficas do DSG, utilizando o *software* CartaLinx. O arquivo *vetorial* “Limite Vale”, pela função *Poliras*, resultou no arquivo *raster* “Limite”. Cabe salientar que há alguns municípios que não

possuíam registro de limites municipais, para estes, o limite foi desenvolvido com base em demarcações feitas com GPS em campo.



**FIGURA 5 - Fluxograma descrevendo as etapas metodológicas envolvidas na elaboração dos mapas temáticos para caracterização, análise e diagnóstico ambiental da paisagem do Vale do Taquari (Adaptado de Tonial, 2003)**

Com base na Lei 4.771, 15/09/65, com redação alterada pela Lei 7.803, de 18/07/1989 (anexo 3), foi elaborado o “Mapa de APP”, a partir dos mapas da hidrografia, da hipsometria e da clinografia, de acordo com os critérios estabelecidos pelo Código Florestal Brasileiro. Este considera APP as florestas e demais formas de vegetação natural, situadas ao longo dos rios ou qualquer curso de água, desde o seu nível mais alto em uma faixa marginal variável (0,03 a 0,5km) em função da largura do curso e nas encostas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declividade. Com relação aos topos de morros, montes, montanhas e serras, foram consideradas APP o terço de superior de topos de morros e das encostas.

Os açudes também foram identificados e digitalizados diretamente sobre as imagens de satélite. O arquivo vetorial “Acudes” juntamente com o arquivo vetorial “Drena” constitui o mapa temático da Hidrografia. O arquivo vetorial “Acudes”, pela função *Polyras*, do Idrisi, gerou um arquivo no formato *raster*, denominado Acudes. O arquivo vetorial “Drena”, pela função *Lineras* do Idrisi, gerou o arquivo *raster* “Drena”. Pelo módulo *Overlay* foram sobrepostos o arquivo “Acudes” e “Drena”, que resultou no arquivo *raster* “Hidro”. Este arquivo gerou o “Mapa de Hidrografia”.

O arquivo *raster* “Hidro” foi submetido à função *Distance*, que gerou o arquivo *raster* “Hidro Distance”. Este arquivo, com base na função *Reclass* e com o auxílio do Código Florestal, gerou um novo arquivo *raster* denominado “APP Hidro”, possibilitando a obtenção do relatório “Mapa APP Hidrografia”.

A digitalização das curvas de nível gerou o arquivo *vetorial* “Curvas”, o qual, pela função *TIN* (*triangulated irregular network* - grade triangular irregular), gerou o arquivo *vetorial* “TIN”. Este, pelo módulo *Tinsurf*, gerou o arquivo *raster* “DEM” (*Digital Elevation Model* - Modelo Digital de Elevação). Aplicando a função *Reclass* a este arquivo, obteve-se o arquivo *raster* “Hippo”, que originou o “Mapa de Hipsometria”. O arquivo “DEM”, a partir da função *Surface*, permitiu a elaboração do “Mapa de Insolação”. O arquivo *vetorial* “Curvas” foi exportado para o *software* Surfer, com o qual foi elaborado o “Mapa Tridimensional” do Vale do Taquari.

Ainda com base no arquivo “DEM”, aplicando a função *Surface*, obteve-se o arquivo *raster* “Clino”. De acordo com os critérios considerados em Ramalho Filho & Beek (1995), o arquivo “Clino”, pela função *Reclass*, originou o arquivo “Clino Reclass” e o “Mapa de Clinografia”.

O arquivo “Clino” também foi tratado pela função *Reclass*, de acordo com o Código Florestal Brasileiro, gerando o arquivo *raster* “APP Clino”. A APP dos topos de morros foi obtida a partir do DEM, pela função *Digitize*, gerando o arquivo vetorial “apptopos”. Este foi *rasterizado* pela função *Polyras*, gerando o arquivo “APP Topos”. A sobreposição dos arquivos *raster* “APP Clino”, “APP Hidro” e “APP Topos” pela função *Overlay*, gerou o arquivo *raster* “APP Geral” e o “Mapa de APP”.

Para obtenção do “Mapa de Uso APPs”, “Mapa de Uso Restrito” e “Mapa de Uso Intensivo”, foi necessária a obtenção do arquivo *raster* “uso da terra” da região em questão. Para isso, foram utilizadas as imagens ETM+, do satélite LandSat 7, compostas pelas bandas 3, 4 e 5, órbita-ponto 222/080 de 04/02/02, órbita-ponto 221/080 de 31/01/03 e órbita-ponto 221/081 de 31/01/03. Estas imagens foram importadas do formato TIFF, pela função *Import*, gerando os arquivos *raster* “Banda 3”, “Banda 4” e “Banda 5” e em seguida georreferenciadas.

O georreferenciamento consistiu na criação de um arquivo de correspondência, que contém coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) das cartas DSG e a posição de tela correspondente nas imagens, referindo-se ao mesmo ponto. A função *Resample* utilizou o arquivo de correspondência para gerar as imagens georreferenciadas “Geobanda3”, “Geobanda4” e “Geobanda5”.

As imagens de satélite georreferenciadas foram sobrepostas ao arquivo *raster* “Limite”, pela função *Overlay*, para cortar apenas a porção da imagem correspondente ao Vale do Taquari. Os arquivos resultantes foram: “Cbanda3”, “Cbanda4” e “Cbanda5”. Pela função *Composite*, criou-se uma composição colorida, de 24-Bit, denominada “Composição Colorida RGB 543”.

Para obtenção do “Mapa de uso da terra”, utilizou-se a função *Isocluster*, gerando o arquivo *raster* “Classisoc”. Este arquivo, pela função *Reclass*, resultou no arquivo “Reclass uso da terra”. Este arquivo ainda foi submetido à função *Filter* (de mediana 3x3), gerando o arquivo “Mapa de uso da terra”.

A classificação das áreas de uso da terra, em campo e na classificação não-supervisionada seguiu as definições de Teixeira & Neto (1986) adaptada à realidade da área em questão.

As classes obtidas para a classificação são:

A – Áreas de vegetação natural:

- Floresta Ombrófila Mista (FOM) – Mata de Araucária
- Floresta Estacional (FE)
- Campos (nativos e antrópicos) (denominados de savana na referência utilizada). Devido à escala de trabalho, não é possível diferenciar campos nativos de antrópicos, no entanto, sabe-se que a matriz original da porção sul da região é floresta, portanto, a presença de campos nesta região indica campos antrópicos enquanto que ao norte é possível a existência de campos (denominados de campos de cima da Serra) junto à Floresta Ombrófila Mista, assim sendo, são campos nativos.

#### B – Áreas antrópicas agrícola

- Vegetação Pioneira – Estágio Secundário em nível primário de reconstituição
- Floresta Industrial
- Agricultura
- Solo exposto

#### C – Área antrópica não-agrícola

- Área urbana

#### D – Água

- Água
- Banhado

Cabe o comentário que há autores que afirmam existir ilhas de Floresta Estacional Semi-Decidual dentro Floresta Estacional Decidual (Freitas & Jasper, 2001). No entanto, por não se conseguir distinguir uma da outra nas imagens trabalhadas, classifica-se apenas como Floresta Estacional.

A área de solo exposto deve-se, principalmente, ao preparo do solo para o plantio. Assim, a área de agricultura é seguramente maior que a apresentada no trabalho.

A classificação foi realizada com base no conhecimento prévio da área de estudo e validada com base em 100 pontos de controle, obtidos a campo de forma

aleatória e georreferenciados utilizando GPS (Garmim Etrex Venture). O índice Kappa da validação foi 0,83 (83%).

A sobreposição dos arquivos “APP Geral” e “uso da terra”, através da função *Overlay*, gerou o arquivo *raster* “Uso APP”, o qual permitiu a elaboração do “Mapa de Uso das APPs”. Para elaboração do “Mapa de Uso Restrito” e “Mapa de Uso Intensivo”, o arquivo “Clino”, pela função *Reclass*, gerou os arquivos *raster* “AI” e “AR”. Considerou-se áreas de uso intensivo, declividades de 0 a 20% e áreas de uso restrito, declividades entre 20 a 100% (Ramalho Filho & Beek, 1995), de acordo com o demonstrado Tabela 3. Os dois arquivos foram sobrepostos individualmente com o arquivo “uso da terra”, pela função *Overlay*, gerando respectivamente os arquivos AUI e AUR, que resultaram nos mapas propostos (Mapa de Uso Restrito, Mapa de Uso Intensivo).

**TABELA 3 - Descrição do tipo de uso da terra de acordo com as classes de declividade**

<b>Classes de Declividade</b>	<b>Forma de Utilização</b>	<b>Tipo de Uso</b>
0  - 20% (0° a 35°)	São áreas que não oferecem maiores restrições à gama de atividades potenciais da região, como, por exemplo, o desenvolvimento de agroindústrias, urbanização, implementação de pecuária intensiva, agricultura intensiva, turismo etc.	Área de Uso Intensivo – AUI
20  - 100% (35° a 45°)	Por apresentarem uma relativa fragilidade ambiental, estas áreas são bastante seletivas quanto aos usos à que podem ser submetidas. Atividades aceitáveis: turismo, recreação, lazer, viticultura, olericultura associada a estufas e sistemas especiais de irrigação, pastoreio extensivo, fruticultura e silvicultura.	Área de Uso Restrito - AUR
Mais de 100% (Acima de 45°)	Não são áreas apropriadas para serem utilizadas, independente do uso, devendo estar cobertas com a vegetação original.	Área de Preservação Permanente – APP

Fonte: Adaptado de Ramalho Filho & Beek, 1995

O mapa da condição de risco das classes de uso e cobertura da terra foi obtido reclassificando (função *Reclass*) os arquivos Mapa Uso APPs, Mapa Uso Restrito e Mapa Uso Intensivo.



Para definição dos conflitos, os critérios e indicadores utilizados estão consubstanciados nos seguintes fatores:

- de impactos sobre a qualidade das águas;
- de riscos de erosão;
- de capacidade de sustentação dos ecossistemas da área de estudo;
- de desenvolvimento socioeconômico e tecnológico; e
- de alteração da paisagem.

As ações ou situações geradoras de conflitos são diretamente ou indiretamente vinculadas ao regime de utilização verificado para área de estudo. São elas:

- agricultura;
- pecuária;
- silvicultura;
- construção de reservatórios e açudes; e
- atividades diversificadas (estradas, urbanização, turismo).

O procedimento metodológico para obtenção do mapa de zoneamento ambiental consistiu na identificação das áreas sem risco, com aptidão agrícola, das áreas de risco e das áreas de conflito, com base nos tipos de uso e ocupação da terra presentes nas áreas de proteção permanente, nas áreas de uso restrito e nas áreas de uso intensivo.

As áreas de “conflito” são as que apresentam usos antrópicos localizados em área de preservação permanente. Foi considerado como “conflito” a região que, de acordo com a classificação, não correspondia à classe de uso da terra esperada na zona delimitada; por exemplo, agricultura na área de proteção permanente. As áreas de “risco” são as que apresentam uso e ocupação da terra com potencial de causar dano ambiental de modo que a condição de equilíbrio não seja mais alcançada naturalmente, seguindo os critérios apresentados na Tabela 4 (Ramalho Filho & Beek, 1995). Foi considerado como “risco” o tipo de cobertura da terra que apareceu na área de preservação permanente ou de uso restrito e que pode facilmente ser removida ou provocar alteração das características originais da região, o que interferiria na composição do solo, dos fragmentos florestais remanescentes, erosão

etc. Já “com aptidão agrícola” foi considerado o uso e cobertura do solo das regiões que não estão em “conflito” com a legislação nem em áreas de declividade superior a 20% (~35°). Assim, as áreas “com aptidão agrícola” são as que suportariam, em longo prazo, os usos que atualmente lhe estão imputados. As áreas sem risco são as que apresentam matriz florestal em cada condição de uso.

**TABELA 4 - Condição de risco e/ou conflito dos usos das áreas de proteção permanente (APP), das áreas de uso restrito (AUR) e das áreas de uso intensivo (AUI)**

Classe de Uso da Terra		Condição do Uso		
		APP	AUR	AUI
Área de vegetação natural	Floresta Estacional	Sem Risco	Sem Risco	Sem Risco
	Floresta Ombrófila Mista	Sem Risco	Sem Risco	Sem Risco
	Campos (Nativos e Antrópicos)	Conflito	Risco	Com aptidão agrícola
	Floresta Industrial	Conflito	Risco	Com aptidão agrícola
Áreas antrópicas agrícolas	Vegetação Pioneira	Risco	Risco	Com aptidão agrícola
	Agricultura	Conflito	Risco	Com aptidão agrícola
	Solo Exposto	Conflito	Risco	Com aptidão agrícola
Área antrópica não agrícola	Áreas Urbanas	Conflito	Risco	Com aptidão agrícola

Cabe a ressalva de que esta classificação, utilizada pela Embrapa, não leva em conta a composição da paisagem, ou seja, havendo fragmentos florestais significativos para conservação em área de uso intensivo, estes fragmentos não estão protegidos por não se encontrarem nas áreas de proteção permanente e, portanto, podem ser removidos. Mesmo na área de uso intensivo, há fragmentos de reserva legal que também devem ser preservados, de acordo com a Lei 4.771, Art. 16 (1965). Nesta metodologia não foram demarcadas as reservas legais pois, de acordo com dados do IBGE (2006), as propriedades rurais no Vale do Taquari possuem em média 13,46ha, e, desta forma, a reserva legal é de 2,7ha (o que corresponde a 30 *pixels* na imagem), área pequena e quantificada na forma de fragmentos florestais.

A abordagem proposta pela EMBRAPA vai de encontro ao que está escrito no Decreto que define o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil – ZEE (Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002), portanto, a metodologia aqui apresentada propõe-se a aliar a ecologia de paisagem na definição das áreas prioritárias de conservação ambiental.

## **2.3. Resultados**

### **2.3.1. Malha Rodoviária**

A malha ou rede rodoviária do Vale do Taquari contempla um total de 5.663,57 km de estradas, categorizadas em quatro classes: Estradas Locais, Estradas Municipais, Rodovias Estaduais e Rodovias Federais (Figura 6). Somente rodovias estaduais e federais construídas depois de 1980 foram atualizadas em campo demarcadas com GPS e consideradas nesta caracterização.

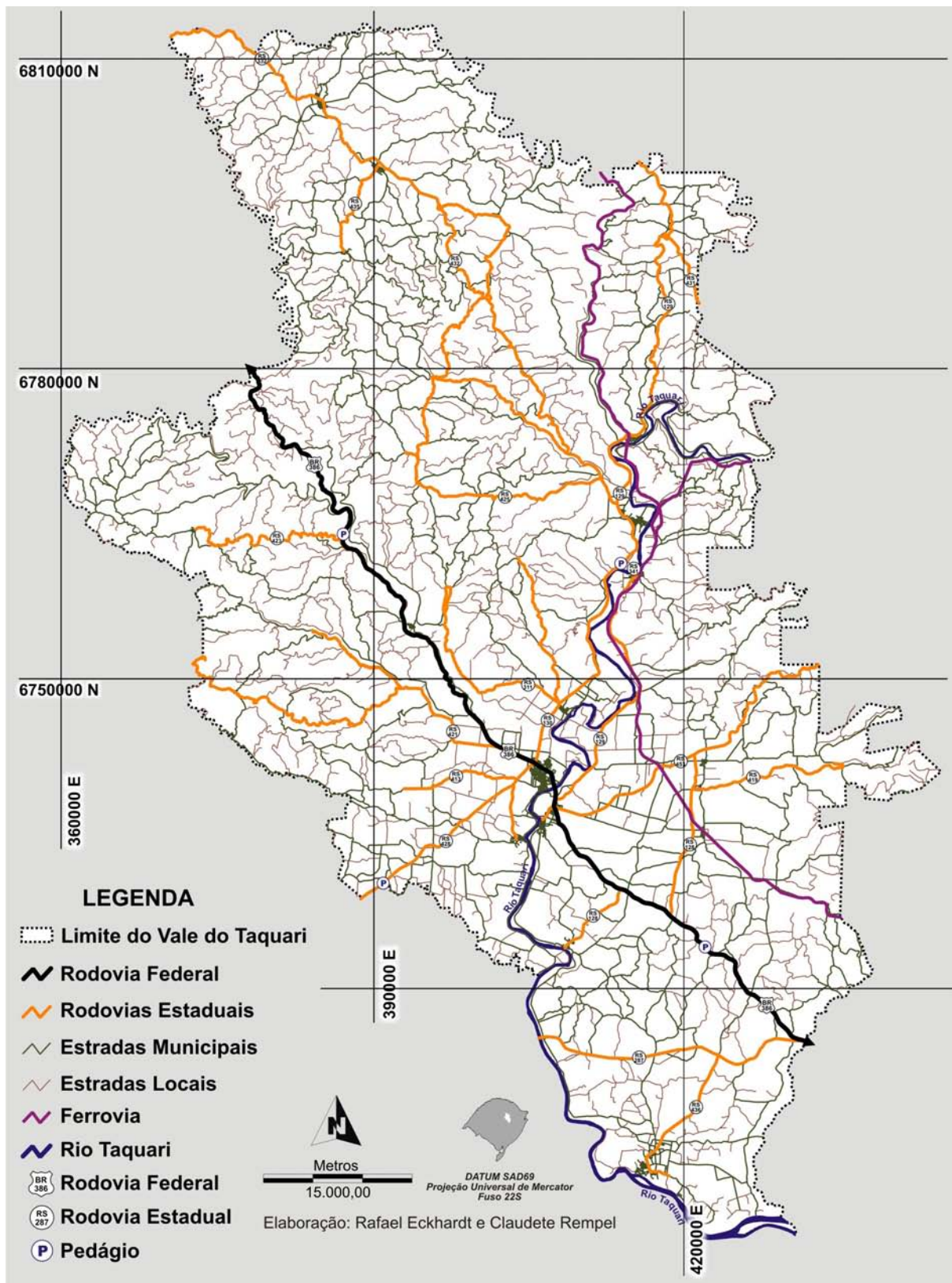
O Vale do Taquari é perpassado por uma rodovia federal (BR 386), no sentido noroeste-sudeste, que liga a região com à capital Porto Alegre e com a região norte do Estado. Apresenta várias rodovias estaduais, destacando-se a RS 130 e RS 129, que atravessam o Vale do Taquari, na sua porção central, no sentido oeste-nordeste. Estas rodovias ligam os municípios da Encosta da Serra Geral ao polo do Vale do Taquari, Lajeado e à Rodovia BR 386. A rodovia Rota do Sol (RS 453), que tem início na cidade de Estrela, liga a região central do Vale do Taquari à região dos Aparados do Serra e ao litoral norte do estado.

Dos 37 municípios que compõem o Vale do Taquari (durante o período de execução da pesquisa, um município – Mato Leitão – passou para o Vale do Rio Pardo), sete municípios não apresentam acesso asfaltado à sede municipal, o que corresponde a 116 km. Quatro pedágios estão instalados no Vale do Taquari, localizados nos municípios de Marques de Souza (BR 386), Fazenda Vilanova (BR 386), Encantado (RS 129) e Cruzeiro do Sul (RS 428). A densidade da malha rodoviária do Vale do Taquari é de 1,16 km de rodovia por km<sup>2</sup>.

O Vale do Taquari apresenta uma rede ferroviária, que se estende na margem esquerda do Rio Taquari, com 112,71 km de extensão. A estação férrea está localizada no município de Roca Sales. A Tabela 5 apresenta a extensão da malha rodoviária.

**TABELA 5 - Extensão da malha rodoviária do Vale do Taquari**

<b>Categoria</b>	<b>Pavimentação</b>	<b>Extensão (km)</b>	<b>%</b>
Rodovias Federais	Presente	95,58	1,69
Rodovias Estaduais	Presente	558,62	9,86
Estradas Municipais	Presente / Ausente	2.487,98	43,93
Estradas Locais	Ausente	2.521,41	44,52
Total		5.663,57	100,00



**FIGURA 6 - Mapa da malha rodoviária do Vale do Taquari**

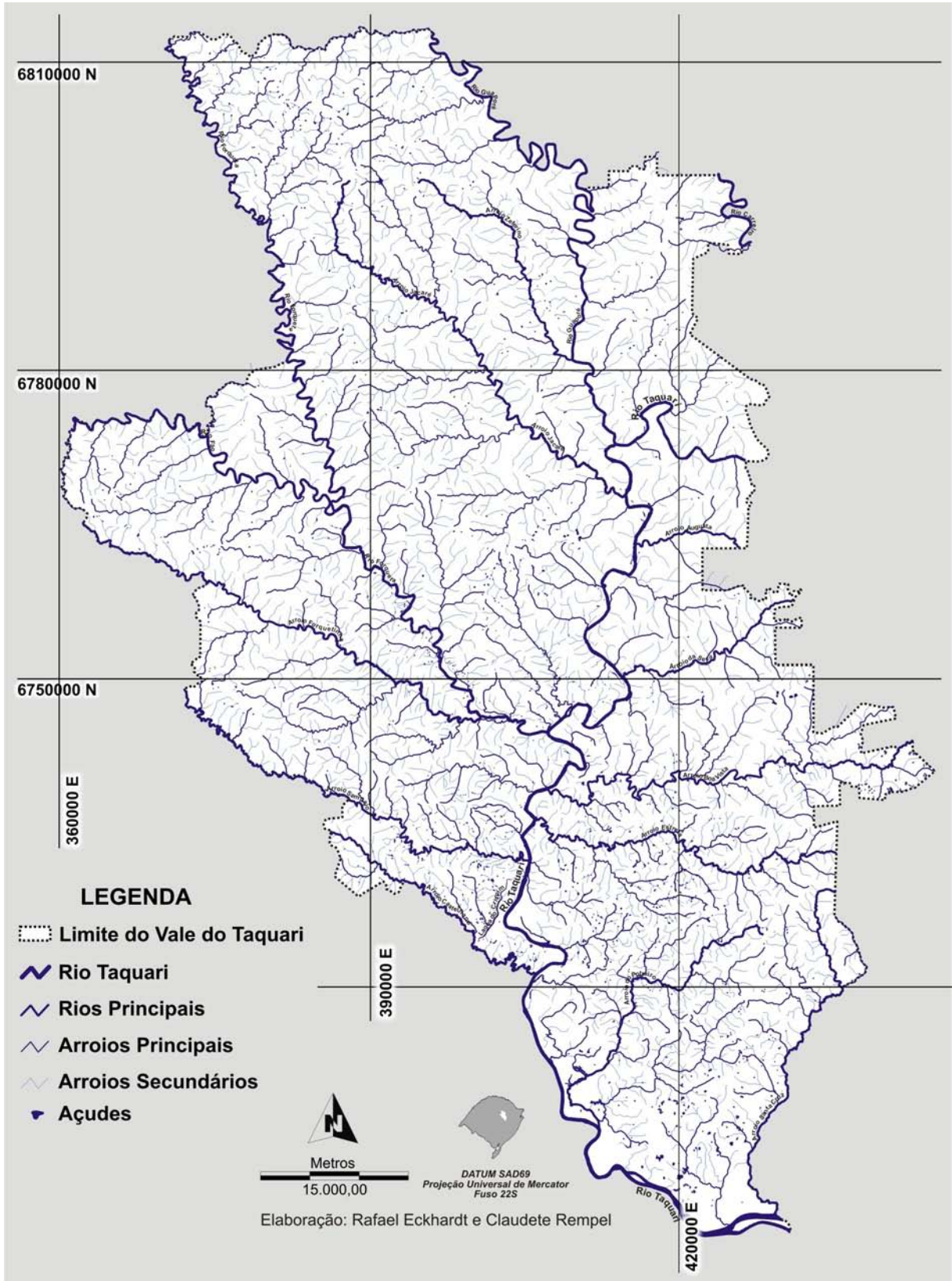
### 2.3.2. Rede Hidrográfica

O Vale do Taquari apresenta uma ampla e densa rede de drenagem, com rios de primeira, segunda e terceira ordem, ordenados seguindo o critério de Strahler (1952), sendo que o rio Taquari, que dá o nome à região, é o mais representativo. A Figura 7 apresenta o Mapa da Hidrografia do Vale do Taquari. Os demais rios de terceira ordem com destaque apresentam largura que varia de 15 a 50 metros, são eles: o rio Forqueta, o rio Fão, o rio Guaporé e o rio Carreiro. Dos arroios de segunda ordem, destacam-se os seguintes: arroio Forquetinha, arroio Jacaré, arroio Sampaio, arroio Castelhana, arroio Santa Cruz, arroio do Potreiro, arroio Estrela, arroio Boa Vista, arroio da Seca, arroio Augusta e o arroio Zeferino. Apresentam largura que varia de 10 a 15 metros. Os arroios de primeira ordem compreendem córregos e cursos de água com largura que varia de 1 a 10 metros. Em termos gerais, a hidrografia corresponde a 2,35% da área total do Vale do Taquari.

O Rio Taquari apresenta, no Vale do Taquari, extensão de 156,55km de comprimento, com largura média de 150m e ocupando uma área de 41,77km<sup>2</sup>. O Rio Taquari, através do Porto de Estrela, liga por via fluvial a região do Vale do Taquari até o Porto de Rio Grande. Os demais rios de terceira ordem cobrem 19,41km<sup>2</sup> e têm uma extensão de 789,74km. Os arroios de segunda ordem apresentam extensão de 1.876,46km e ocupam uma área de 17,40km<sup>2</sup>. Os arroios de primeira ordem apresentam 3.547,65km de extensão. A área ocupada corresponde a 16,21km<sup>2</sup>. Os valores da densidade, da área ocupada pela lâmina de água e do comprimento das redes hidrográfica em questão estão representados na Tabela 6.

**TABELA 6 - Caracterização da rede hidrográfica do Vale do Taquari**

<b>Ordem</b>	<b>Comprimento (km)</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>
Rio Taquari	156,55	41,77
Terceira Ordem	789,74	19,41
Segunda Ordem	1.876,46	17,40
Primeira Ordem	3.547,65	16,21
Açudes	-	19,17
<b>Total</b>	<b>6.370,40</b>	<b>113,96</b>



**FIGURA 7 - Mapa de Hidrografia do Vale do Taquari**

Segundo a classificação adotada em DNAEE-EESC (1980) a rede hidrográfica do Vale do Taquari é classificada como mediana, apresentando densidade de 13,08 metros por hectare. De modo geral predominam arroios de até 10 metros de largura. Porém, em termos de área coberta por lâmina de água, o Rio Taquari e os demais rios de terceira ordem são mais significativos, somando 64,55% em relação aos demais cursos de água.

Com relação à presença de lagoas, áreas úmidas e açudes destacam-se a Lagoa do Crispim, o Lago Verde e a Lagoa do Bonifácio. A Lagoa do Crispim está localizada sobre uma falha geológica, no município de Cruzeiro do Sul e apresenta 7,78 km de extensão, 130 metros de largura e lâmina de água de 0,6665 km<sup>2</sup>. O Lago Verde localiza-se no município de Ilópolis e apresenta 0,2165 km<sup>2</sup> de lâmina de água. A Lagoa do Bonifácio está localizada no município de Encantado e apresenta 0,095 km<sup>2</sup> de lâmina de água. Atualmente, a atividade de açudagem corresponde a 19,17 km<sup>2</sup> da área do Vale do Taquari. Percentualmente os açudes, áreas úmidas e lagos correspondem a 16,82% de toda a drenagem.

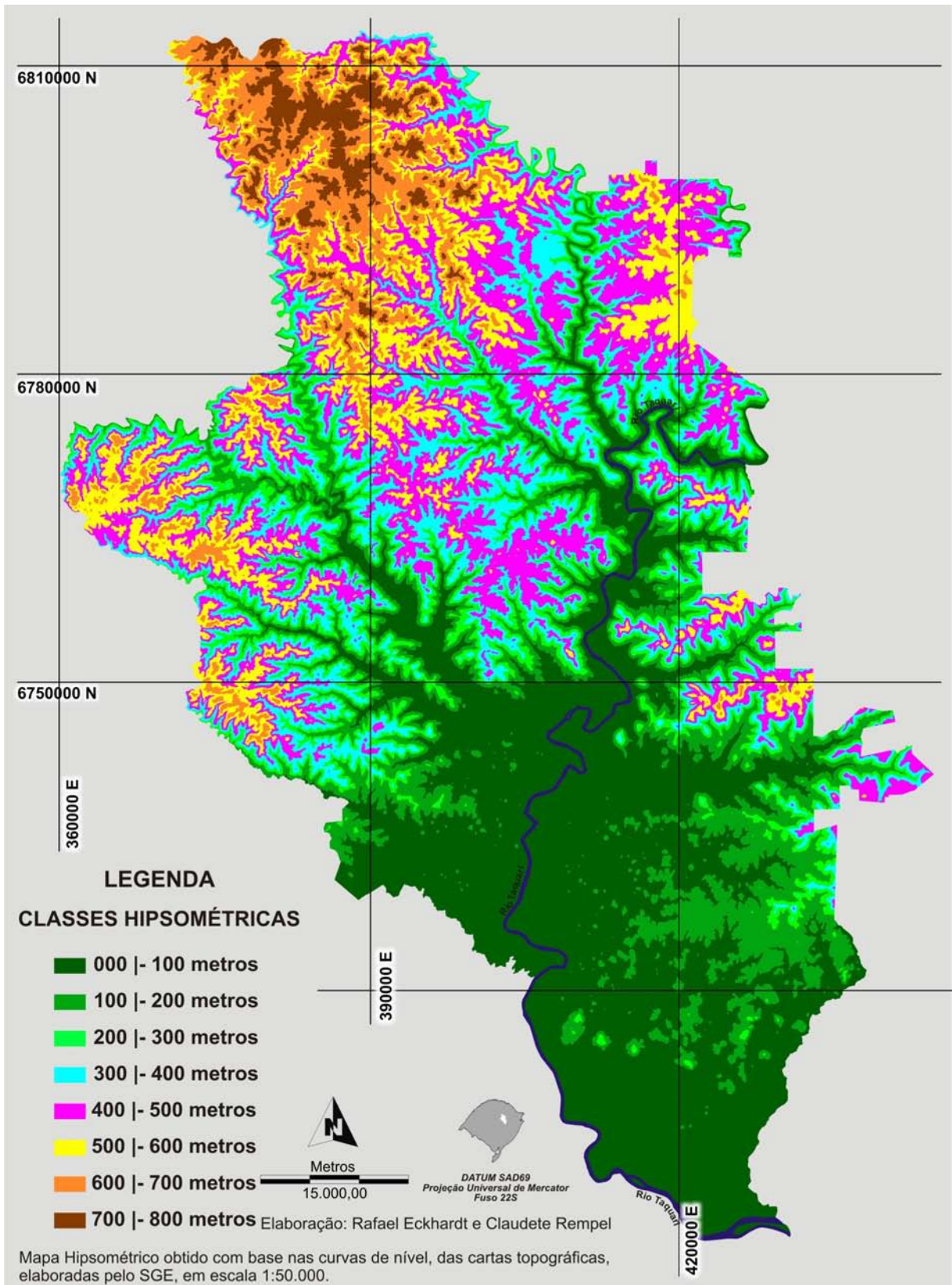
### 2.3.3. Hipsometria

O Vale do Taquari apresenta como cota mais baixa, 6 metros no município de Taquari e como cota mais alta, a cota de 800 metros, no município de Arvorezinha. As classes hipsométricas foram agrupadas em intervalos de 100 metros, gerando oito classes hipsométricas (Figura 8). As áreas correspondentes a cada uma das classes hipsométricas estão apresentadas na Tabela 7.

**TABELA 7 - Caracterização das classes hipsométricas do Vale do Taquari**

Classe Hipsométrica	Área (km <sup>2</sup> )	%
000  – 100 m	1.461,65	30,00
100  – 200 m	655,71	13,45
200  – 300 m	463,16	09,50
300  – 400 m	628,31	12,89
400  – 500 m	785,35	16,11
500  – 600 m	478,88	09,83
600  – 700 m	281,98	05,79
700  – 800 m	118,56	02,43
Total	4.873,60	100,00





**FIGURA 8 - Mapa de Hipsometria do Vale do Taquari**

A maior porcentagem da área da paisagem em estudo (30%) está situada entre as classes de 0 a 100 metros. Analisando as variações das classes hipsométricas percebe-se que o Vale do Taquari apresenta três regiões distintas:

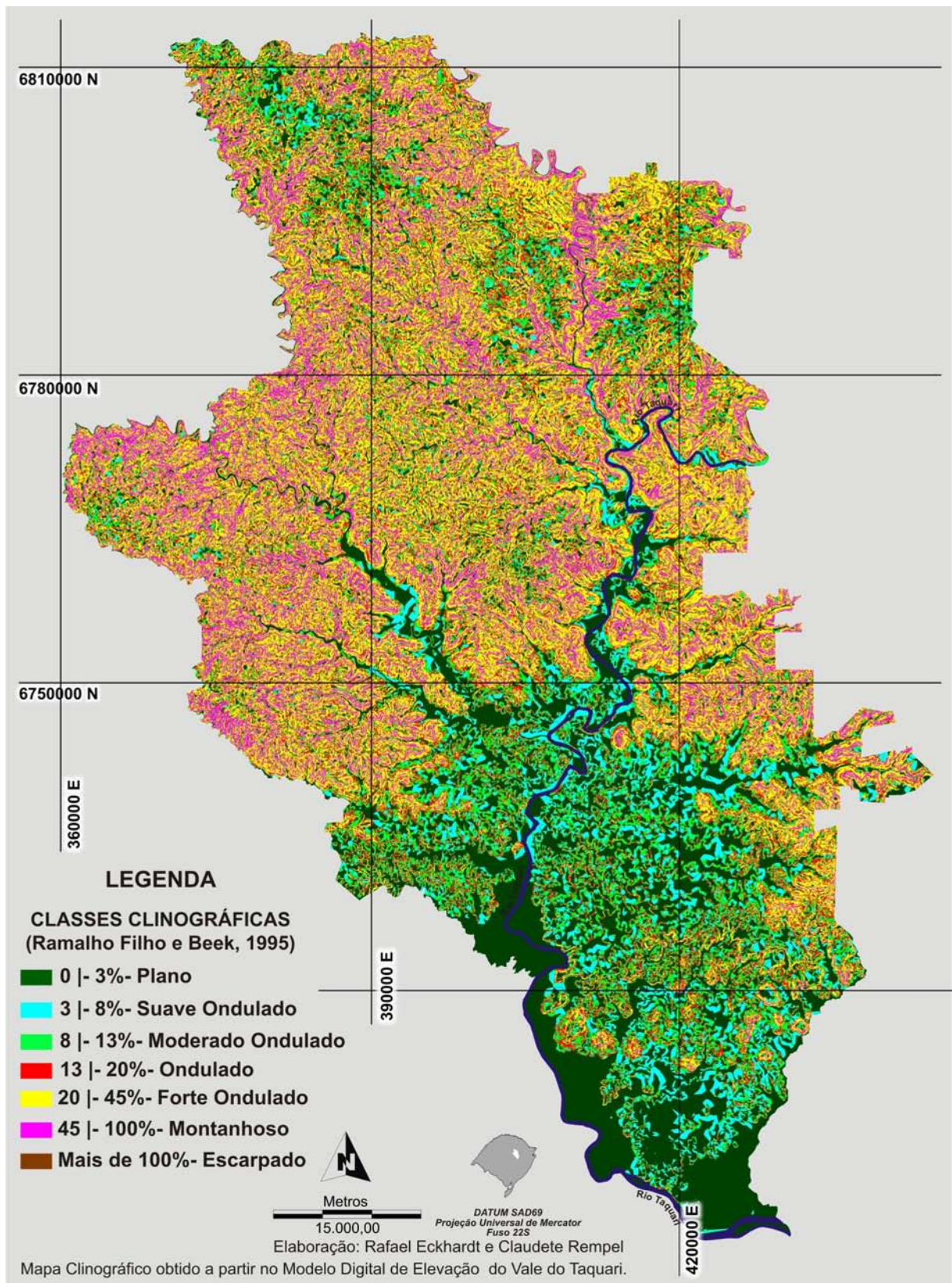
- Região Sul: variação altimétrica de 0 a 100 metros (30% da área);
- Região Central: variação altimétrica de 100 a 600 metros (61,78% da área);
- Região Norte: variação altimétrica de 600 a 800 metros (8,22%).

#### 2.3.4. Clinografia

A Tabela 8 apresenta as classes clinográficas delimitadas para a paisagem em estudo. O mapa clinográfico do Vale do Taquari está representado na Figura 9.

**TABELA 8 - Caracterização das classes clinográficas do Vale do Taquari**

<b>Classe Clinográfica</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>%</b>	<b>Característica</b>
0  – 3 %	1.079,08	22,19	Plano
3  – 8 %	435,70	8,96	Suave Ondulado
8  – 13 %	527,45	10,84	Moderado Ondulado
13  – 20 %	690,07	14,19	Ondulado
20  – 45 %	1.501,79	30,88	Forte Ondulado
45  – 100 %	606,77	12,47	Montanhoso
Mais de 100 % (APP)	22,80	0,47	Escarpado
Total	4.863,66	100,00	-



**FIGURA 9 - Mapa Clinográfico do Vale do Taquari**

Considerando o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (Ramalho Filho & Beek, 1995), 41,90% (0 a 13% de declividade) da área total da paisagem em estudo compreende solos aptos à agricultura, desde que com uso de práticas conservacionistas simples. 14,16% (13 a 20% de declividade) dependem de práticas intensivas de controle à erosão e em 30,88% (20 a 45% de declividade), o controle à erosão é dispendioso, podendo ser antieconômico. Em 12,45% (45 a 100% de declividade) da área deve ser mantida cobertura vegetal de preservação ambiental. A classe com mais de 100% de declividade, com apenas 0,68% da área total da paisagem em estudo, foi subestimada, provavelmente à inadequação da escala.

As áreas mais planas, conforme pode ser visualizado na Figura 9, estão localizadas na região centro e sul do Vale do Taquari. Na região central, o solo aluvial argiloso profundo favorece o desenvolvimento de culturas anuais como milho, soja e trigo. Na região mais ao sul, predominam culturas anuais nas planícies de inundação do rio Taquari, enquanto que nas demais áreas, onde os solos são mais rasos e arenosos, predominam a atividade pecuarista (gado de corte e leite) e o cultivo de espécies energéticas, com destaque para a Acácia, Eucaliptos e Pinus. Formações vegetais nativas estão presentes somente em topos de morros e de forma reduzida, no entorno dos cursos hídricos, constituindo a formação vegetal ribeirinha.

Na área centro-norte da região, as declividades são classificadas por ondulada a fortemente ondulada. Os solos são rasos e na sua maioria litólicos, predominando culturas anuais de subsistência familiar e culturas alternativas, como cultivo de erva-mate, tabaco e hortifruticultura. É uma região formada por um mosaico de fragmentos com formações vegetais em diversos estágios de regeneração e tamanho. As encostas localizadas no entorno dos cursos hídricos, de forma geral, apresentam elevada cobertura vegetal nativa, contribuindo para a manutenção dos ambientes ciliares. Predominam a Floresta Estacional e a Floresta Ombrófila Mista. A variação dos parâmetros físicos de temperatura e umidade relativa, resultado da descontinuidade do relevo em função da declividade, resulta nesta região no aumento da diversidade de habitats disponíveis.

A região norte do Vale do Taquari é caracterizada por apresentar áreas planas e levemente ondulada formadas por solos rasos. A região é dominada pela Floresta

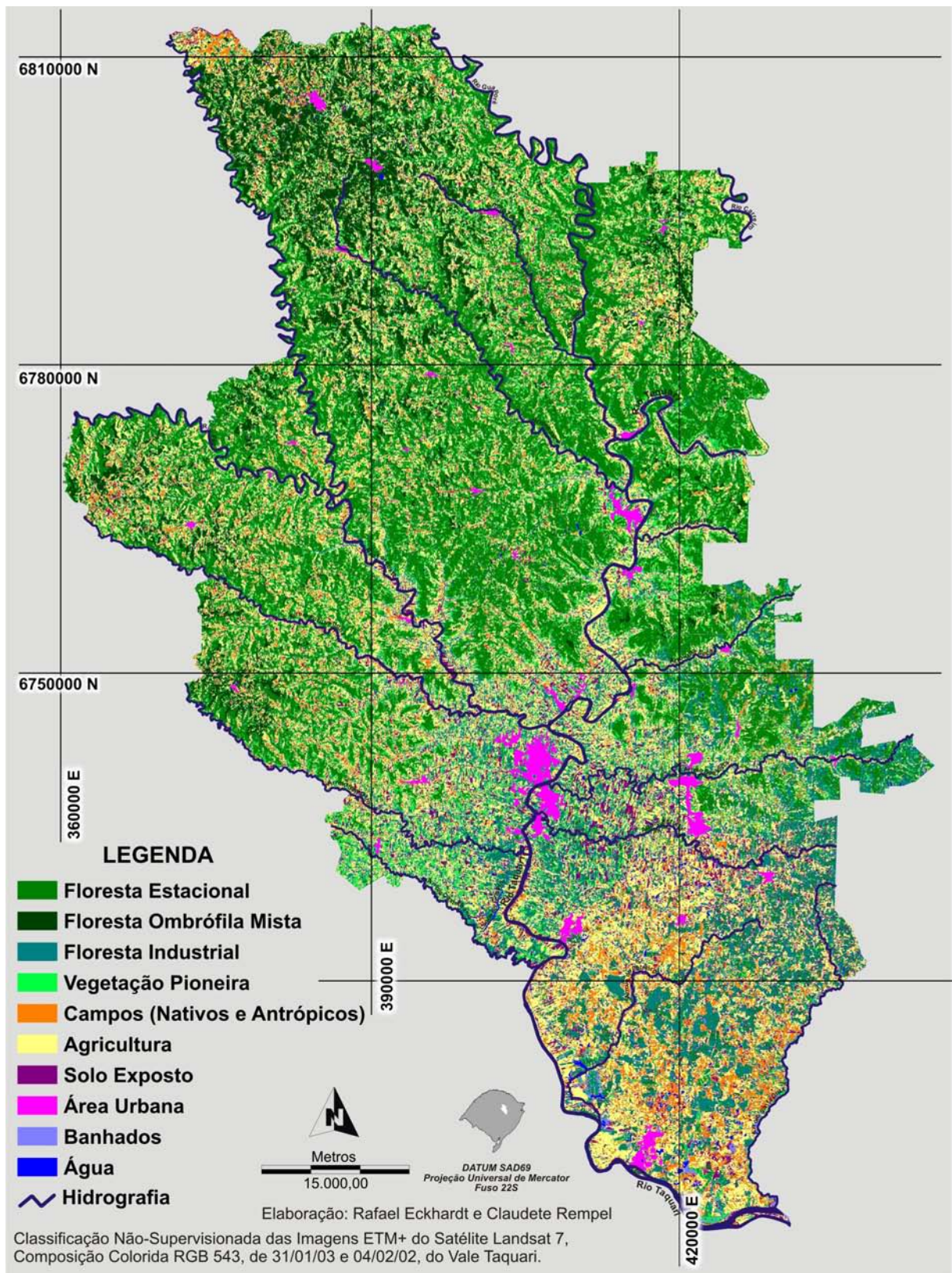
Ombrófila Mista e pelos Campos de Cima da Serra. A vegetação apresenta-se tipicamente na forma de galerias no entorno dos cursos hídricos e formando capões distribuídos aleatoriamente. Os solos desta região são utilizados principalmente para a pecuária e no cultivo de erva mate e do tabaco. Culturas anuais também são encontradas, porém de forma mais esporádica.

### 2.3.5. Uso e Ocupação da Terra

A classificação da imagem permitiu a identificação de dez tipos de uso e ocupação da terra no Vale do Taquari, a saber: Floresta Estacional, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Industrial, Vegetação Pioneira, Campos (nativos e antrópicos), Agricultura, Solo Exposto, Água, Áreas urbanas e Banhados. Esta etapa do trabalho permitiu estabelecer o cenário do uso e ocupação da terra do Vale do Taquari em 2003 (Figura 10). A Tabela 9 apresenta as classes de uso e ocupação da terra, a área mapeada e o percentual correspondente.

**TABELA 9 - Cenário do uso e cobertura da terra do Vale do Taquari, referente ao ano de 2003**

<b>Classe de Uso da terra</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>%</b>
Floresta Estacional	1.279,80	26,28
Floresta Ombrófila Mista	419,51	8,60
Floresta Industrial	339,23	6,97
Vegetação Pioneira	656,19	13,46
Campos (Nativos e Antrópicos)	338,91	6,96
Agricultura	1.397,98	28,71
Solo Exposto	243,69	5,00
Hidrografia	113,96	2,34
Área Urbana	59,03	1,21
Banhados	22,75	0,47
<b>Total</b>	<b>4.869,05</b>	<b>100,00</b>



**FIGURA 10 - Cenário do uso e cobertura da terra do Vale do Taquari em 2003**

A seguir, apresenta-se uma descrição das classes de uso da terra encontradas na área de estudo.

### 2.3.5.1. Floresta Estacional

Rambo (1994) descreve a formação biológica da região do Vale do Taquari como bastante singular, principalmente devido a sua localização intermediária entre o “Planalto das Araucárias” e a “Depressão Central Gaúcha”. Considerando questões históricas e ecológicas, deve-se ressaltar que o Vale do Taquari, assim como todo o Rio Grande do Sul, apresentava até meados do século passado uma cobertura vegetal muito rica, que teve um acentuado devastamento, principalmente a partir das imigrações alemãs e italianas, sendo que hoje os resquícios de mata nativa se resumem às regiões marginais dos rios às áreas de maior altitude e de algumas zonas preservadas (Rempel *et al.*, 2001). Atualmente a cobertura vegetal original fica quase que restrita aos pontos de acentuado declive e nos topos dos morros.

A Floresta Estacional ocorre em locais com dois períodos climáticos bem definidos, possuindo dois estratos bastante distintos: um emergente aberto e decíduo, com altura variando entre 25 e 30 metros, e outro, dominado e contínuo, de altura não superior a 20 metros, formado principalmente por espécies perenifólias. Destacam-se espécies arbóreas como a Corticeira (*Erythrina cristagalli*), o Salgueiro (*Salix humboldtiana*), o Ingá (*Inga uruguensis*), a Guajuvira (*Patagonula americana*), o Açoita-cavalo (*Luehea divaricata*) e o Angico (*Parapiptadenia rigida*) (IBGE, 1986).

Como pode ser observado na Tabela 9, este tipo de cobertura corresponde a 26,28% da área do Vale do Taquari. Cabe salientar que, devido à escala da imagem trabalhada, não é possível diferenciar a floresta nativa original e a clímax de estágios secundários mais avançados de regeneração. Tem ocorrência predominante nas encostas e nos topos dos morros na Encosta da Serra Geral. Nas áreas mais planas, esta formação está bastante alterada, estando presente somente no entorno dos cursos de água, formando matas ciliares e em fragmentos isoladas em áreas agrícolas. A Figura 11 ilustra a ocorrência da Floresta Estacional nativa encontrada no Vale do Taquari.



Foto da autora (05/2006)

**FIGURA 11 - Floresta Estacional: ocorrência predominante na encosta da serra e nos topos dos morros**

#### **2.3.5.2. Floresta Ombrófila Mista**

Este tipo de floresta, também conhecido como “mata-das-araucárias”, é um tipo de vegetação do Planalto Meridional Brasileiro, onde ocorria com uma abrangência de 250.000 km<sup>2</sup>, distribuída nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais (IBGE, 1986). Localizada predominantemente na porção mais alta do Vale do Taquari, a vegetação dominante contempla a coexistência de representantes das floras tropical (afro-brasileira) e temperada (austro-brasileira) com marcada relevância fisionômica de elementos *Coniferales* e *Laurales*.

A Floresta Ombrófila Mista divide-se em três extratos distintos: Sub-Montana, Montana e Alto-Montana. A floresta Sub-Montana confunde-se, muitas vezes, com a Floresta Estacional Decidual. Ao sul, a formação Montana, limita-se com as regiões da Floresta Estacional Decidual, na Serra Geral, em altitudes de 400 a 800m, formando uma linha extremamente sinuosa que acompanha as bordas superiores dos vales, formadas pela rica rede hidrográfica. Em toda esta área limítrofe houve uma maior ou menor interpenetração de espécies típicas de cada floresta, sempre com exceção da *Araucaria angustifolia* que, raramente é encontrada em altitudes



inferiores a 400 m acima do nível do mar. Os elementos da Floresta Estacional que mais se destacaram por sua penetração na Floresta Ombrófila Mista Montana são: *Parapiptadenia rigida* (angico-vermelho), *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), *Myrcarpus frondosus* (cabriúva), *Cabralea conjerana* (canjerana) e *Patagonula americana* (guajuvira) (IBGE, 1986).

Dentre as espécies mais comuns nos povoamentos secundários da Floresta Ombrófila Mista destacam-se: a bracatinga (*Mimosa scabrella*), a canela-guaicá (*Ocotea puberula*), o vassourão-branco (*Piptocarpha angustifolia*), o angico-branco (*Anadenanthera colubrina*), o vassourão-preto (*Vernonia discolor*), café-do-mato (*Casearia sylvestris*) e vassouras (*Baccharis* spp.) (IBGE, 1986).

A Floresta Ombrófila Mista no Vale do Taquari, de forma nativa, surge a partir da cota de 600 a 800 metros de elevação. Em altitudes inferiores ocorre de forma esparsa e geralmente porque foram plantadas artificialmente. A área mapeada corresponde a 420 km<sup>2</sup>, representando 8,60% da área do Vale do Taquari. A Figura 12 ilustra a ocorrência da Floresta Ombrófila Mista.



Foto da autora (05/2006)

**FIGURA 12 - Floresta Ombrófila Mista: ocorrência predominante no Vale do Taquari entre as altitudes de 600 a 800 metros**

### 2.3.5.3. Floresta Industrial

O plantio e cultivo de espécies com fins industriais, com destaque para a acácia-negra (*Acacia mearnsii*), o eucalipto (*Eucalyptus* sp), o pinus (*Pinus elliottii*) e uva do japão (*Houvenia dulcis*), vêm aumentando significativamente no Vale do Taquari, formando na porção centro-sul, a matriz da paisagem. Na região central e norte, as formações vegetais industriais estão representadas por pequenas áreas, em geral misturadas com áreas de vegetação em estágio de regeneração e normalmente estão localizadas em encostas íngremes.

Segundo dados fornecidos pelas 37 secretarias municipais de agricultura (BDR, 2001), o Vale do Taquari apresentava, em 2000, 265,25 km<sup>2</sup> cultivados com eucaliptos, 187,71 km<sup>2</sup> cultivados com acácia-negra e 29,43 km<sup>2</sup> cultivados com pinus. A partir da classificação da imagem de satélite de 2003 obteve-se um valor total 2% inferior ao informado pelas secretarias municipais da agricultura. A área mapeada constituída por Floresta Industrial corresponde a 339,23 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 6,97% da área do Vale do Taquari. Devido ao elevado valor atual da madeira, várias áreas antes utilizadas com fim agrícola, pecuária e mesmo áreas nativas estão sendo ocupadas com o cultivo de espécies vegetais para fins energéticos e industriais (Figura 13). A Figura 14 apresenta os municípios com maior cultivo de acácia, eucaliptos e pinus.

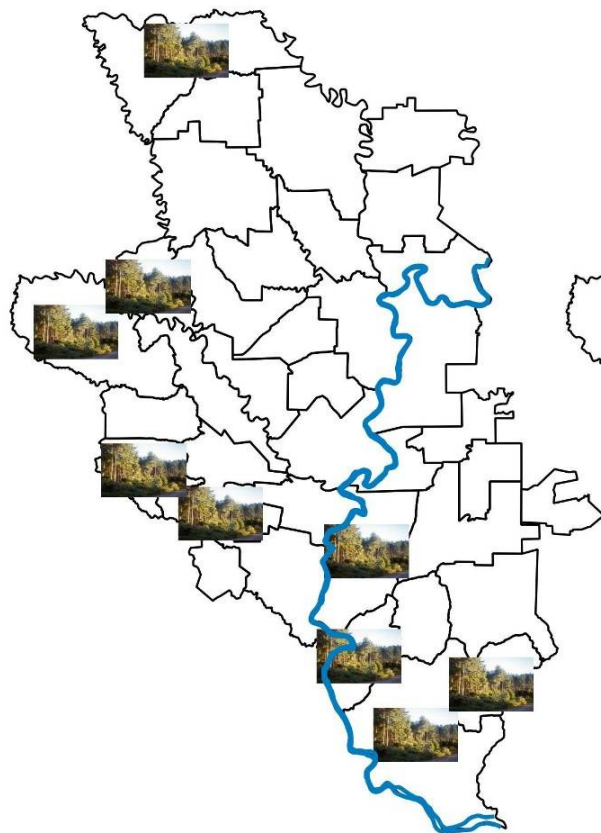
A Floresta Industrial apresentou considerável incremento na região de estudo a partir do final da década de 1990 e início de 2000. Por isso, a área atual desta cobertura da terra é ainda maior, dados este observado em campo, considerando que, em várias áreas onde hoje se comprovou existir floresta industrial, em 2002 e 2003 (ano das imagens trabalhadas) apresentava solo exposto ou floresta industrial com alturas das árvores inferiores a 1m, além de, muitas vezes, estar em meio à floresta estacional e, portanto, de difícil mensuração nas imagens trabalhadas. Esta mesma constatação foi feita por Rempel *et al.* (2001) em análise da evolução da mata de 1985 a 1995.



*Foto da autora (06/2007)*

**FIGURA 13 - Floresta Industrial circundada por áreas agrícolas**

### Cultivo de Eucaliptos



Maiores cultivos de Eucalipto (< 800 ha)

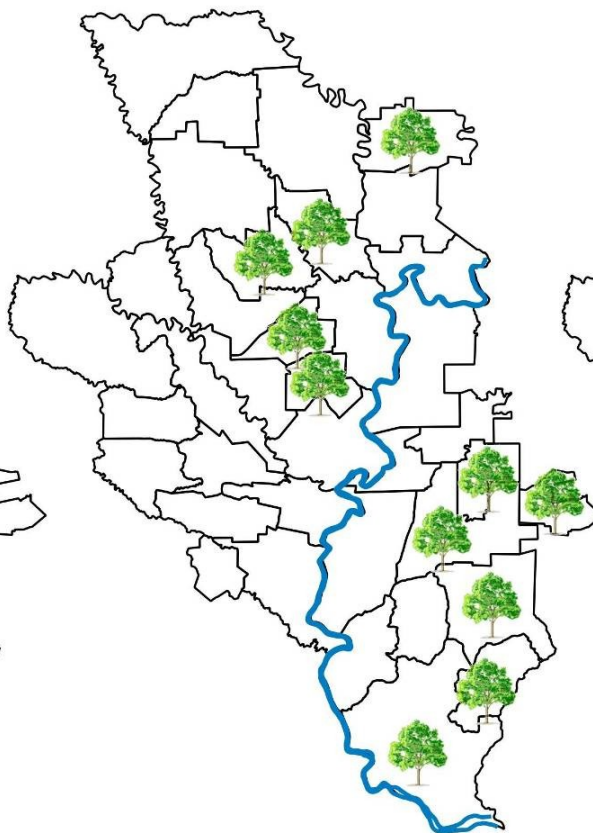


Maiores cultivos de Acácia-Negra (< 500 ha)



Maiores cultivos de Pinus (< 150 ha)

### Cultivo de Acácia-Negra



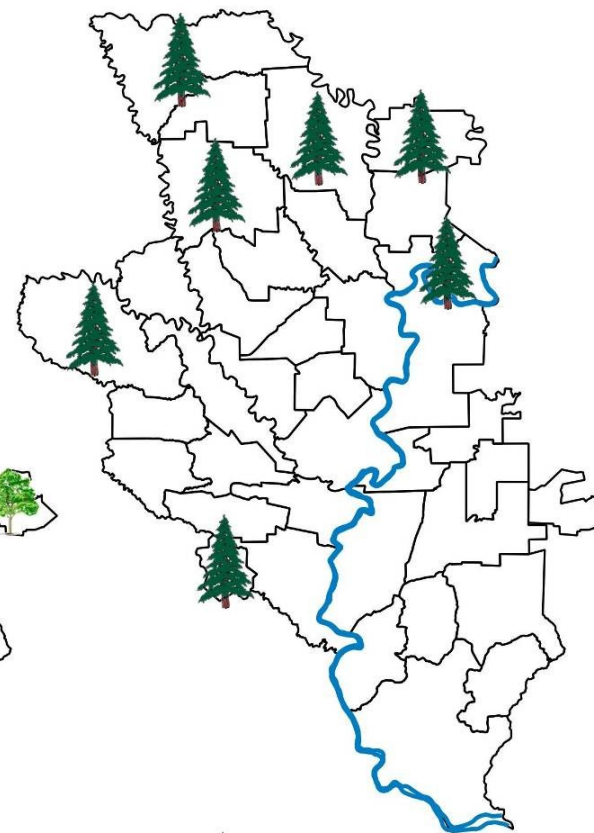
Totais do Vale do Taquari

Cultivo de Eucalipto: 26.525 ha

Cultivo de Acácia-Negra: 18.771 ha

Cultivo de Pinus: 2.943 ha

### Cultivo de Pinus



Metros

20000

Fonte: Da autora, com base em informações fornecidas pelas Secretarias Municipais de Agricultura do Vale do Taquari (2000).

**FIGURA 14 - Representação dos municípios que apresentam destaque no cultivo de Floresta Industrial**

#### 2.3.5.4. Vegetação Pioneira

Em locais de progressivo abandono das áreas agrícolas ou de pecuária, passaram a dominar as vegetações pioneiras e secundárias, com predomínio de *Graminae* como o capim-de-burro (*Cynodon dactylon*), capim-grama (*Stenotaophrum secundatum*), capim-navalha (*Scleria secans*), capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), carqueja (*Baccharia trimera*), vassoura (*Baccharis coridifolia* e *B. dracunculifolia*) e de arvoretas como ipê-de-jardim (*Tecoma stans*), grandiuva (*Trema micrantha*), fumo-bravo (*Solanum erientum*).

Esta formação vegetal tem ocorrência considerável na encosta da Serra Geral normalmente formando as bordas de topos de morros, que ainda apresentam vegetação nativa original. Todavia, esta constituição vegetacional não é suficiente para conter a maioria das ações erosivas em períodos de maiores precipitações pluviométricas. A área ocupada por vegetação em regeneração corresponde a 13,46% da área do Vale do Taquari (Figura 15).



Foto da autora (04/2007)

**FIGURA 15 - Vegetação Pioneira em estágio primário de regeneração**

#### 2.3.5.5. Campos (nativos e antrópicos)

Os campos constituem-se de ambientes dominados por formações vegetais rasteiras, geralmente grama-forquilha (*Paspalum notatum*), que serve para o

pastoreio do gado, sobretudo o leiteiro. Em geral não apresentam vegetação arbórea ou arbustiva. Na região norte do Vale do Taquari, quando presente, a vegetação apresenta-se tipicamente na forma de galerias, no entorno dos cursos hídricos e formando capões distribuídos aleatoriamente. Os solos em geral são bastante rasos, apresentando uma fina e rica camada de matéria orgânica. A prática da queimada é usual para a renovação acelerada destas áreas para pastagem. A área mapeada foi de 338,91km<sup>2</sup>, que corresponde a 6,96% da área do Vale do Taquari.

Na região mais ao sul do Vale do Taquari os campos também são significativos na paisagem. Porém, constituem-se de campos antrópicos, antes ocupados por floresta aluvial. Os solos são predominantemente arenosos, de modo que, com o pisoteio do gado, o assoreamento seja um dos principais agentes impactantes sobre este ambiente, que naturalmente é mais vulnerável. A Figura 16 apresenta a fisionomia dos campos encontrados na região norte do Vale do Taquari, onde tem ocorrência natural.



*Foto da autora (04/2007)*

**FIGURA 16 - Campos nativos apresentando capões de vegetação nativa**

#### **2.3.5.6. Agricultura**

A expansão da agricultura no Vale do Taquari deu-se a partir da margem do Rio Taquari e Forqueta. Atualmente se estende desde as porções mais altas até as

zonas de terraços dos arroios, normalmente se estendendo até as margens dos cursos de água. As principais culturas anuais do Vale do Taquari são o milho (*Zea mays*), trigo (*Triticum aestivum*), erva-mate (*Ilex paraguariensis*), Fumo (*Nicotiana tabacum*) e soja (*Glycine max*).

Segundo as Secretarias Municipais de Agricultura do Vale do Taquari (BDR, 2001), em 2000 ocorreram 32.195 propriedades rurais, com tamanho médio de 0,131 km<sup>2</sup>. A Tabela 10 apresenta a produção de algumas das principais culturas do Vale do Taquari, que somadas correspondem a 27,65% da área do Vale do Taquari.

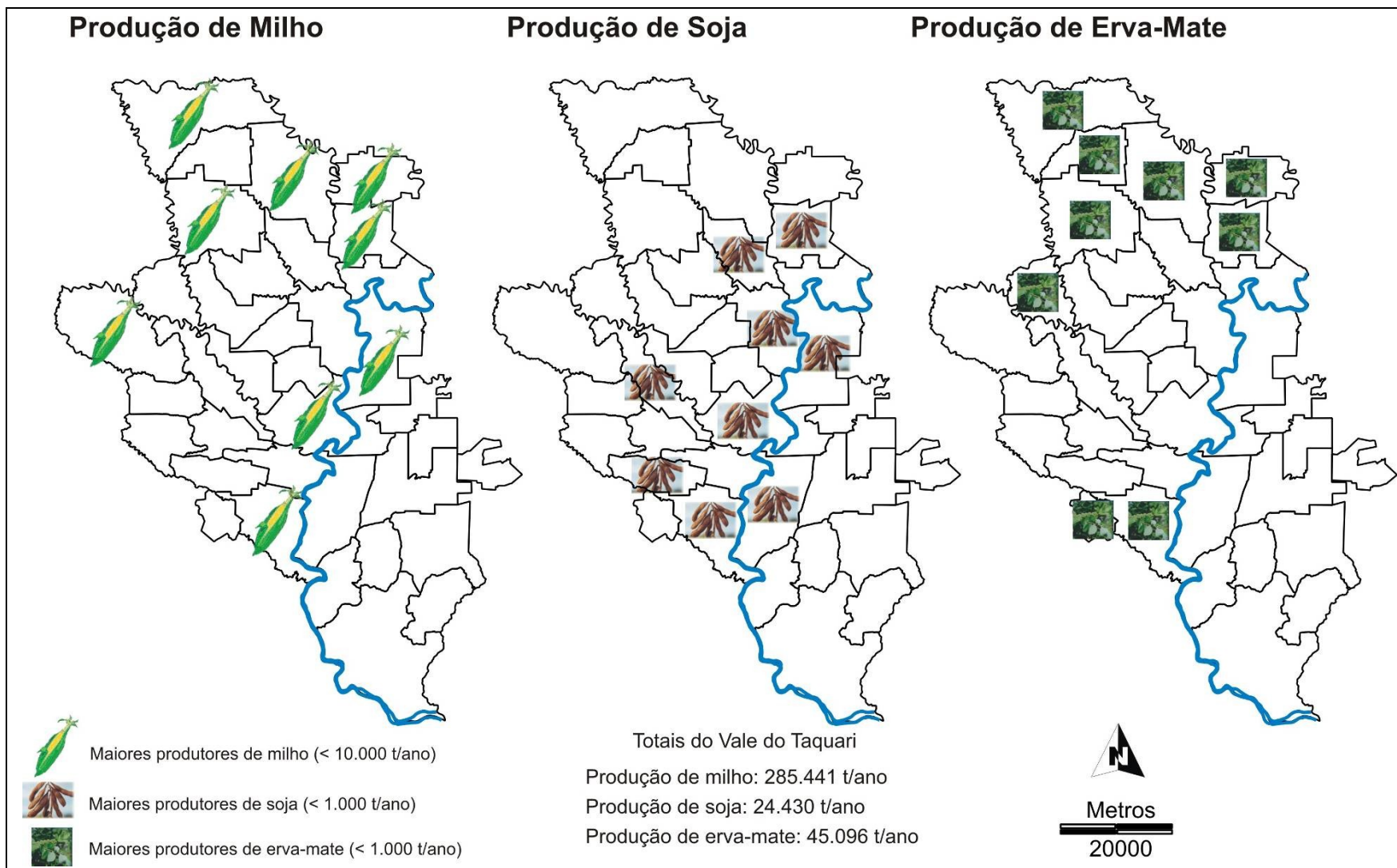
**TABELA 10 - Produção anual das principais culturas do Vale do Taquari**

<b>Tipo de Cultivo</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Toneladas/Ano</b>
Milho	861,77	306.441
Erva-Mate	151,04	74.696
Fumo	125,38	27.120
Soja	111,99	25.060
Feijão	49,31	5.238
Mandioca	46,94	76.961
<b>Total</b>	<b>1.346,43</b>	<b>515.516</b>

Fonte: Secretarias Municipais de Agricultura do Vale do Taquari (2000)

Com relação aos demais cultivos agrícolas presentes e com destaque no Vale do Taquari (trigo, cana-de-açúcar, pastagem cultivada, frutas e hortaliças), os dados existentes são de anos posteriores aos das imagens utilizadas, portanto, alterariam a análise no período proposto. A Figura 17 apresenta os dez municípios com maior produção de milho, soja e erva-mate do Vale do Taquari.

A área cultivada mapeada neste estudo representa 1.641,67 km<sup>2</sup> (164.167 ha), correspondendo a 33,71% da área do Vale do Taquari. Este valor é 6,06% superior à soma das áreas ocupadas pelas culturas constantes na Tabela 9. Como para algumas culturas não existem informações disponíveis sobre a produção anual, entende-se que a atividade agrícola no Vale do Taquari apresenta-se estável.



Fonte: Da autora, com base em informações fornecidas pelas Secretarias Municipais de Agricultura do Vale do Taquari (2000).

**FIGURA 17 - Municípios que apresentam destaque no cultivo de milho, soja e erva-mate**



Com a super-utilização das planícies pela agricultura, passou-se a ocupar também áreas de encosta e topos de morro para a prática de cultivos cíclicos. Esta utilização inadequada do solo gerou um aumento dos processos erosivos e a degradação do mesmo. Atualmente esta utilização tem diminuído devido ao êxodo rural, tendo-se verificado a gradativa recuperação destes ambientes. A Figura 18 ilustra a paisagem típica das áreas agrícolas encontradas no Vale do Taquari.

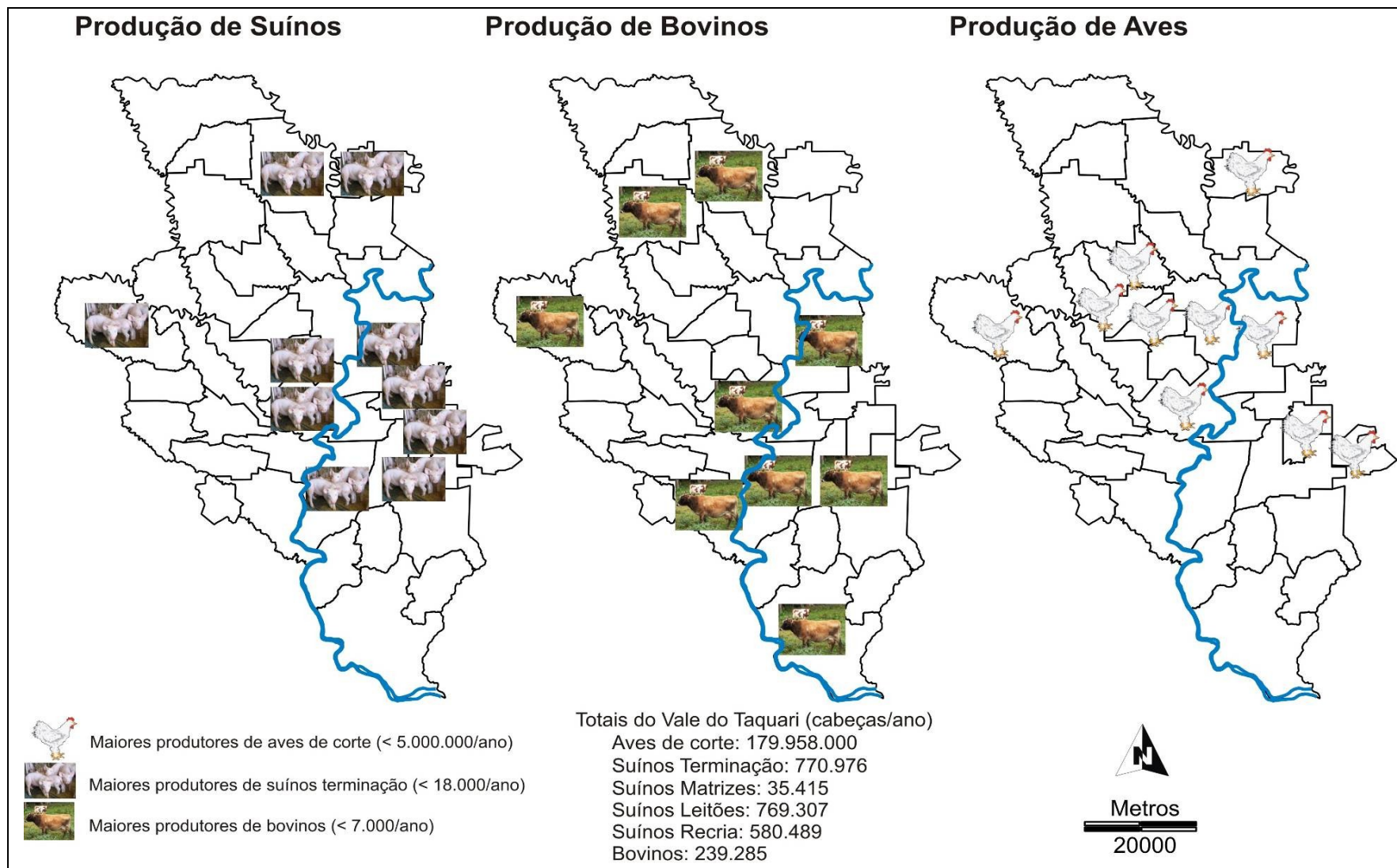


*Foto da autora (05/2006)*

**FIGURA 18 - Paisagem característica do Vale do Taquari: culturas anuais localizadas no entorno das margens do Rio Taquari**

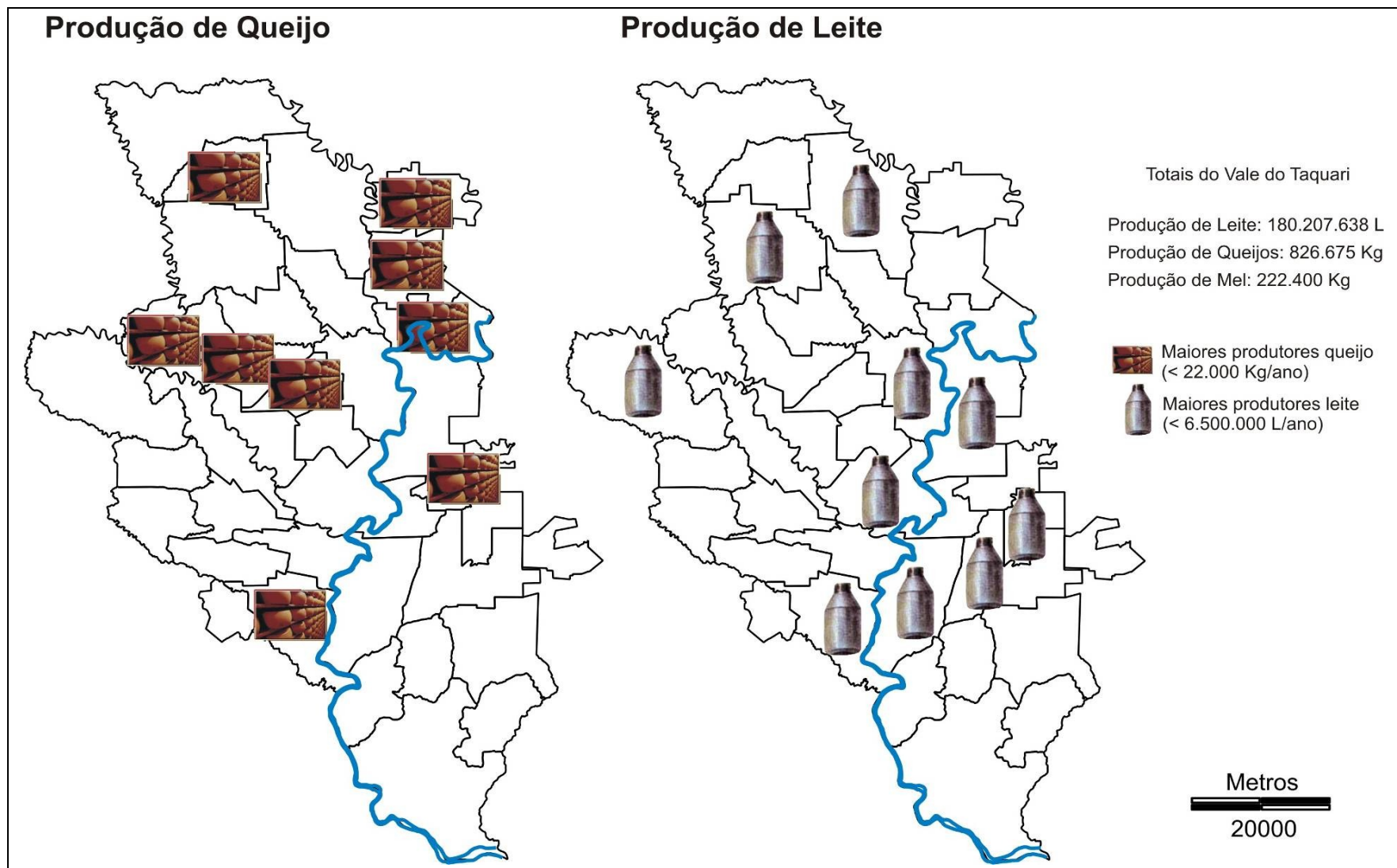
Com relação à produção animal, o Vale do Taquari apresenta elevado destaque no cenário estadual, principalmente no que se refere à suinocultura, avicultura e gado de corte. A Figura 19 apresenta os totais da produção agrícola do Vale do Taquari e os municípios com destaque nestas atividades. Os produtos de origem animal (beneficiamento do leite, do queijo e do mel) são outro destaque do Vale do Taquari (Figura 20). O desenvolvimento da indústria coureira-calçadista acompanhou a elevada produção animal, de modo que em 2000 estiveram instalados 11 curtumes e 18 indústrias de calçados no Vale do Taquari (Figura 21). Devido ao fechamento de algumas indústrias calçadistas, esse número atualmente é um pouco menor. Além destes ainda têm destaque as seguintes agroindústrias: Abatedores

(27), alambique (61) carvão (34), Conserva (12), Embutidos (23) ervateira (20) laticínio (14), moinho (30), serraria (37) e melado / rapadura (24).



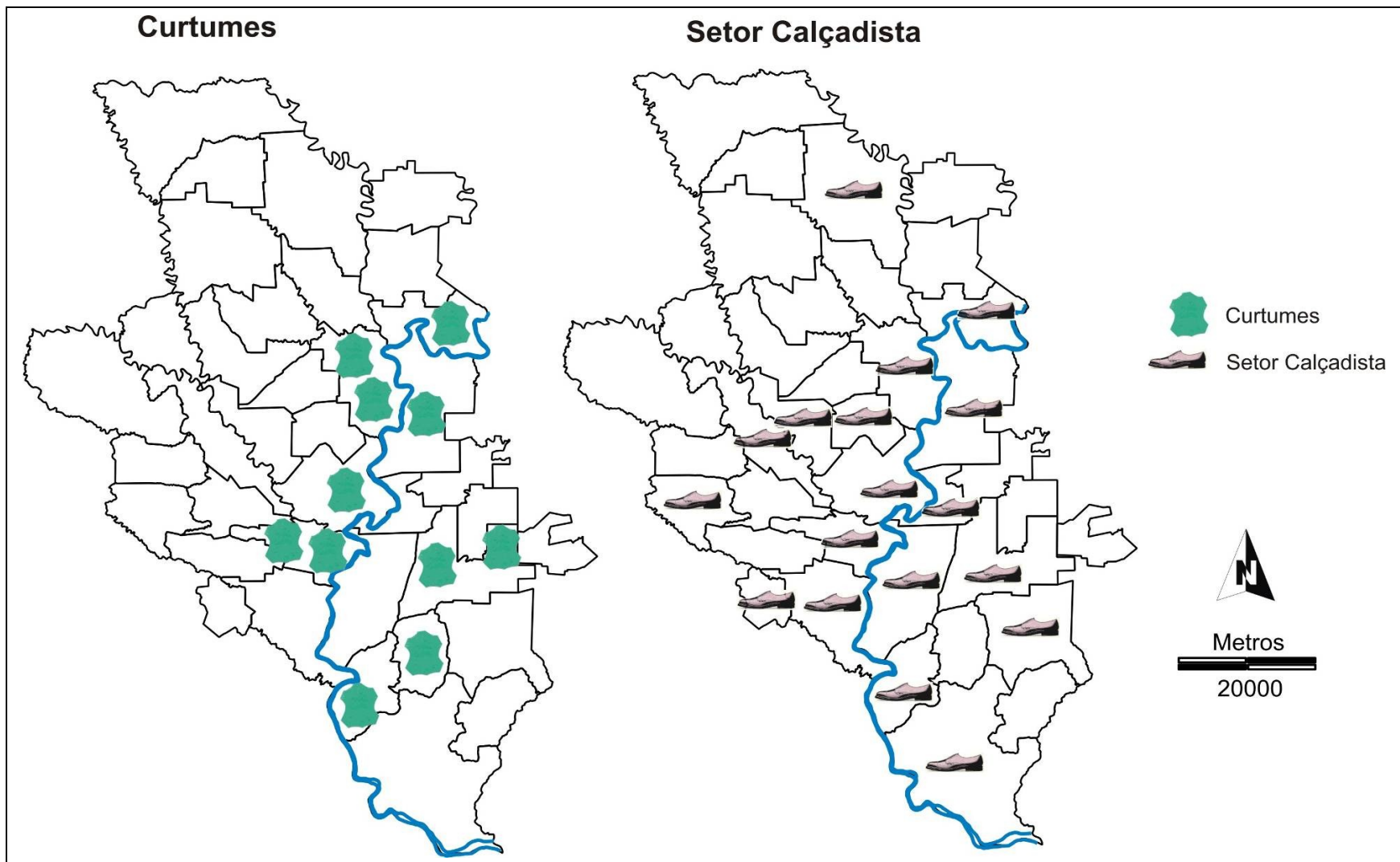
Fonte: Da autora, com base em informações fornecidas pelas Secretarias Municipais de Agricultura do Vale do Taquari (2000).

**FIGURA 19 - Totais do Vale do Taquari na produção animal e municípios com destaque no Vale do Taquari**



Fonte: Da autora, com base em informações fornecidas pelas Secretarias Municipais de Agricultura do Vale do Taquari (2000).

**FIGURA 20 - Produtos de origem animal do Vale do Taquari**



Fonte: Da autora, com base em informações fornecidas pelas Secretarias Municipais de Agricultura do Vale do Taquari (2000).

**FIGURA 21 - Localização das principais indústrias de beneficiamento do couro no Vale do Taquari**

### 2.3.5.7. Solo Exposto

As áreas de solo exposto são áreas caracterizadas por não apresentarem nenhum tipo de cobertura, ou seja, apresentam-se desnudos. Geralmente estas áreas encontram-se sem cobertura por estarem sendo preparadas para o plantio. Desta forma, as áreas ficam com o solo exposto num período em que a terra está sendo preparada para a implantação posterior de determinada cultura cíclica. Consideraram-se as áreas de solo exposto como áreas agrícolas.

Os locais mais críticos de solo exposto são os decorrentes de atividade de mineração (extração de basalto, saibro e argila). Além destes locais, o corte de áreas de Floresta Industrial, principalmente as localizadas em encostas íngremes, tem contribuído para aumentar a criticidade das áreas de solo exposto.

A área mapeada de solo exposto foi de 243,69 km<sup>2</sup>, valor que corresponde a 5% da área do Vale do Taquari. O valor baixo indica que as áreas agrícolas, em janeiro de 2003 (data da imagem) estão com culturas implantadas aguardando a colheita. A Figura 22 ilustra como é a fisionomia das áreas de solo exposto, que estão sendo preparadas para receber culturas cíclicas.



*Foto Úrsula Arend (10/2008)*

**FIGURA 22 - Área sendo preparada para receber culturas cíclicas**

#### **2.3.5.8. Áreas Urbanas**

O Vale do Taquari não apresenta adensamentos urbanos consideráveis. Apesar de não apresentar cidades de grande porte, o Vale do Taquari apresenta na sua porção central, várias cidades de porte médio localizadas muito próximas umas das outras. Os principais adensamentos urbanos são os da cidade de Lajeado, que possui a maior densidade populacional do interior do estado, Estrela, Taquari, Teutônia, Encantado, Arroio do Meio, Bom Retiro do Sul e Cruzeiro do Sul. A característica mais marcante é que todas estas cidades, com exceção de Teutônia, localizam-se à margem do Rio Taquari. As demais cidades ou sedes municipais do Vale do Taquari, em geral, não apresentam população urbana superior a 3.000 habitantes e emanciparam-se recentes (a partir da década de 90).

#### **2.3.5.9. Banhados**

Constituem-se de áreas úmidas, com ou sem áreas alagadas, com presença ou não de espécies arbóreas características de ambientes úmidos como a corticeira-do-banhado (*Erythrina crista-galli*), salseiro (*Salix humboldtiana*) e maricá (*Mimosa binucronata*), como também a presença frequente de espécies exóticas como inhame (*Alocasia cucullata*), copo-de-leite (*Zantedeschia aethiopica*) e nativas como chapéu-de-couro (*Echinodorus grandiflorus*).

Os banhados têm sofrido forte pressão antrópica através da utilização destas áreas para o cultivo de eucalipto e pela construção de açudes. Áreas de banhado foram mapeadas na região sul do Vale do Taquari, representando 22,75 km<sup>2</sup>, que corresponde a 0,47% da área total do Vale do Taquari.

#### **2.3.6. Uso e Cobertura da terra das Áreas de Preservação Permanente (APP)**

A Tabela 11 apresenta a tipologia das áreas de preservação permanente delimitadas no Vale do Taquari e a área correspondente:

**TABELA 11 - Tipologia das Áreas de Preservação Permanente delimitadas no Vale do Taquari**

APP	Área (km <sup>2</sup> )	%
Ambiente Ripário *	461,73	66,85
Topo de Morro	183,5	26,56
Declividade maior que 100% (45°)	22,80	3,30
Banhados	22,75	3,29
Total	690,78	100,00

\* Foi considerada a calha do rio para a determinação do ambiente ripário e não a quota máxima de enchente, como estipulado pela legislação.

A delimitação das áreas de preservação permanente somadas as quatro tipologias resultou numa área mapeada de 690,78 km<sup>2</sup>, ou seja, 14,18% da área do Vale do Taquari é de Preservação Ambiental (APP). A Tabela 12 apresenta o uso e ocupação da terra das áreas de preservação permanente e a área correspondente de cada uso e ocupação.

**TABELA 12 - Cenário do uso e cobertura da terra das APPs do Vale do Taquari**

Classe de Uso da terra	Área (km <sup>2</sup> )	%
Floresta Estacional	222,51	32,21
Floresta Ombrófila Mista	72,70	10,52
Floresta Industrial	50,94	7,37
Vegetação Pioneira	91,50	13,25
Campos (Nativos e Antrópicos)	31,60	4,57
Agricultura	168,75	24,43
Solo Exposto	24,50	3,55
Áreas Urbanas	5,53	0,80
Banhados	22,75	3,29
Total	690,78	100,00

Segundo Costa *et al* (1996), as APPs foram criadas para proteger o ambiente natural, o que significa que não são áreas apropriadas para serem utilizadas, independente do uso, devendo estar cobertas com a vegetação original. A cobertura vegetal nestas áreas irá atenuar os efeitos erosivos e a lixiviação dos solos, contribuindo também para regularização do fluxo hídrico, redução do assoreamento dos cursos de água e reservatórios, e trazendo benefícios para a fauna.



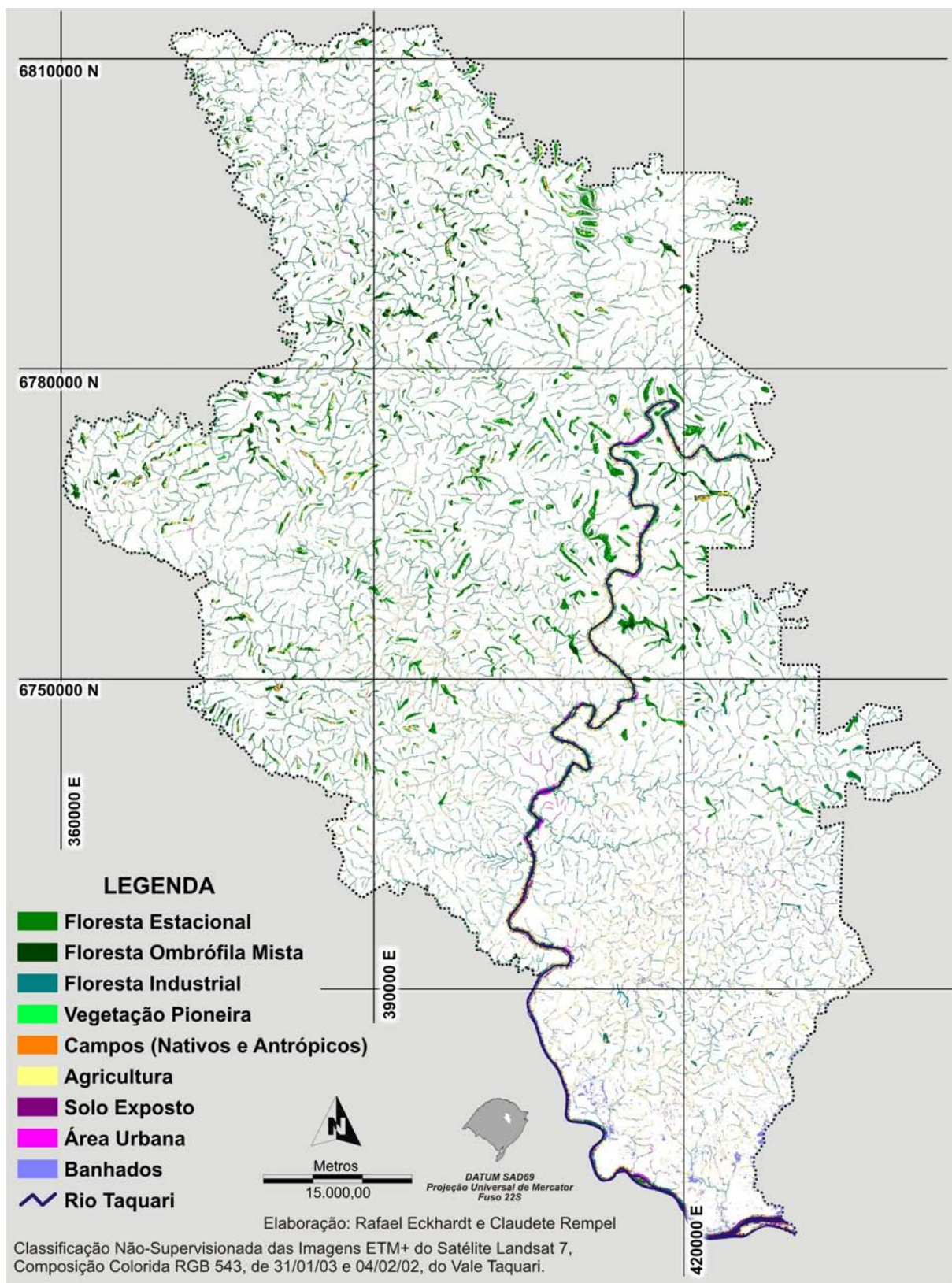
Observando a Tabela 12 pode-se verificar que aproximadamente 60% da APP apresenta uso ou cobertura da terra adequado, não estando em conflito com a legislação que regulamenta as APPs. As áreas que estão em conflito são os usos antrópicos decorrentes da expansão agrícola e urbana: floresta industrial, poteiros (campos antrópicos), culturas anuais e áreas urbanas, representando 40,50% da área de APP em conflito. Destes, o uso e ocupação da terra mais problemático são as áreas de agricultura que representam 24,43% da área das APPs. A Figura 23 apresenta o mapa de uso e cobertura da terra das áreas de preservação permanentes mapeadas no Vale do Taquari.

### **2.3.7. Uso e Cobertura da terra das Áreas de Uso Restrito**

As áreas de uso restrito, por apresentarem uma relativa fragilidade ambiental, são bastante seletivas quanto aos usos à que podem ser submetidas, porém isto não implica na inviabilização do uso deste território. Em termos práticos, o uso destas áreas requer uma série de restrições, condicionantes de manejo, bem como o emprego de modelos ou tecnologias de exploração adequadas.

Seguindo as definições do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (Ramalho Filho & Beek, 1995), neste estudo foram consideradas como áreas de uso restrito as declividades localizadas no intervalo de 20 a 100%, apesar de outras variáveis serem também importantes, como o tipo de solo, permeabilidade, espessura do solo etc. A área mapeada como área de uso restrito foi de 1.869,24 km<sup>2</sup>, o que representa 38,39% da área do Vale do Taquari.

A Tabela 13 apresenta o cenário do uso e cobertura da terra das áreas de uso restrito do Vale do Taquari.



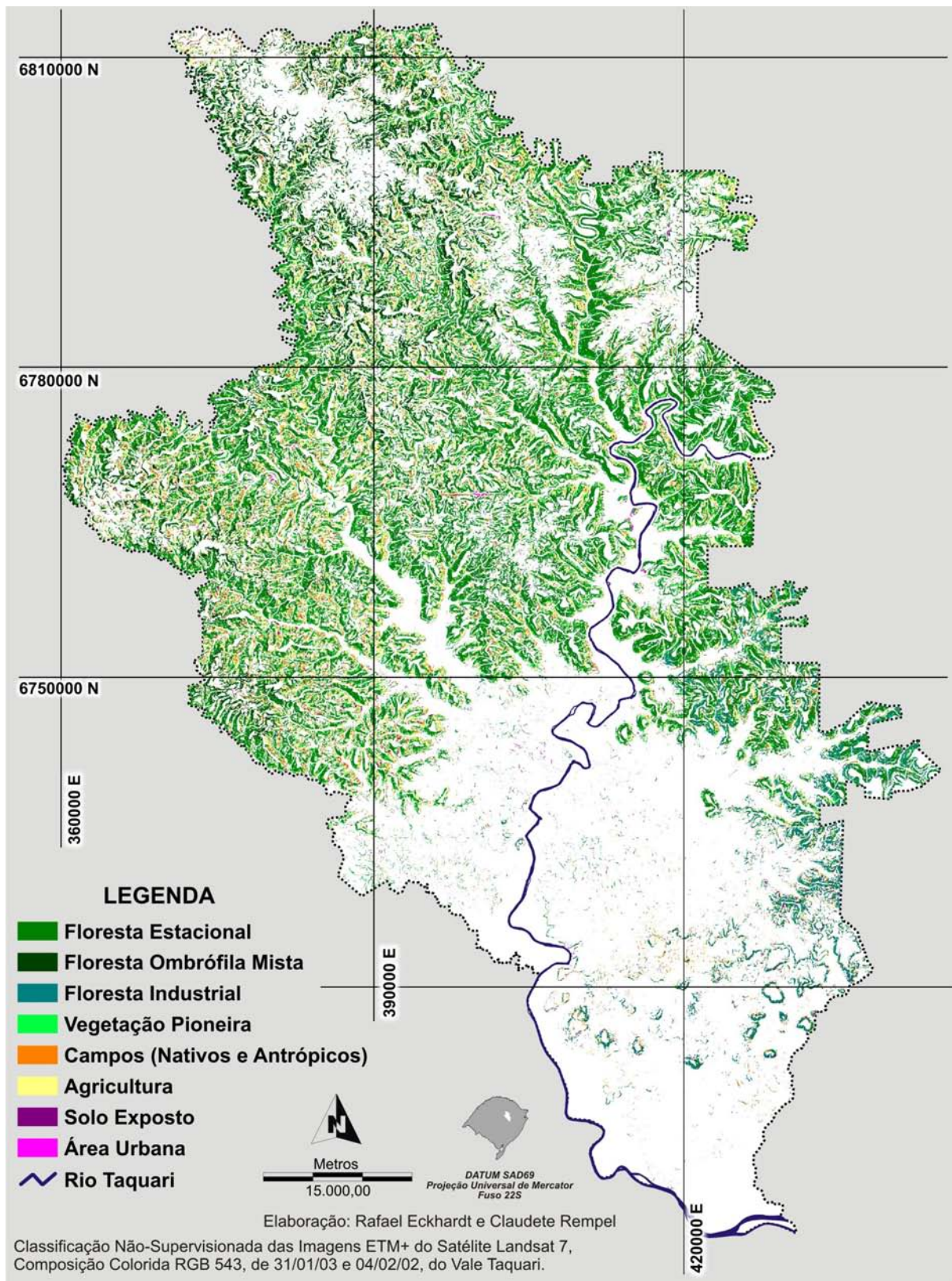
**FIGURA 23 - Cenário do uso e cobertura da terra das áreas de preservação permanente**

**TABELA 13 - Cenário do uso e cobertura da terra das áreas de uso restrito do Vale do Taquari**

<b>Classe de Uso da terra</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>%</b>
Floresta Estacional	749,45	40,09
Floresta Ombrófila Mista	211,94	11,34
Floresta Industrial	65,76	3,52
Vegetação Pioneira	267,76	14,32
Campos (Nativos e Antrópicos)	78,36	4,19
Agricultura	454,45	24,31
Solo Exposto	38,98	2,09
Áreas Urbanas	2,54	0,14
<b>Total</b>	<b>1.869,24</b>	<b>100</b>

Observando a tabela acima constata-se que 51,43% da área mapeada como área de uso restrito apresentam vegetação nativa original. O cultivo de espécies exóticas ocorre, mas normalmente por se tratarem de áreas pequenas e muitas vezes inseridas na Vegetação Pioneira e na vegetação clímax, o valor é pouco expressivo. Da área de uso restrito, 30,59% é ocupada por atividade agropecuária, sendo que as áreas agrícolas perfazem 24,31%. A área ocupada por Vegetação Pioneira corresponde a 14,32%. Como o uso agrícola tradicional destas áreas é dificultado pelo relevo, predominam áreas com vegetação arbórea. A soma de todas as formas de vegetação, incluindo a Floresta Industrial, representa 69,27% da área de uso restrito do Vale do Taquari.

São consideradas como atividades aceitáveis nas áreas de uso restrito, o turismo, a recreação, o lazer, a viticultura, a olericultura associada a estufas e sistemas especiais de irrigação, pastoreio extensivo, fruticultura e a silvicultura. Quando da urbanização destas áreas, o processo seguramente deve ocupar-se de aspectos relativos ao abastecimento de água, ao tratamento de efluentes e a disposição e destinação de resíduos sólidos. Contrapostos aos usos supracitados, são considerados como inadequados: a implantação de polos industriais, polos de beneficiamento e extração mineral, sistemas agrícolas intensivos não tecnificados e urbanização descontrolada. A Figura 24 apresenta o mapa do uso e cobertura da terra das áreas de uso restrito mapeadas no Vale do Taquari.



**FIGURA 24 - Cenário do uso e cobertura da terra das áreas de uso restrito**

### 2.3.8. Uso e Cobertura da terra das Áreas de Uso Intensivo

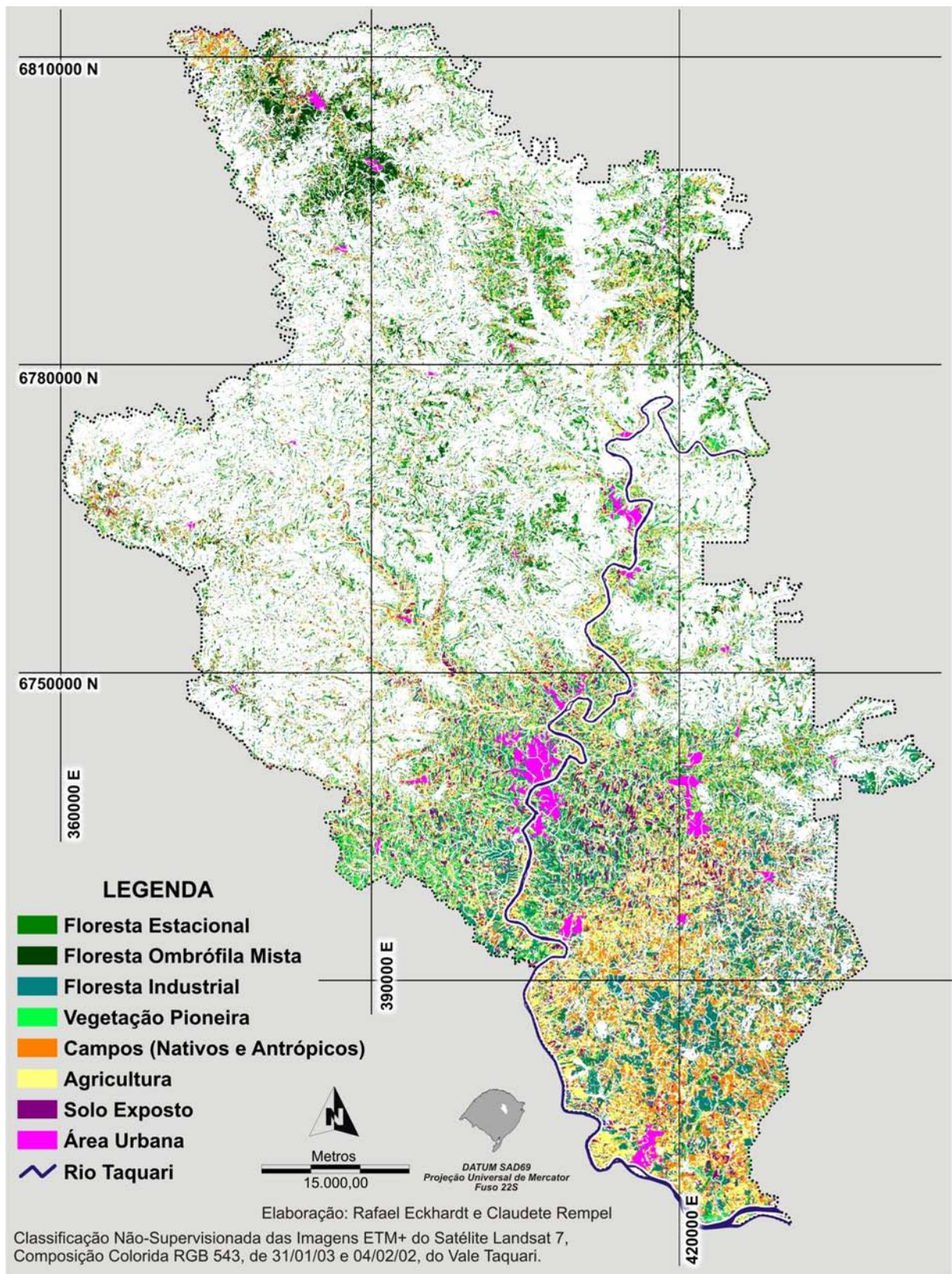
As áreas de uso intensivo não oferecem maiores restrições a gama de atividades potenciais da região, como, por exemplo, o desenvolvimento de agroindústrias, urbanização, implementação de pecuária intensiva, agricultura intensiva, turismo, e outros regimes de utilização.

Considerando o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (Ramalho Filho & Beek, 1995), as declividades de 0 a 13% compreendem solos aptos à agricultura, desde que com uso de práticas conservacionistas simples. Declividades de 13 a 20% dependem de práticas intensivas de controle à erosão. Desta forma, neste estudo foram consideradas como áreas de uso intensivo as declividades delimitadas no intervalo de 0 a 20%. A área mapeada foi de 2.195,06 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 45,08% da área do Vale do Taquari. A Tabela 14 apresenta o cenário do uso e cobertura da terra das áreas de uso intensivo do Vale do Taquari.

**TABELA 14 - Cenário do uso e cobertura da terra das áreas de uso intensivo do Vale do Taquari**

<b>Classe de Uso da terra</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>%</b>
Floresta Estacional	303,85	13,84
Floresta Ombrófila Mista	134,86	6,14
Floresta Industrial	218,04	9,93
Vegetação Pioneira	296,92	13,53
Campos (Nativos e Antrópicos)	235,46	10,73
Agricultura	774,75	35,30
Solo Exposto	180,21	8,21
Áreas Urbanas	50,97	2,32
Total	2.195,06	100,00

Conforme pode ser observado na Tabela 14, do total da área mapeada como área de uso intensivo, apenas 19,98% da área apresenta vegetação nativa original (Floresta Estacional e Floresta Ombrófila Mista) e 13,53% de vegetação pioneira. O restante da área (66,49%) apresenta usos antrópicos, sendo que a atividade agropecuária representa 54,24% (soma de agricultura, solo exposto e campos). A Figura 25 apresenta o mapa do uso e cobertura da terra das áreas de uso intensivo mapeadas no Vale do Taquari.

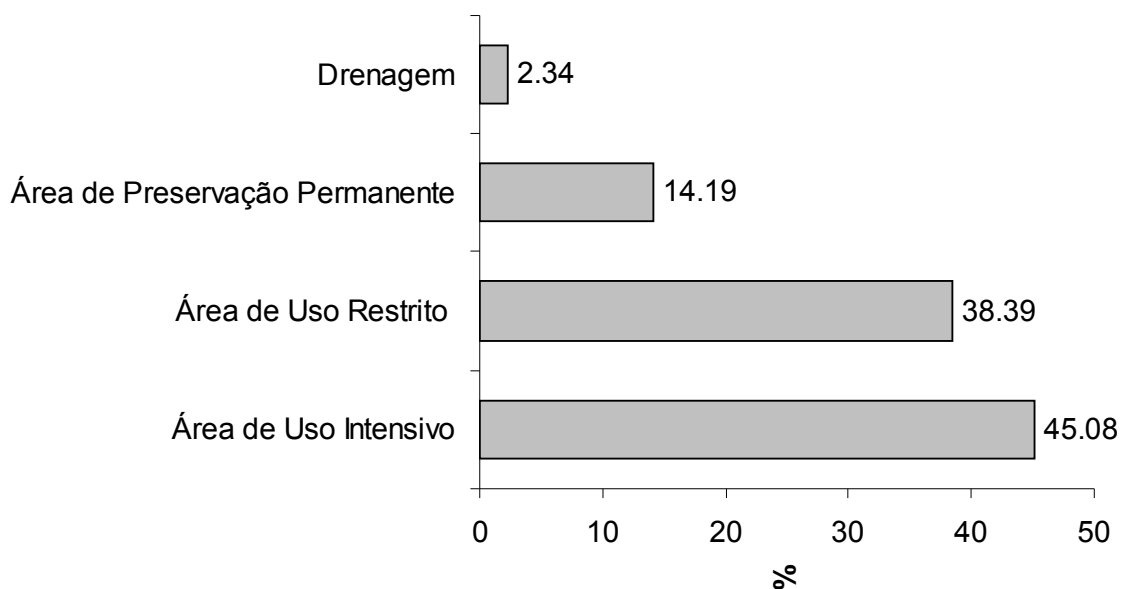


**FIGURA 25 - Cenário do uso e ocupação da terra das áreas de uso intensivo**

### 2.3.9. Delimitação das áreas de risco, sem risco e em conflito com a legislação

As diferentes ações antrópicas sobre o meio ambiente conduzem a consequências ambientais também diferenciadas. Este fato, imposto pela ocupação do espaço e pela necessidade de uso dos recursos naturais da região, reflete na utilização do território ao longo dos anos, compondo o quadro ambiental. É neste momento que a avaliação dos riscos ambientais é tratada como um possível instrumento de intervenção futura, dado o conjunto de informações agregadas para configurar o quadro atual da área de estudo.

A Figura 26 apresenta um gráfico síntese da representatividade das áreas de drenagem, das áreas de preservação permanente (APP), das áreas de uso restrito e das áreas de uso intensivo, em relação à área total do Vale do Taquari. Por esta figura constata-se que, segundo a metodologia mais empregada para o zoneamento ambiental, 45,08% do Vale do Taquari está enquadrado na Área de Uso Intensivo e apenas 14,19% é Área de Preservação e desta área, apenas 46% não apresenta risco.



**FIGURA 26 - Distribuição da área do Vale do Taquari em drenagem, APP, área de uso restrito e área de uso intensivo**

A Tabela 15 apresenta a situação geral da condição de uso presente nas áreas de preservação permanentes, nas áreas de uso restrito e nas áreas de uso intensivo. A Tabela 16 apresenta o total geral das áreas sem risco, de risco e de conflito no Vale do Taquari e o mapa de zoneamento ambiental do vale do Taquari, apresentando as áreas de risco e que apresentam conflito com a legislação, está na Figura 27.

**TABELA 15 - Cenário do uso e cobertura da terra das áreas de proteção permanente (APP), uso restrito (AUR) e uso intensivo (AUI) em km<sup>2</sup>**

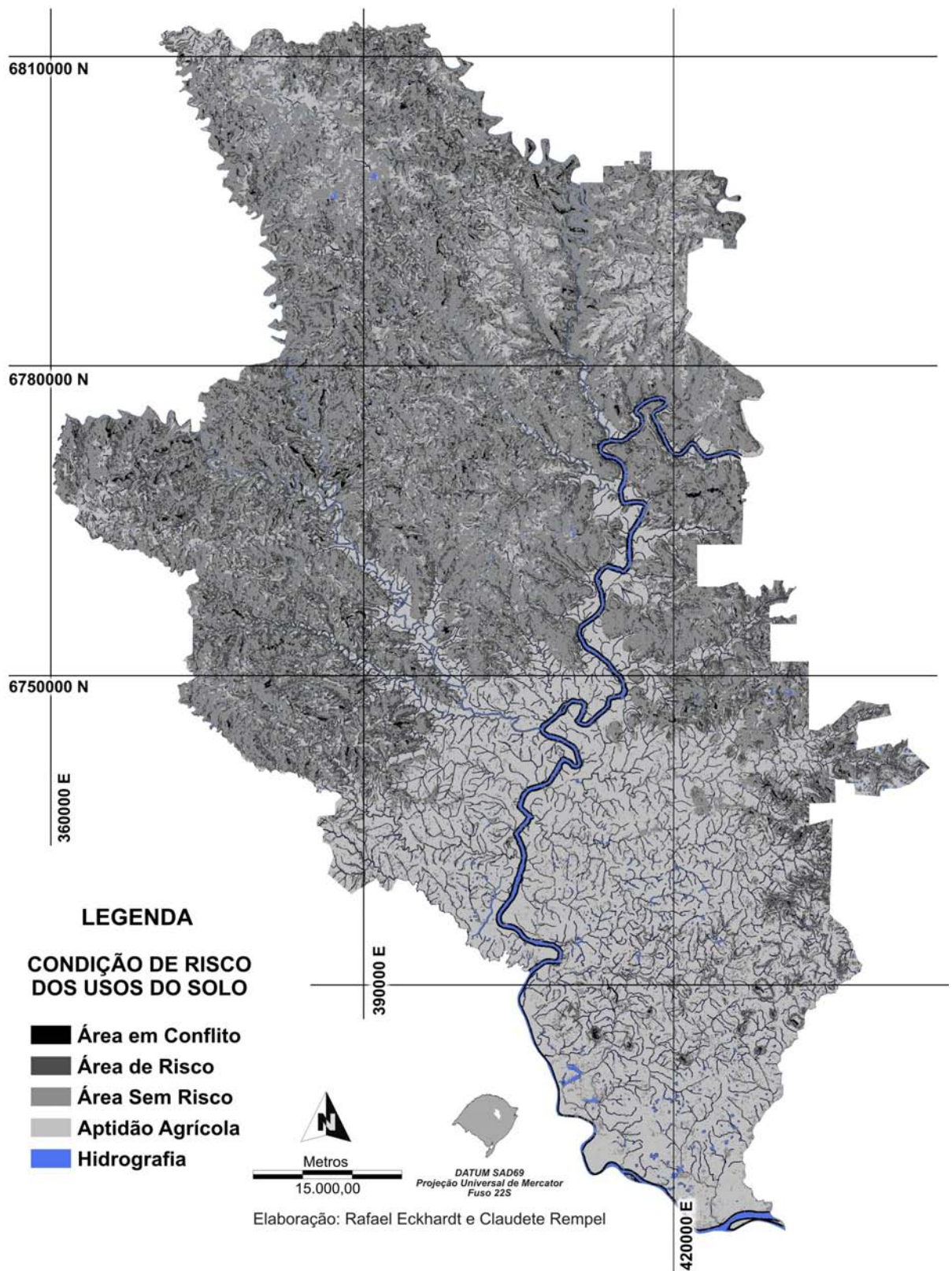
Classe de uso da terra	APP			AUR		AUI		Total*	%
	Sem risco	Risco	Conflito	Sem risco	Risco	Sem Risco	Aptidão Agrícola		
Floresta Estacional	222,51			749,45		303,85		1.275,81	26,8%
Floresta Ombrófila Mista	72,70			211,94		134,86		419,5	8,8%
Floresta Industrial			50,94		65,76		218,04	334,74	7,0%
Vegetação Pioneira		91,50			267,76		296,92	656,18	13,8%
Campos (Nativos e Antrópicos)			31,60		78,36		235,92	345,88	7,3%
Agricultura			168,75		454,45		774,75	1.397,95	29,4%
Solo Exposto			24,50		38,98		180,21	243,69	5,1%
Áreas Urbanas			5,53		2,54		50,97	59,04	1,2%
Banhados	22,75							22,75	0,5%
Totais parciais	317,96	91,50	281,32	961,39	907,85	438,71	1.756,81		
Total geral		690,78			1.869,24		2.195,52	4.755,54	100%
%		14,53%			39,31%		46,17%		

\* Excluída a hidrografia (113,96km<sup>2</sup>)

**TABELA 16 - Quadro síntese das áreas de risco e/ou conflito do Vale do Taquari**

Condição do Uso	Área Total (km <sup>2</sup> )	%
Sem Risco	1.718,06	35,28
Com Aptidão Agrícola	1.756,81	36,08
Risco	999,35	20,52
Conflito	281,32	5,78
Drenagem	113,96	2,34
Total	4.869,04	100





**FIGURA 27 - Mapa da condição de risco do uso da terra do Vale do Taquari**

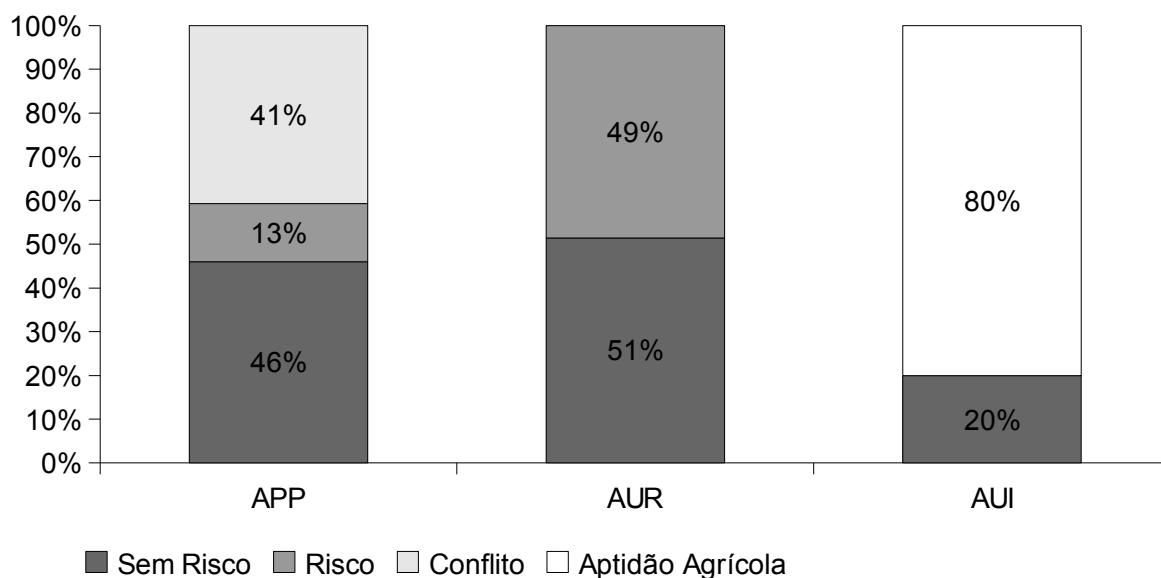
A análise da Tabela 16 e da figura 27 revela que 281,32 km<sup>2</sup> (40,73%) da área de preservação permanente apresenta uso e ocupação da terra em conflito, o que corresponde a 5,78% da área do Vale do Taquari. O conflito de maior impacto nestas áreas é o do uso agrícola, abrangendo 168,75 km<sup>2</sup>, valor que corresponde a 59,98% da área em conflito, 24,43% da APP e 3,47% da área do Vale do Taquari. Os demais usos em conflito nas APPs são a Floresta Industrial, os Campos Antrópicos e as áreas de Solo Exposto, que somadas correspondem a 38,05% da área de conflito, 15,50% da APP e 2,20% da área do Vale do Taquari. As áreas urbanas correspondem a 1,97% da área em conflito. As áreas de risco nas APPs somam 91,50 km<sup>2</sup>, valor que corresponde a 13,25% da APP. O restante da área de APP (46,03%) não apresenta conflito, apresentando cobertura vegetal nativa.

Quanto aos resultados mapeados nas áreas de uso restrito, a área de risco de impacto ambiental corresponde a 907,85 km<sup>2</sup>, valor que corresponde a 48,57% da área de uso restrito e 18,65% da área do Vale do Taquari. A área de maior risco de impacto também é uso agrícola cobrindo 454,45 km<sup>2</sup> ou 24,31% da área de uso restrito, seguido da área de Vegetação Pioneira com 267,76 km<sup>2</sup>, valor que corresponde a 14,32% da área de uso restrito. Os demais tipos de uso (Floresta Industrial, Campos Antrópicos, área de Solo Exposto e Área Urbana) somam 185,64 km<sup>2</sup> (9,93% da área de uso restrito). 961,36 km<sup>2</sup> (48,82% da área de uso restrito) constituem-se de áreas vegetadas sem risco de impacto ambiental.

As áreas sem risco são as que apresentam cobertura florestal independente da classe de uso da terra (APP, AUR ou AUI). As áreas com aptidão agrícola são as que suportam, no longo prazo, os usos que atualmente lhe estão imputados. Desta forma, todos os usos presentes da área de uso intensivo apresentam-se como área sem risco ou com aptidão agrícola. Os destaques na área sem risco são as áreas utilizadas na atividade agropecuária, que perfazem 1.190,42 km<sup>2</sup> (54,23% da área de uso intensivo). A Floresta Industrial corresponde a 218,04 km<sup>2</sup> da área de uso intensivo (9,93%). Cabe a ressalva que a área vegetada, sem considerar a Floresta Industrial, corresponde a 735,63 km<sup>2</sup> (floresta estacional, floresta ombrófila mista e vegetação pioneira) (33,51% da área de uso intensivo), área que não há restrição legal para sua utilização como área agrícola, ressalvada a reserva legal.

Como síntese do cenário de situação de risco, figura 28, tem-se como área de conflito 5,78% (281,32 km<sup>2</sup>) da área do Vale do Taquari. Como área de risco 20,52%

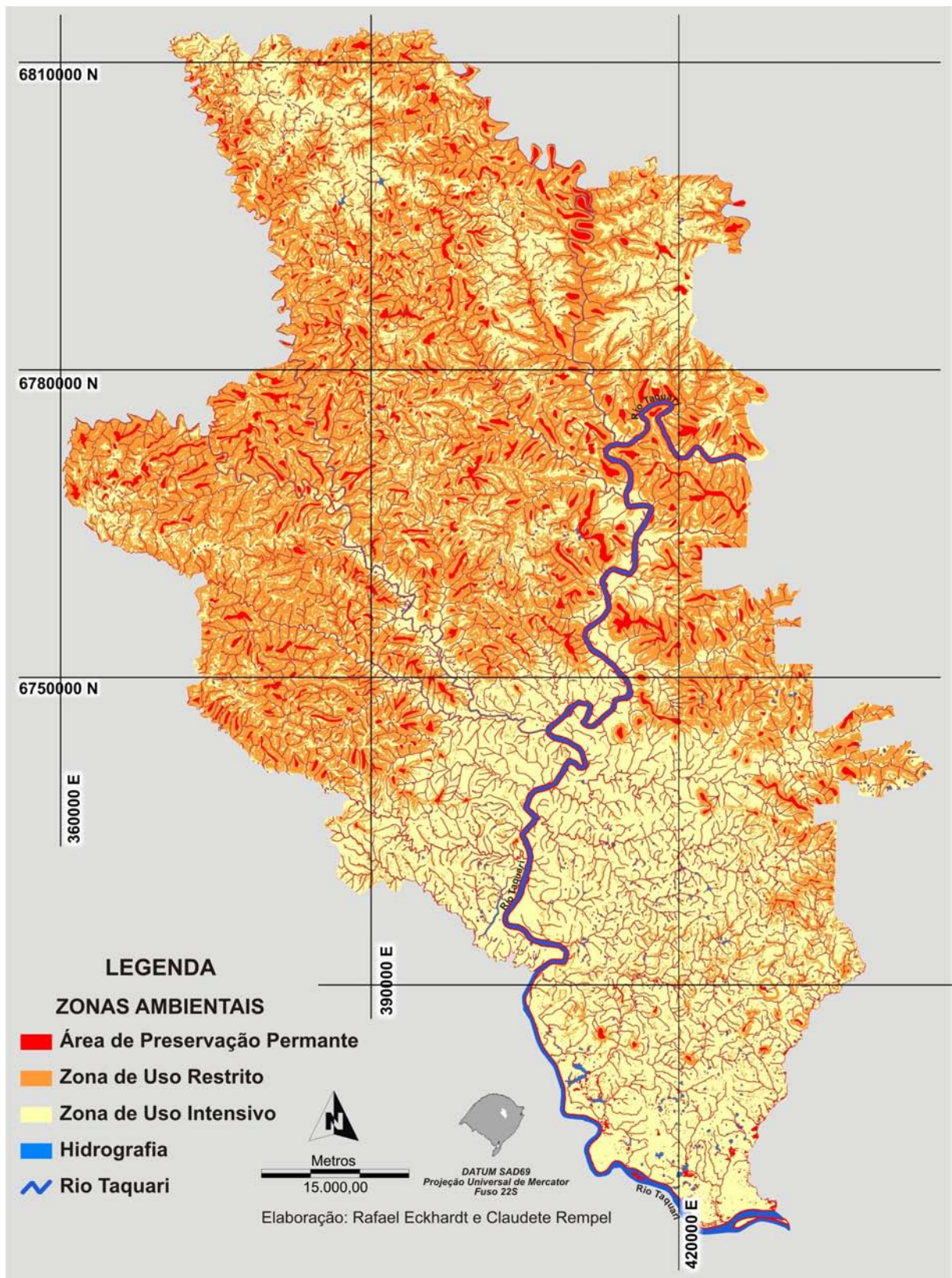
(999,35 km<sup>2</sup>) da área do Vale do Taquari e como área sem risco 71,36% (3.474,41 km<sup>2</sup>) da área do Vale do Taquari.



**FIGURA 28 - Distribuição, em km<sup>2</sup>, da condição de risco do uso e cobertura da terra por zona ambiental (APP, AUR e AUI)**

### **2.3.10. Zoneamento ambiental em bases da Ecologia de Paisagem e suas métricas**

O procedimento metodológico para obtenção do mapa de zoneamento ambiental consistiu na identificação das áreas sem risco, das áreas de risco e das áreas de conflito, com base nos tipos de uso e ocupação da terra presentes nas áreas de proteção permanente, nas áreas de uso restrito e nas áreas de uso intensivo. Após a geração do mapa do “Zoneamento Ambiental do Vale do Taquari” (Figura 29), em meso escala - semi detalhada conforme Cendrero (1989), foi feita a análise da ecologia de paisagem, através das métricas da paisagem apresentadas pelo *software* Fragstat 3.1 (McGarigal *et al*, 2002).



**FIGURA 29 - Zoneamento Ambiental do Vale do Taquari baseado na legislação e na metodologia proposta pela EMBRAPA**

De posse dos mapas de uso e cobertura da terra do Vale do Taquari e de uso e cobertura da terra nas APPs, AUR e AUI, foi possível calcular os índices de ecologia de paisagem para as quatro imagens. Estes mapas foram reclassificados através dos comandos Edit e Assign, identificando as áreas de FE com o valor 1, as áreas de FOM com valor 2 e as demais classes de uso e cobertura da terra com valor 99. Para o fundo preto, foi colocado o valor -99, por ser representado pelo *background* externo, área esta que não faz parte da paisagem de interesse. O valor negativo é para que o software entenda que esta área é externa a área de estudo. As demais classes foram também consideradas como *background*, porém, o valor positivo indica que estas classes pertencem à paisagem, portanto, todas as métricas que tiverem em sua composição dados referentes à área total da paisagem, esta área de *background* interno será considerada. Após a reclassificação, todas as imagens foram convertidas para o formato ASCII, pelo comando Convert, presente no Idrisi. Foi elaborado um arquivo \*.txt com as informações referentes as classes presentes na imagem reclassificada. Este arquivo deve apresentar, nesta sequência, o identificador da classe, nome da classe, se será ou não processada e acrescentada nos resultados (utilizando true ou false) e por último, se será (true) ou não (false) considerada como *background*. No caso das classes de uso e cobertura da terra referente a FE, FOM, outras classes e *background*, a linha que as descrevem devem ser apresentadas uma abaixo da outra, da seguinte forma: 1, FE, true, false; 2, FOM, true, false; 99, outras classes, false, false; -99, background, false, true. Para a definição dos fragmentos, foi selecionada a regra de 8 pixels adjacentes, o qual considera 4 *pixels* na ortogonal e 4 *pixels* na diagonal da mesma classe para formar um fragmento.

Para o cálculo do índice CPLAND é necessário que o usuário informe uma determinada faixa de borda. O valor utilizado neste trabalho foi de 45 metros, o que representa 3 *pixels* (resolução espacial das imagens utilizadas é de 15 metros). A área sob efeito de borda é bastante complexa de se estimar, já que depende das condições do meio, da espécie avaliada e fatores ecológicos considerados.

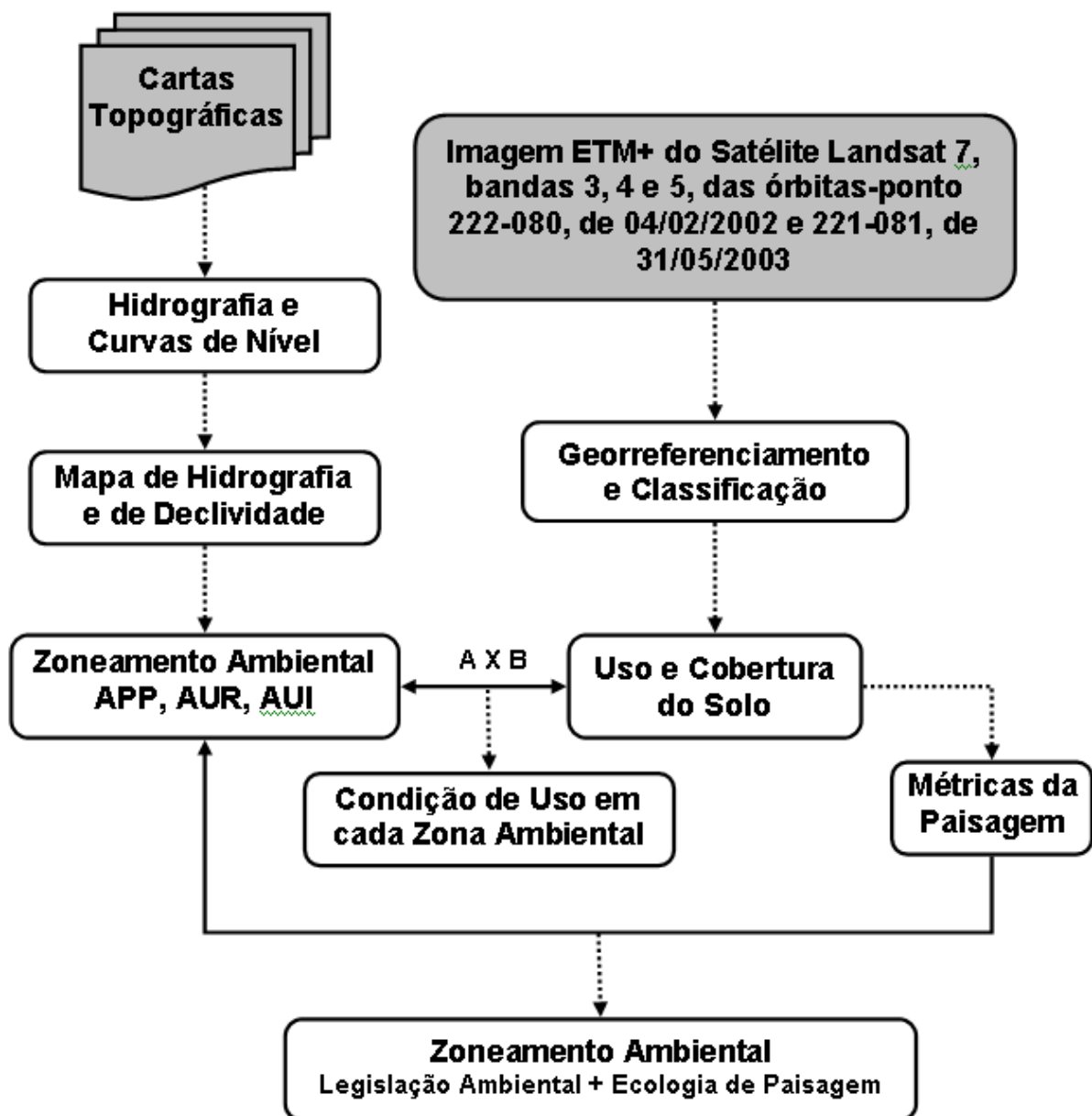
O tamanho médio (AREA-MN) e a densidade de fragmentos (PD) são parâmetros que estão diretamente relacionados à qualidade de habitat, pois quanto maior o tamanho dos fragmentos e quanto mais próximos uns dos outros, maior a possibilidade de intercâmbio genético entre eles e, portanto, maior a persistência e estabilidade dos processos ecológicos atuantes na paisagem.

O índice de forma dos fragmentos (SHAPE-MN) é amplamente utilizado na pesquisa em ecologia da paisagem. Conforme McGarigal *et al.* (2002) baseia-se na relação entre o perímetro e a área dos fragmentos de mata da paisagem, medindo a complexidade de forma dos fragmentos em função de uma forma padrão. Neste trabalho, a forma básica é um quadrado, em virtude da utilização da imagem em formato *raster* (matricial). O índice de forma sempre será igual ou maior que 1, e aumenta, de forma ilimitada, à medida que a irregularidade da forma dos fragmentos for aumentando. É importante ressaltar que quanto mais distante os fragmentos estiverem da forma básica, mais recortado ele se torna, sendo mais suscetível ao efeito de borda. O formato do fragmento define primordialmente a composição das espécies em seu interior, pois formas isodiamétricas (círculo perfeito) têm uma relação maior de espécies de interior do que aquelas que tendem ao retângulo, que podem chegar ao extremo de possuírem somente espécies de borda (Forman & Godron, 1986; Odum, 1988). Fragmentos com formas mais alongadas tendem a servir como corredores para espécies e fragmentos com forma mais circular tendem a apresentar uma diversidade de espécies e forrageamento no interior maior (Forman & Godron, 1986).

A distância média do fragmento mais próximo (ENN-MN) define-se com a distância de uma mancha a mais próxima da mesma classe, sendo baseada na distância de margem a margem, quantificando a configuração da paisagem.

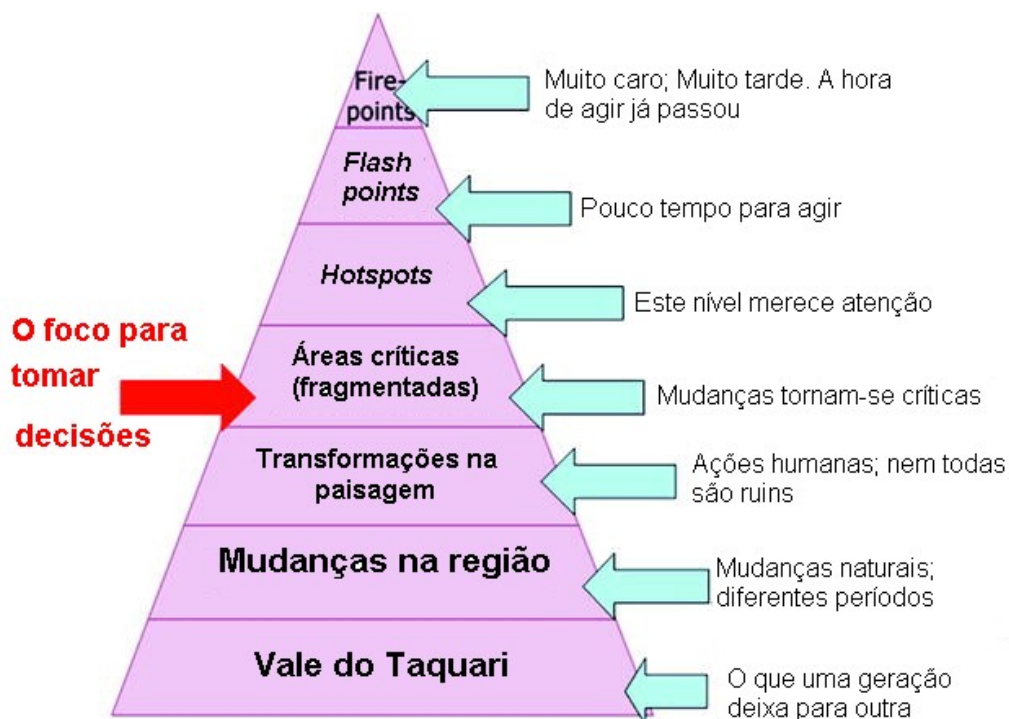
Após a geração das métricas para os fragmentos florestais (FE e FOM), foi feito o levantamento do uso e cobertura das terras nas áreas indicadas pela metodologia como sendo áreas com fragmentos consideráveis para conservação.

Um esquema resumido da metodologia apresentada no presente trabalho pode ser observado na Figura 30.



**FIGURA 30 - Fluxograma descrevendo as etapas metodológicas envolvidas na elaboração do zoneamento ambiental do Vale do Taquari**

O procedimento metodológico para obtenção do mapa de zoneamento ambiental aliado à ecologia da paisagem consistiu na identificação, no mapa de zoneamento ambiental (Figura 29) das áreas sem risco, das áreas de risco e das áreas de conflito, com base nos tipos de uso e cobertura da terra e com base nos índices de ecologia da paisagem selecionados como importantes para conservação de áreas florestadas. Ou seja, a metodologia aqui apresentada permite a identificação dos *hotspots* da região do Vale do Taquari, bem como a verificação se, na região, existem *firepoints*, conforme pode ser visualizado na figura 31.



**FIGURA 31 - Pirâmide de *hotspots* (áreas de conservação) para o Vale do Taquari (adaptado de Glantz, 2007)**

A soma de todas as formas de vegetação, incluindo a floresta industrial, representa 69,27% da área de uso restrito do Vale do Taquari. A Tabela 15 indica que 51,43% da área mapeada como área de uso restrito apresentam floresta nativa. A área ocupada por Vegetação Pioneira corresponde a 14,32%. Ocorre também o cultivo de floresta industrial, porém, por se tratarem de áreas pequenas, inseridas na Vegetação Pioneira ou na floresta clímax, o valor é pouco expressivo. Contudo, sabe-se que esta atividade vem sendo ampliada no Vale do Taquari. A atividade agropecuária representa 30,59% da área de uso restrito, sendo que as áreas agrícolas perfazem 24,31% deste total. Como o uso agrícola tradicional destas áreas é dificultado pelo relevo, predominam áreas com vegetação arbórea.

A área de uso intensivo (0 a 20% de declividade) mapeada foi de 2.195,06km<sup>2</sup>, o que corresponde a 45,08% da área do Vale do Taquari. Na Tabela 15 também é possível verificar o cenário do uso e cobertura da terra das áreas de uso intensivo do Vale do Taquari. Do total da área mapeada como área de uso intensivo, apenas 19,98% apresenta floresta nativa e 13,53% de vegetação pioneira. O restante da área (66,49%) apresenta usos antrópicos, sendo que a atividade agropecuária representa 54,24%.





índices, principalmente em LPI, AREA-MN e CPLAND, onde as APPs apresentam valores que indicam uma melhor qualidade ambiental. Os valores de SHAPE-MN são semelhantes para todas as áreas, sendo que as APPs é que apresentam uma forma mais distante a do padrão, que no presente caso é 1. A distância média entre os fragmentos (ENN-MN) também é semelhante para todas as áreas, sendo que a maior distância é nas APPs (82,22m).

**TABELA 18 - Valores das métricas selecionadas para as classes de uso e cobertura da terra referente a FE e FOM**

Parâmetro	Classes de uso da terra						
	FE <sup>1</sup>			FOM <sup>2</sup>			
	APP	AUR	AUI	APP	AUR	AUI	
PD	Número de fragmentos da classe em 1 km <sup>2</sup> da paisagem (%)	32,28	17,83	33,87	10,28	6,86	12,39
LPI	Porcentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento (%)	1,06	0,81	0,13	0,54	0,28	0,74
AREA-MN	Tamanho médio dos fragmentos (km <sup>2</sup> )	0,0096	0,0221	0,0048	0,0158	0,0170	0,0088
SHAPE-MN	Índice de forma médio (≥ 1, sem limite)	1,61	1,43	1,32	1,53	1,47	1,35
CPLAND	Porcentagem da paisagem com área de interior	2,84	6,87	0,83	2,37	1,67	1,80
ENN-MN	Distância média do fragmento mais próximo (m)	82,22	70,17	75,18	188,60	62,43	74,35

<sup>1</sup> Floresta Estacional

<sup>2</sup> Floresta Ombrófila Mista – Mata de Araucária

Analisando os índices para as áreas com a presença de FOM na Tabela 18, evidencia-se que, assim como na FE, os valores de PD nas APPs e nas AUI são semelhantes, e nas AUR, o menor valor. Entretanto, os valores de LPI se invertem, quando comparado com FE, as AUI apresentam 0,74% da paisagem ocupada pelo maior fragmento, seguido pelas APPs (0,54% da paisagem) e AUR (0,28% da paisagem). Apesar das AUI apresentarem o maior fragmento, o tamanho médio dos fragmentos (AREA-MN) é maior nas AUR (1,70ha) e nas APPs (1,58ha), sendo um melhor indicativo de manutenção de espécies de fauna e flora. É importante ressaltar que os fragmentos de AUI não podem ser considerados de menos importância, tanto para FE como para FOM, já que estes podem servir como pontos de ligação para a fauna. A forma dos fragmentos, assim como na FE, é semelhante para todas as áreas, sendo que as APPs apresentam a forma mais irregular. Diferentemente do que aconteceu com a FE, as APPs é que apresentam a maior porcentagem de fragmentos com área interior (CPLAND), seguido pelas AUI e, por último, as AUR. Apesar das APPs apresentarem CPLAND maior, a distância entre os fragmentos

(ENN-MN) é praticamente três vezes maior em relação as AUR e mais de duas vezes em relação as AUI. Este dado não é um bom indicativo de qualidade, pois é mais interessante que esta distância seja menor, permitindo assim, uma maior facilidade no descolamento das espécies.

É importante ressaltar que os índices LPI, AREA-MN e CPLAND nas APPs estão sob grande influência da faixa delimitada no entorno dos recursos hídricos (ambiente ripário). O ambiente ripário ocupa aproximadamente 66% da área de APPs, sendo composto, em sua maioria, por recursos hídricos que apresentam uma faixa de preservação de 30m para ambas as margens. Isso significa dizer que podem existir fragmentos mais contínuos e maiores que vão além desta faixa, porém, acabam sendo interrompidos, o que influencia diretamente no cálculo dos índices. Entretanto, através da análise dos índices PD e ENN-MN, verifica-se que a área apresenta-se fragmentada, já que foram encontrados valores altos para ambos os índices.

A forma dos fragmentos de FE e FOM é semelhante, indicando a presença de fragmentos mais alongados. Como um grande número de fragmentos apresentam área menor que 0,01 km<sup>2</sup> (1ha), a tendência é encontrar um número menor de fragmentos com área de interior, já que existe uma relação entre o tamanho do fragmento e sua proporção entre borda e interior. Para Odum (1988) quanto menor for o fragmento, maior o efeito de borda observado e também a proporção de número de espécies, pois, quanto maior o fragmento maior o número de espécies esperado.

Hargis *et al.* (1998) coloca que o índice ENN-MN apresenta valores baixos quando os fragmentos de mata estão mais agregados e, em paisagem atropizadas, o valor tende a ser mais elevado, diminuindo à medida que os distúrbios são controlados. O grau de isolamento afeta diretamente a qualidade de um fragmento de mata, por afetar a movimentação de organismos e a dispersão das espécies. Quanto maior for o grau de isolamento de um fragmento, maior será a taxa de crescimento de espécies de borda, que podem chegar a ocupar todo o remanescente (Jarvinen, 1982). Pelos valores do índice ENN-MN encontrados serem elevados, tem-se mais um indicativo de que a paisagem de estudo está bastante antropizada e os fragmentos bastante desagregados.

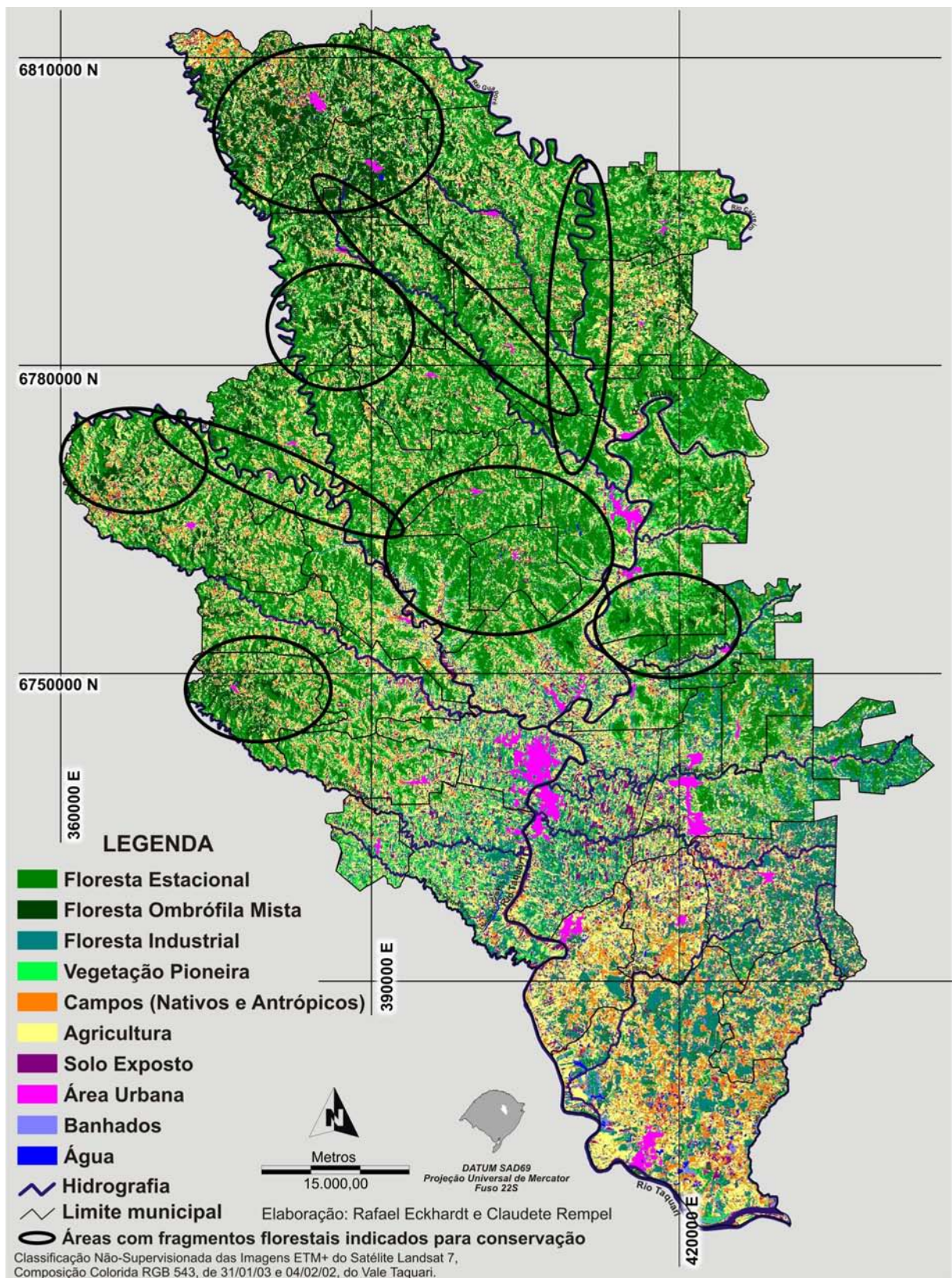
Com base nos dados discutidos acima, pode-se inferir que na região de estudo não existem mais grandes áreas de mata nativa a serem conservadas e sim,

fragmentos de mata inseridos em uma matriz de uso antrópico, principalmente lavoura. Uma paisagem ideal, de acordo com Soares Filho (1998) seria aquela que além de grandes fragmentos de mata, contenha vários outros fragmentos de mata pequenos, em geral, menores que 0,01 km<sup>2</sup> e, de preferência, conectados por corredores, para que sirvam como pontes ambientais (*stepping stones*) no deslocamento da fauna, uma vez que a redução da biodiversidade local acontece em duas escalas de tempo diferentes, segundo Pires *et al* (2006), a curto prazo, através da perda da área, ou a longo prazo, através dos efeitos da insularização, que, por sua vez, dependem da conformação da paisagem. No primeiro processo, a perda de habitat pode excluir imediatamente algumas espécies se as mesmas forem raras ou estiverem distribuídas em manchas, além disso, os pequenos tamanhos populacionais das espécies remanescentes aumentam sua probabilidade de extinção. Já o isolamento pode diminuir ou mesmo eliminar a colonização por espécies presentes em áreas vizinhas, assim como o fluxo gênico, além de impedir que as espécies tenham acesso aos recursos localizados fora da mancha de habitat (Shafer, 1990 in Pires *et al*, 2006).

Sendo assim, o tamanho de cada área remanescente, o tempo de isolamento e o grau de conectividade entre elas (que inclui a distância entre áreas remanescentes e o tipo de conectividade entre elas (que inclui a distância entre áreas remanescentes e o tipo de ambiente que as envolve) estão entre os principais fatores que influenciam a resposta a longo prazo das espécies à fragmentação (Pires *et al*, 2006).

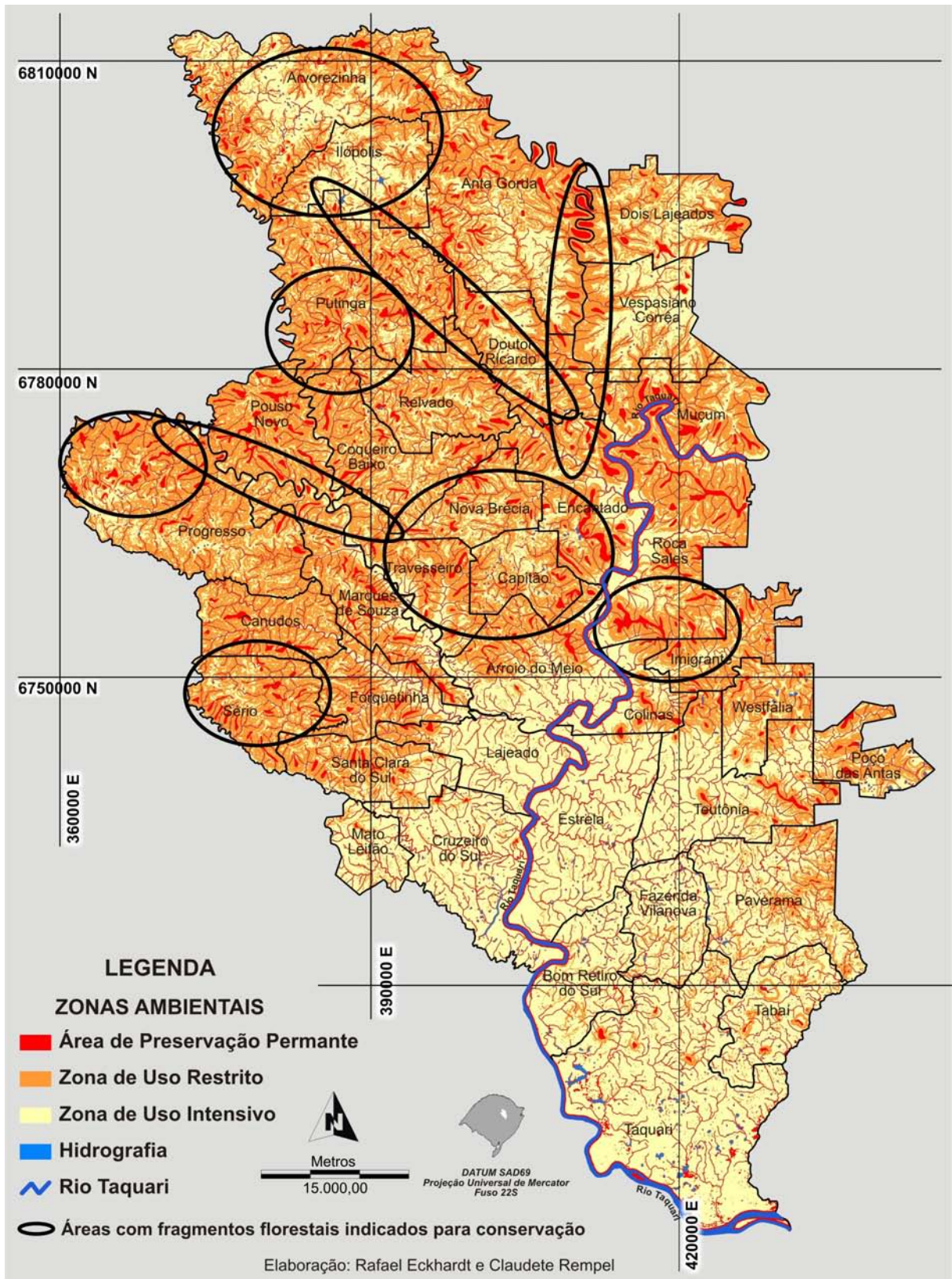
Fazendo um paralelo dos dados encontrados com índices de ecologia da paisagem com os dados encontrados no zoneamento ambiental, evidencia-se que existe uma correlação entre ambos, já que no zoneamento ambiental priorizou-se a verificação de áreas sem conflito com a legislação ambiental, como as áreas de preservação permanente do entorno de recursos hídricos, principalmente, que apresentam uma forte função no fluxo de fauna neste trabalho.

A Figura 32 mostra o mapa de uso e cobertura da terra da área de estudo, indicando as áreas mais adequadas à conservação, seguindo os parâmetros métricos encontrados neste trabalho.



**FIGURA 32 - Mapa de uso e cobertura da terra do Vale do Taquari com as áreas com fragmentos florestais indicados para conservação**

Já a Figura 33 apresenta o mapa de zoneamento ambiental, baseado na legislação vigente e na metodologia proposta pela EMBRAPA, sobreposto as áreas adequadas à conservação de acordo com os critérios de ecologia de paisagem. A maior parte das áreas apresentadas nas elipses caracteriza-se como de uso intensivo e de uso restrito, porém os índices de ecologia de paisagem demonstram serem áreas com grande potencial ecológico, com 3,47% e 8,59%, respectivamente da área do Vale do Taquari, com cobertura vegetal nativa e por isso deveriam ser conservadas (ver dados na Tabela 19).



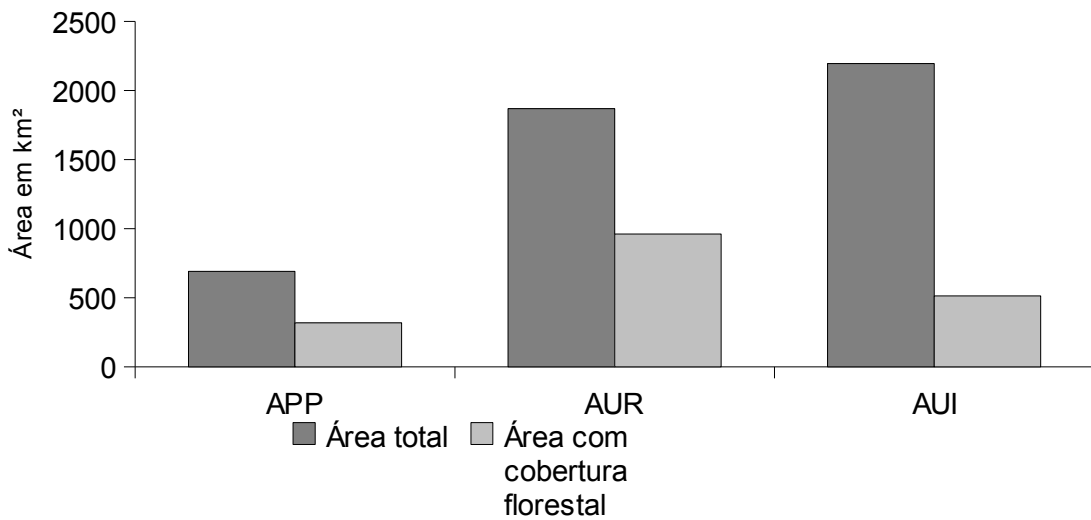
**FIGURA 33 - Zoneamento Ambiental do Vale do Taquari, sobrepondo informações do previsto na legislação com o obtido na análise por métricas da paisagem (elipses)**

**TABELA 19 - Condição de uso da terra (em km<sup>2</sup>) nos fragmentos indicados pelo FRAGSTAT nas APPs, AUR e AUI**

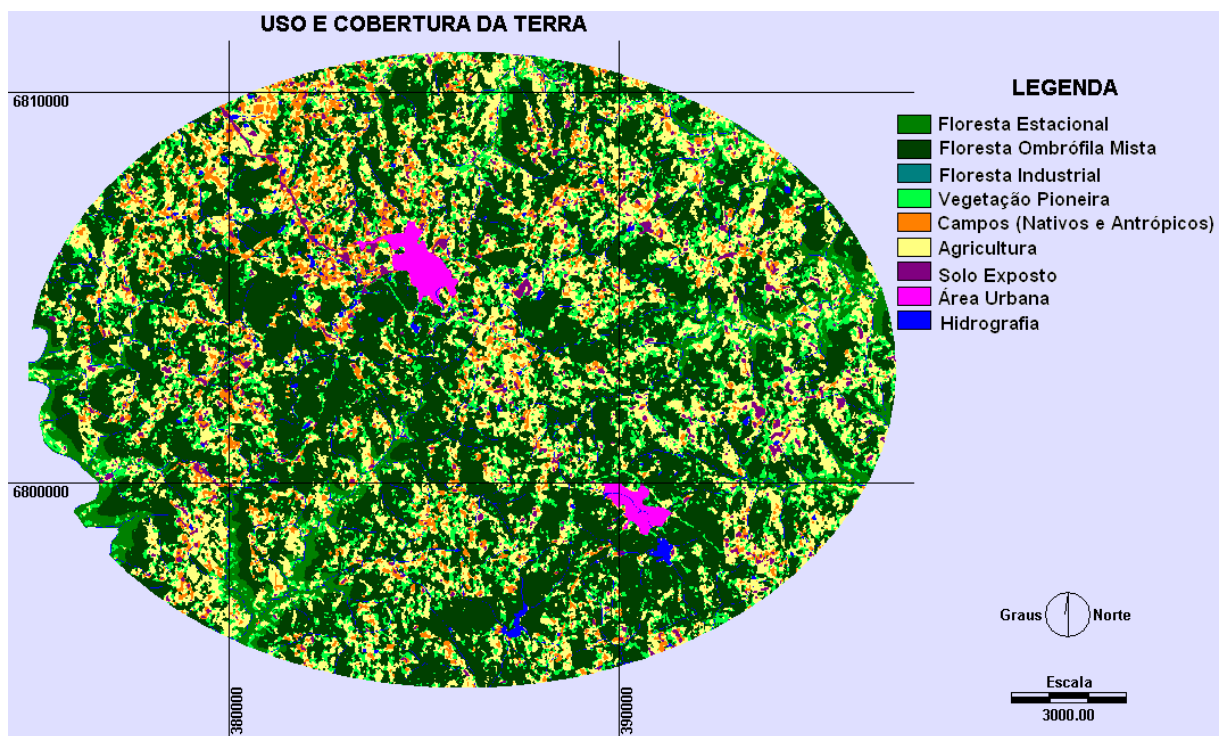
Classe de uso da terra	APP			AUR		AUI		Total	%
	Sem risco	Risco	Conflito	Sem risco	Risco	Sem Risco	Aptidão agrícola		
Floresta Estacional	81,41			292,02		87,25		460,68	33,8%
Floresta Ombrófila Mista	42,19			126,22		81,94		250,35	18,4%
Floresta Industrial			13,17		4,16		5,54	22,87	1,6%
Vegetação Pioneira		27,05			101,47		64,58	193,1	14,2%
Campos (Nativos e Antrópicos)			5,97		29,07		32,19	67,23	4,9%
Agricultura			44,49		166,48		123,14	334,11	24,6%
Solo Exposto			2,37		9,08		14,87	26,32	1,9%
Áreas Urbanas			0,46		0,61		3,68	4,75	0,4%
Totais parciais	123,61	27,05	56,46	418,24	310,87	169,19	244,00		
Total geral		207,12			729,11		413,19	1.359,41	100%
%		15,35%			54,03%		30,62%		

Há 1.695,31km<sup>2</sup> de Floresta Estacional e Floresta Ombrófila Mista no Vale do Taquari, destes, 295,21km<sup>2</sup> (17,4%) estão na APP, 961,39km<sup>2</sup> (56,7%) estão na AUR e 438,71km<sup>2</sup> (25,9%) estão na AUI. Pela metodologia aqui proposta, a zona de conservação aliará à APP 74,5km<sup>2</sup> (3,4%) presentes na AUI. Esta área corresponde à área ocupada pelos fragmentos maiores que 0,05 km<sup>2</sup> nesta zona (AUI). Cabe ressaltar que há 961,39km<sup>2</sup> (51,43%) de florestas na AUR, porém, considerando que já há recomendação de não retirada destas florestas nesta zona (AUR), em virtude da declividade superior a 20%, pode-se supor que além da área de proteção permanente, a região do Vale do Taquari tem 1.035,89km<sup>2</sup> (21,27%) de cobertura florestal nativa a ser conservada. O gráfico da figura 34 apresenta a quantidade de área florestal que deveria existir na região e o quanto efetivamente está conservado. Um exemplo de área a ser conservada na AUI pode ser observado nas Figuras de 35 a 37.

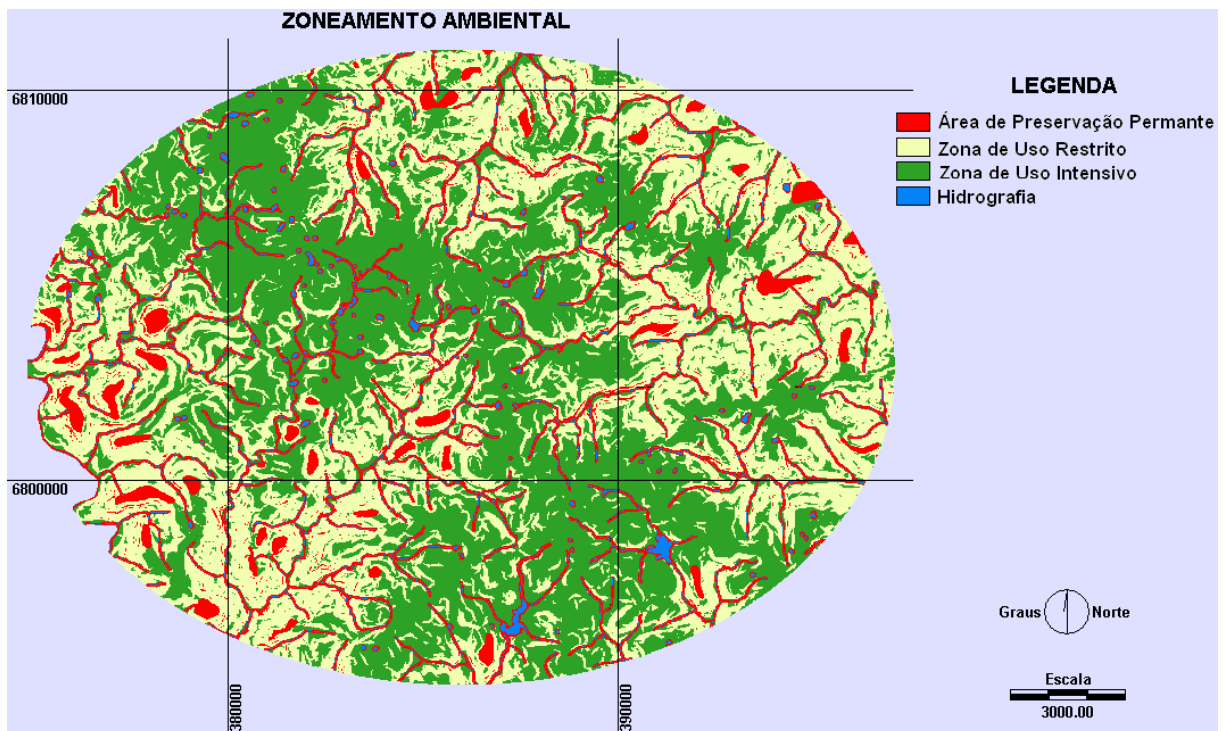




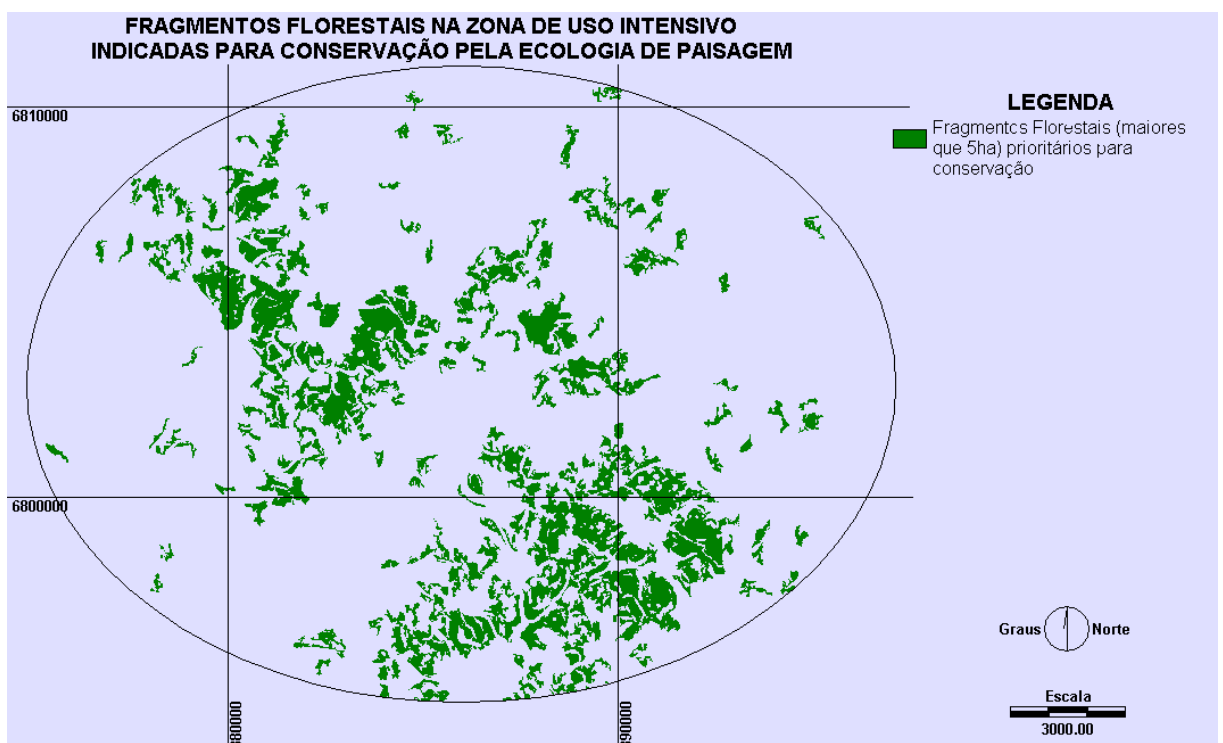
**FIGURA 34 - Área florestal (Floresta Estacional e Ombrófila Mista) esperada e encontrada em cada tipologia de uso da terra**



**FIGURA 35 - Mapa de uso e cobertura da terra no fragmento mais ao norte (municípios de Arvorezinha e Ilópolis)**



**FIGURA 36 - Zoneamento Ambiental deste fragmento**



**FIGURA 37 - Demonstração do potencial de áreas de conservação na área de uso intensivo (fragmentos com mais de 0,05km<sup>2</sup>)**

### 3. CONCLUSÕES

Na presente tese foram analisadas as formas de zoneamento ambiental comumente utilizadas no Brasil e apresentado uma linha metodológica alternativa que leva em conta os preceitos da Ecologia de Paisagens. Para apresentar essa proposta, foi necessário construir mapas que dão base para a determinação, através de imagens de satélite e de critérios pré-estabelecidos, de áreas de proteção permanente - APP, áreas de uso restrito – AUR – e áreas de uso intensivo - AUI, bem como identificar, na AUI, quais as áreas mais indicadas para conservação. Portanto, foi a partir da análise das imagens, mapas, índices (*softwares* e métricas) associadas às bases teóricas da Ecologia da Paisagem foi possível traçar e interpretar o zoneamento ambiental da região político-administrativa denominada Vale do Taquari visando ao uso adequado do seu território (planejamento territorial).

O zoneamento ambiental atual, proposto pelos órgãos licenciadores (federais, estaduais e municipais), estabelecido pela Lei 6.938 de 31/08/81 e pelo Decreto 4.297 de 10/07/02, para definição das aptidões e vulnerabilidades do uso da terra em relação ao desenvolvimento de atividades específicas, não protege as áreas realmente frágeis ou importantes, sob o ponto de vista ambiental, e este zoneamento torna-se qualificado com a utilização de ferramentas de ecologia de paisagem. A forma de zoneamento ambiental aqui proposta conjuga ecologia de paisagem com legislação vigente, apontando áreas de risco ambiental, áreas sem risco ambiental, áreas em conflito com a legislação além de áreas prioritárias para conservação, vindo ao encontro do preconizado nos quatro primeiros artigos do Decreto 4.297 para a implantação de zoneamentos econômico-ecológicos. Desta forma a metodologia aqui utilizada facilita a tomada de decisão dos gestores municipais que poderá ser baseada na questão legal e nos parâmetros ambientais que demonstram a real necessidade de conservação das áreas em questão.

Assim, o zoneamento aqui apresentado mostrou que na região do Vale do Taquari, dos 4.869,05km<sup>2</sup>, 690,78km<sup>2</sup> (14,19%) são Área de Proteção Permanente, porém, apenas 317,96km<sup>2</sup> (46,10%) está sem risco ambiental. Outros 1.869,24km<sup>2</sup> (38,39%) correspondem à Área de Uso Restrito, sendo que esta zona possui 961,39km<sup>2</sup> (51,43%) de Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional. Já a Área de Uso Intensivo possui 2.195,52km<sup>2</sup> (45,68%), sendo que nesta zona há 438,71km<sup>2</sup> (19,98%) de Floresta Estacional e Floresta Ombrófila Mista e desta área, 74,5km<sup>2</sup> (16,98%) são fragmentos destas formações vegetais com mais de 0,05 km<sup>2</sup> situados nas elipses indicadas com fragmentos passíveis de conservação. Assim, a presente metodologia apresenta que, além dos 690,78km<sup>2</sup> de APP, há 961,39km<sup>2</sup> de floresta nativas na AUR e 74,5km<sup>2</sup> de fragmentos florestais maiores do que 0,05 km<sup>2</sup> na AUI que devem ser conservados. Se, na área de uso intensivo os fragmentos florestais remanescentes continuarem a serem negligenciados, a degradação ambiental se tornará tão grave que o custo para restauração da cobertura da terra orginial pode ser proibitivo, o que significa que as pessoas terão de aprender a viver dentro do novo limite condições ecológicas criadas por essa degradação. Para evitar que se chegue a este ponto é necessário que toda a governança aja para evitar chegar a fase final da degradação que poderá acarretar num abandono das terras ou talvez apenas o fim da exploração dos recursos utilizados para fins industriais, agrícolas, sociais e metabolismo.

Muito destaque se dá para as reservas ambientais, os parques ecológicos, no entanto o foco da sociedade, especialmente dos governos, deveria ser nas áreas de preservação e conservação ambiental uma vez que a silvicultura, as manchas urbanas e mesmo, em alguns casos, a agricultura, no ambiente, principalmente ripário, é de difícil remoção.

Conservação de espaços naturais, muitas vezes, gera incômodo para o tomador de decisão (seja ele gestor público de organizações privadas) pois conservar implica, além de gastos financeiros, em abrir mão de atividades que, por vezes podem representar crescimento econômico ou político imediatos, porém não sustentáveis. No entanto, a conservação de espaços naturais é necessária para assegurar a qualidade ambiental dos recursos hídricos e do solo e a manutenção da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população, conforme estabelecido no Decreto 4.297.

Essa visão do espaço é um salto de qualidade em relação ao zoneamento ambiental tradicional, pois, quando utilizada, reflete melhor a dinâmica das áreas estudadas e resulta na sugestão de medidas mais concretas de manejo, de aproveitamento e conservação dos recursos da terra. As estratégias de conciliação entre as necessidades humanas e os interesses da conservação nessas áreas não protegidas são primordiais para o sucesso dos planos de conservação.

O caminho teórico-metodológico adotado na presente tese mostrou-se adequado para a apresentação de uma nova proposta de zoneamento ambiental, através da qual é possível “(...) organizar de forma vinculada, as decisões dos agentes públicos e privados quanto a planos, programas, projetos e atividades que, direta ou indiretamente, utilizem recursos naturais, assegurando a plena manutenção do capital e dos serviços ambientais dos ecossistemas” (Decreto 4.297, Art. 3º).

A legislação contribui para a conservação dos recursos naturais, no entanto, diante da complexidade dos problemas ambientais é necessário avançar na implantação de processos de governança territorial com o objetivo de possibilitar a construção de políticas públicas efetivas de preservação dos fragmentos remanescentes, considerando-se a participação dos diversos atores locais, o compromisso institucional público e privado e a integração inter-setorial.

Desta forma, acredita-se que a tese aqui defendida possui sua relevância através de sua contribuição para a formação do conhecimento científico multidisciplinar, de modo a aproximar as informações ecológicas, da área de conhecimento de Ciências Biológicas, dos gestores e tomadores de decisão, da área de Ciências Sociais. Os gestores e tomadores de decisão são os responsáveis pela distribuição espacial das atividades econômicas, possibilitando esta tese que os mesmos possam levar em conta a importância ecológica, as limitações e as fragilidades dos ecossistemas, “(...) estabelecendo vedações, restrições e alternativas de exploração do território e determinando, quando for o caso, inclusive a realocação de atividades incompatíveis com suas diretrizes gerais” (Decreto 4.297, Art. 3º, parágrafo único).

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7ª DSG (Diretoria do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro). **Cartas Topográficas**. Porto Alegre: DSG, 1979. Folhas: Soledade-E MI 2934/3, Arvorezinha MI 2934/4, Guaporé MI 2935/3, Progresso MI 2951/1, Nova Bréscia MI 2951/2, Encantado MI 2952/1, Bento Gonçalves MI 2952/2, Sério MI 2951/3, Marques de Souza MI 2951/4, Lajeado MI 2952/3, Garibaldi MI 2952/4, Santa Cruz do Sul MI 2968/1, Venâncio Aires MI 2968/2, Estrela MI 2969/1, Brochier MI 2969/2, Montenegro MI 2970/1, Taquari MI 2969/3, São Jerônimo MI 2969/4.

ALMEIDA, Josimar Ribeiro; MORAES, Frederico Eugênio; SOUZA, José Moutinho de; MALHEIROS, Telma Marques. **Planejamento ambiental: caminho para participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum: uma necessidade, um desafio**. 2.ed. Rio de Janeiro: Thex Editora. Biblioteca Estácio de Sá, 1999.

ANDERSON, J. R, HARDY, E. E., ROACH, J. T., WITMER, R. E. **Sistema de classificação do uso da terra e do revestimento do solo para utilização com dados de sensores remotos**. Tradução de Harold Strang. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 78 p. Original inglês.

ARGENTO, M. S. F. & CRUZ, C. B. M. Mapeamento Geomorfológico. In: CUNHA, S. B. & GUERRA, A.J.T. (org.) **Geomorfologia - Exercícios, Técnicas e Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil AS, 1996, p. 239-249.

BARBIERI, J. C. **Desenvolvimento e Meio Ambiente: as estratégias de mudança da Agenda 21**. Petrópolis: Vozes, 1997.

BATTY, M. & DENSHAM, P. Decision support, GIS and urban planning. **Sistema Terra** v. 5, n.1, 1996. p. 72-76

BDR - Banco de Dados Regional - **Secretarias Municipais de Agricultura do Vale do Taquari** (2001). Disponível em: [www.univates.br/bdr](http://www.univates.br/bdr). Acesso em 11/08/2008

BEGOSSI, A. Escalas, economia ecológica e a conservação da biodiversidade. In: CAVALCANTI, C. (org.). **Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas**. 3. ed. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2001, p. 56-71.

BORGES, K. A. V. **Modelagem de Dados Geográficos**: Uma Extensão do Modelo OMT para Aplicações Geográficas, Dissertação de Mestrado, Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 1997.

BERTRAND.G. Paysage et Geographie Physique Globale: esquisse methodologique. Revue Geogrades Pyrenees et du Sud-Ouest. **Toulouse**, v. 39, n. 3, 1968. p. 249-272.

BINSWANGER, H. C. Fazendo a sustentabilidade funcionar. In: CAVALCANTI, C. (org.). **Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas**. 3. ed. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2001, p. 41-55.

BOWEN, G.W.; BURGESS, R.L. **A quantitative analysis of forest island pattern in selected Ohio landscapes**. Ornl Environment Sciences Division, Orntl/Tm-7759, 1981.

BRASIL. **Agenda 21 Brasileira** – Resultado da Consulta Nacional / por Maria do Carmo de Lima Bezerra, Macria Maria Facchina e Otto Toledo Ribas, Brasília MMA/PNED, 2002. 156p. Disponível em [http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/\\_arquivos/consulta2edicao.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/consulta2edicao.pdf). Acesso em: 01 de dez. de 2008

BRASIL. **Decreto nº 4.297**, de 10 de julho de 2002. Regulamenta o art. 9o, inciso II, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. D.O.U. de 11/07/2002.

BRASIL. **Decreto nº 55.891**, de 31 de março de 1965. Estatuto da Terra. D.O.U. de 08/04/1965

BRASIL. **Decreto nº 68.153**, de 01 de fevereiro de 1971. INCRA – Regulamento. D.O.U. de 02/02/1971.

BRASIL. **Lei Federal 4.771**, de 15 de setembro de 1965. Novo Código Florestal. D.O.U. 16/09/1965.

BRASIL. **Lei Federal 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente. D.O.U. de 02/09/1981.

BRASIL. **Lei Federal 7.803**, 18 de julho de 1989. Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nºs 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 7 de julho de 1986. D.O.U. 20/07/1989.

BRASIL. **Lei Federal 4.504**, de 30 de novembro de 1964. Estatuto da Terra. D.O.U. De 30/11/1964, p. 49 (Suplemento)

BRASIL. **Lei Federal 7.661**, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. D.O.U. 18/05/1988

BRASIL. **Lei Federal 9.985**, de 18 de julho de 2000. Regulamento o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. D.O.U. 19/07/2000

BUSTRÖM, F. & KORHONEN, J. **Municipalities and Industrial Ecology: reconsidering municipal environmental management**. Sustainable Development, n. 9, John Wiley & Sons e ERP Environment, 2001. p. 36-46

CAVALCANTI, C. Política de governo para o desenvolvimento sustentável: uma introdução ao tema e a esta obra coletiva. In: CAVALCANTI, C. (org.). **Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas**. 3.ed. São Paulo: Ed. Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2001, p. 23-40.

CEMIN, Gisele; PÉRICO, Eduardo; ECKHARDT, Rafael Rodrigo; REMPEL, Claudete. Uso de rotinas de apoio à decisão na avaliação de áreas críticas com o desenvolvimento de suinoculturas no Município de Roca Sales, RS. **Anais do GIS BRASIL**, São Paulo: GIS Brasil, meio digital, 2003

CENDRERO, A. **Mapping and evaluation of coastal areas for planning. Ocean And Shoreline Management**. Amsterdam, v. 12, 1989.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002, 236p.

COSTA, T. C. C., SOUZA, M. G. & BRITES, R. S. Delimitação e caracterização de áreas de preservação permanente, por meio de um sistema de informações geográficas (SIG). **Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Salvador, BA - 14-19 de abril de 1996.

DALY, H. **Ecological Economics and Sustainable Development: from concept to policy**. World Bank Environment Department, Divisional Working Paper n.24. Washington, D.C. World Bank, 1991.

DAVIS, C. & FONSECA, F. **Introdução aos Sistemas de Informação Geográficos**. Monografia do Curso de Especialização em Geoprocessamento. Belo Horizonte. UFMG - Instituto de Geociências, Departamento de Cartografia, 2001.

DAVIS Jr., C. A. Múltiplas representações em bancos de dados geográficos. (CD-ROM). In: **Congresso e Feira para usuários de geoprocessamento da América Latina**, 5.ed, Salvador, 1999. Anais. Curitiba, 1999.

DNAEE-EESC. **Bacia Experimental Rio Jacaré-Guaçu**. São Carlos, EESC-USP 114 p. 1980.

EASTMAN, J. R. **IDRISI for Windows User's Guide version 2.0**. Introduction. Worcester – MA. Graduate School of Geography. Clark University. 1997.



ECKHARDT, Rafael Rodrigo; REMPEL, Claudete; GUERRA, Teresinha; PORTO, Maria Luiza. Uso de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento no zoneamento ambiental do Vale do Taquari/RS. **Estudos Geográficos (Rio Claro)**. v.5. n.2: 93-111, 2007 [<http://cecemca.rc.unesp.br/ojs/index.php/estgeo>]

ECKHARDT, Rafael Rodrigo; REMPEL, Claudete; GUERRA, Teresinha; PORTO, Maria Luiza. Proposta de Zoneamento Ambiental para a região político-econômica do Vale do Taquari (RS). **CLIMEP – Climatologia e Estudos da Paisagem (Rio Claro)**. v.3. n.2. p.5-38, 2008. [<http://cecemca.rc.unesp.br/ojs/index.php/climatologia/article/view/1428/2210>]

FAO ap KÜCHLER, A. W.; ZONNEVELD, I. S. Project on classification of tropical vegetation types in Asia. Methodology an application: first draft. **Project FAO** n. 20, 1986.

FARINA, A. **Principles and methods in landscape ecology**. Londres: Chapman & Hall. 1998. p. 235.

FLAVIN, C. Planeta Rico, Planeta Pobre. O Estado do Mundo 2001: bíblia do meio ambiente. **Relatório anual do Worldwatch Institute em direção a uma sociedade sustentável**. UMA – Universidade Livre da Mata Atlântica. Curitiba: UMA Editora. 2001.

FILET, M. Plano de gerenciamento da região lagunar de Iguapé e Cananéia. In: Tauk, S.M. (org.). **Análise ambiental: uma visão multidisciplinar**. São Paulo: UNESP, 1995, p.141-142.

FORMAN, R.T.T. **Land mosaics. The ecology of landscapes and regions**. New York: Cambridge University Press, 1995, 632p.

FORMAN, R.T.T & GODRON, M. **Landscape Ecology**. New York, John Wilwy & Sons, 1986. 619p.

FREITAS, Elisete Maria de & JASPER, André. Avaliação da Flora Orchidaceae em uma porção de Floresta Estacional Decidual no município de Lajeado, Rio Grande do Sul. **Pesquisas - Botânica**, n.51, São Leopoldo, RS, 2001. pp. 113-127.

GARDNER, R. H.; MILNE, B. T.; TURNER, M. G. & O'NEILL, R. V. Neutral models for the analysis of broad-scale landscape pattern. **Landscape Ecology**. v. 1, p. 19-28, 1987.

GEORGESCU-ROEGEN, N. Energy and Economic Myths. In: BURCH, W. & BORMAN, F. (orgs.). **Limits to Growth: the Equilibrium State and Human Society**. San Francisco. W. H. Freeman.1974.

GLANTZ, Michael H. Aral Sea Basin: a sea dies, a sea also Rises. **Ambio**, v. 36, n. 4, jun 2007. p. 323-327

GOODCHILD, M. F. The state of GIS for environmental problem-solving. In: GOODCHILD, M. F. et al. **Environmental Modelling and GIS**. New York. Oxford University Press. 1993, p. 8-15.

GUSTAFSON, Eric. J. Quantifying Landscape Spatial Pattern: What Is the State of the Art? **Ecosystems**. v. 1 n. 1, 1998. p.143-156.

HAGAN, J. E.; EASTMAN, J. R.; AUBLE, J. **CartaLinx the Spatial Data Builder User's Guide**. Clark University, 1998.

HANSON, H. C. **Dictionary of Ecology**. Washington D.C.: Philosophical Library. 1962. 382p.

HARDOY, J. E., MITLIN, D., SATTERTHWAITE, D. **Environmental problems in Third World cities**. London: Earthscan Publications, 1992.

HARGIS, C.D.; BISSONETTE, J.A.; DAVID, J.L. The behavior of landscape metrics commonly used in the study of habitat fragmentation. **Landscape Ecology**, v. 13, 1998. p. 167-186.

HARRIS, L. D. **The fragmented forest: island Biogeography Theory and the Preservation of Biotic Diversity**. Chicago: University of Chicago Press. 1984

HÄSNER, Cecília & SHIKI, Shigo. Bens e Serviços Ambientais. **Pontes: entre o comércio e o desenvolvimento sustentável**, v.4, n.4, 2008

IBGE, (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Ecologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, Uso Potencial da Terra**. Folha SH. 22 Porto Alegre e Parte das Folhas SH 21, Uruguaiana e SI 22: Rio de Janeiro, p. 541 - 632, 1986 (Levantamento de Recursos Naturais, 33).

IBGE, (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, p.1-146, 2006

JARVINEN, O. Conservation of endangered plant populations: single large or several small reserves? **Oikos**, v. 38, 1982. p. 301-307.

KAPOS, V. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, v.5, p. 173-185, 1989.

KOTLIAR, N.B.; WIENS, J.A. Multiple scales of patchiness and patch structure: a hierarchical framework for the study of heterogeneity. **Oikos**, v.59, 1990. p.253-260,.

KRUMMEL, J.R. et al., Landscape patterns in a disturbed environment. **Oikos**, v.48, n.3, 1987. p.321-24,

LAGRO, J. JR. Assessing patch shape in Landscape mosaics. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v.57, n.3, 1991. p.258-93.

LI, Harbin & WU, Jianguo. Use and misuse of landscape indices. **Landscape Ecology**. v.19. n.4. p.389-399, 2004.

LIMA, Daiane Fática Bastista de; REMPEL, Claudete; ECKHARDT, Rafael Rodrigo. Análise Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari – proposta de Zoneamento Ambiental. **Geografia (Londrina)**. v.16. n.1, jan./jun. 2007. p. 51-78

MALCOM, J.R. Edge effects in central Amazonian forest fragments. **Ecology**, v.75, 1994. p. 2438-2445.

McGARIGAL, K.S.A.; CUSHMAN, M.C.; NEEL, E. FRAGSTATS: **Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps**. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts. 2002, Amherst. Available at the following web site: [www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html](http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html)

MERICO, L. F. K. **Introdução à Economia Ecológica**. Blumenau: FURB, 1996.

METZGER, Jean. Paul.; GOLDENGERB, R.; BERNACCI, L.C. Caminhos da biodiversidade. **Ciência Hoje**, v.25, n.146, 1999. p.62-64,.

METZGER, Jean Paul. O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropica*, v.1, n.12, 2001. Disponível em <http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12>, 2001

MILNE, B.T. Measuring the fractal geometry of landscapes. **Applied Mathematics Computer**, v.27, 1988. p.67-79.

NAVEH, Z. & LIEBERMAN, A.S. **Landscape Ecology** – Theory and Application. New York/Berlin/Heidelberg/Tokyo: Springer Series on Environmental Management, 1984.

NAVEH, Z. What is holistic landscape ecology? A conceptual introduction. **Landscape and Urban Planning**. v.50 p.7-26, 2000.

O'NEILL, R.V.; KRUMME, J.R.; GARDNER, R.H., SUGIHARA, G.; JACKSON, B.; DeANGELIS, D.L.; MILNE, B.T.; TURNER, M.G.; ZYGMUNT, B.; CHRISTENSEN, S.W.; DALE, V.H.; GRAHAM, R.L. Indices of landscape pattern. **Landscape Ecology**, v.1, n.3, 1988. p.153-162.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro, RJ: Ed. Guanabara. 1988. 434p.

PACHÊCO, A. P. & RIBAS, N. S. Sensoriamento Remoto Aplicado ao Uso da Terra. *Revista da Comissão Brasileira de Geodésia*. **Geodésia online**, v.4, 1998.

PEARSON, S.M. Interpreting landscape patterns from organism-based perspectives. In: GERGEL, S.E.; TURNER, M.G. (Eds.) **Learning Landscape Ecology**. A practical guide to concepts and techniques. New York: Springer-Verlag, 2002, p. 187-198

PÉRICO, Eduardo; REMPEL, Claudete; ECKHARDT, Rafael Rodrigo; CEMIN, Gisele. Determinação de possíveis áreas de proteção ambiental (APAs) na região da bacia hidrográfica do Rio Forqueta – RS, utilizando métodos de sensoriamento remoto. **Anais do Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental**, n.3, 2002. pp.5.

PIANKA, E. R. **Evolutionary Ecology**. New York: Harper & Row. 356p. 1974.

PIRES, A. S.; FERNANDEZ, F. A. S & BARROS, C. S. Vivendo em um mundo em pedaços: efeitos da fragmentação florestal sobre comunidades e populações animais. In Rocha, C. F. D; Bergallo, H. G; Sluys, M. V.; Alves, M. A. S. **Biologia da Conservação: essências**. São Carlos: RiMa, 2006. pp. 231-260.

PORTO, Maria Luiza & MENEGAT, Rualdo. Ecologia de Paisagem: um novo enfoque na gestão dos sistemas da terra e do homem In: MENEGAT, Rualdo, Almeida, Gerson (org.). **Desenvolvimento Sustentável e gestão ambiental nas cidades: estratégias a partir de Porto Alegre**. Porto Alegre: UFRGS, 2004. pp. 361-375.

PRIMACK, Richard. B. & RODRIGUES, Efraim. **Biologia da Conservação**. Londrina: Planta, 2001

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3.ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1995. 65 p.

RAMBO, Balduino. **A Fisionomia do Rio Grande do Sul**. 3.ed. São Leopoldo: UNISINOS, 1994. 473p.

RANIERI, Victor .Eduardo Lima. **Discussão das potencialidades e restrições do meio como subsídio para o zoneamento ambiental: o caso do município de Descalvado (SP)**. São Carlos, Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2000. 87p.

REMPEL, Claudete; SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes; JASPER, André. Aplicação do Sensoriamento Remoto para Determinação da Evolução da Mata Nativa da Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta - RS entre 1985 e 1995. **Pesquisas - Botânica**, n.51, 2001. pp. 101-112.

REMPEL, Claudete; PÉRICO, Eduardo; ECKHARDT, Rafael Rodrigo; CEMIN, Gisele. O uso de técnicas de sensoriamento remoto na determinação de áreas de proteção ambiental (APAs) em fragmentos de mata: uma ferramenta para políticas . públicas de implantação. **Estudo & Debate**, v.10, n.1, Lajeado: Univates, 2003. pp. 103-116.

RISSER, P.G.. Landscape ecology: state-of-the-art. In: TURNER, M.G. **Landscape heterogeneity and disturbance**. New York, Springer-Verlag. 1987. pp. 3-14.

ROMME, W.H. Fire and landscape diversity in subalpine forests of Yellowstone national park. **Ecological Monographs**, v.52, 1982. p.199-221,.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI**: desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo: Estúdio Nobel, FUNDAP, 1993. 103 p

SANTOS, A. P., NOVO, E. M. & LOMBARDO, M. A. Metodologia de Interpretação de Dados de Sensoriamento Remoto e Aplicações no Uso da terra. **Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos, 7, 1981. pp. 172-175,.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento Ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SANTOS, M. A. & NASCIMENTO, J. A. S. A inserção da variável ambiental no planejamento do território. **Revista da Administração Pública**. v. 26, n.1. 1992, p. 6-12.

SCHULTZ, Glauco. **Relações com o mercado e (re)construção das identidades socioprofissionais na agricultura orgânica**. Porto Alegre, Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios/UFRGS, 2006. 282p.

SOARES FILHO, Britaldo. **Análise de Paisagem**: fragmentação e mudanças. Belo Horizonte, DC/IG/UFMG. 1998. 90p.

SOUZA, M. P. **Instrumentos de Gestão Ambiental**: Fundamentos e Prática. São Carlos: Riani Costa, 2000.

SATTERHWAITE, David. Como as cidades podem contribuir para o desenvolvimento sustentável. In: MENEGAT, Rualdo, ALMEIDA, Gerson (org.). **Desenvolvimento Sustentável e gestão ambiental nas cidades**: estratégias a partir de Porto Alegre. Porto Alegre, UFRGS, 2004. pp. 129-167

STRAHLER, A.N. **Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology**. Trans. Amer. Geophys. Union, 1952, 38: 913-920.

TEIXEIRA, M.B.; COURA NETO, A.B. & PASTORE, U. et al. (1986). Vegetação p. 541-620 IN: IBGE, **Levantamento de Recursos Naturais**, v. 33. Rio de Janeiro, IBGE.

TONIAL, Tania Maria. **Dinâmica da paisagem na região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul**. São Carlos, Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais/UFSCar, 2003. 119p.

TROLL, Carl. Landscape Ecology (Geo-ecology) and Biogeocenology: a terminological study. **Geoforum**, v.8, p. 43-46, 1971.

TURNER, M.G. Spatial and temporal analysis of landscape patterns. **Landscape Ecology**, v. 4, n.1, 1990. p.21-30,.

VOLOTÃO, C.F. de SÁ. **Trabalho de análise espacial**: Métricas do Fragstats. INPE, São José dos Campos, São Paulo - SP, 1998.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT - WCED. **Our Common Future**. Oxford, Oxford University Press, 1987.

ZHOU, C. GIS monitors our fragile Earth. **GIS World**. v.11, n. 10, Outubro, 1998, Fort Collins - CO – USA.

ZONNEVELD, I.S. **Land Evaluation and Landscape Science**. Enschede, International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences. 1979. 134p.

ZONNEVELD, I.S. Scope and concepts of landscape ecology as na emerging science. In: ZONNEVELD & FORMAN (eds.) **Changing Landscapes: an ecological perspective**. Berlin: Spring-Verlag, 1990, 286p.

## APÊNDICE 1 - PROTOCOLO DE USO DO FRAGSTATS

O FRAGSTATS é um software gratuito, desenvolvido por McGarigal et al., da Universidade de Massachusetts. Pode ser obtido através de *download* na página: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>.

**1º** No Idrisi, reclassificar a imagem que você deseja calcular os índices. Utilize para isto os comandos *Edit* a *Assign*. Se você deseja avaliar apenas 2 classes de uso e cobertura da terra, num total de 5 classes existentes na paisagem, utilize os valores 1 e 2 como identificador das duas classes e, o valor 99, como identificador para as demais classes de uso e cobertura da terra. Para o fundo preto, utilize o valor de -99.

**2º** Através do menu *Reformat*, selecione a opção *Convert* para converter a imagem reclassificada para o formato *ASCII*.

**3º** No editor de texto, elabore um arquivo \*.txt das propriedades das classes, como segue:

### **- ID da classe, Nome da classe, Status, Background**

- ID da classe: é um valor inteiro correspondente ao valor da classe na paisagem;

- Nome da classe: é o nome descritivo da classe. Este nome informado é utilizado no arquivo de resultados referente aos índices de classe, como variável TIPO.

- Status: pode ser *true* ou *t*, e *false* ou *f*, determinando se a classe deverá ser processada e adicionada aos resultados ou simplesmente ignorada no arquivo de saída dos resultados.

- *is Background*: pode ser *true* ou *t*, e *false* ou *f*, determinando se a classe

correspondente deverá ser reclassificada e tratada como *background*.

Exemplo:

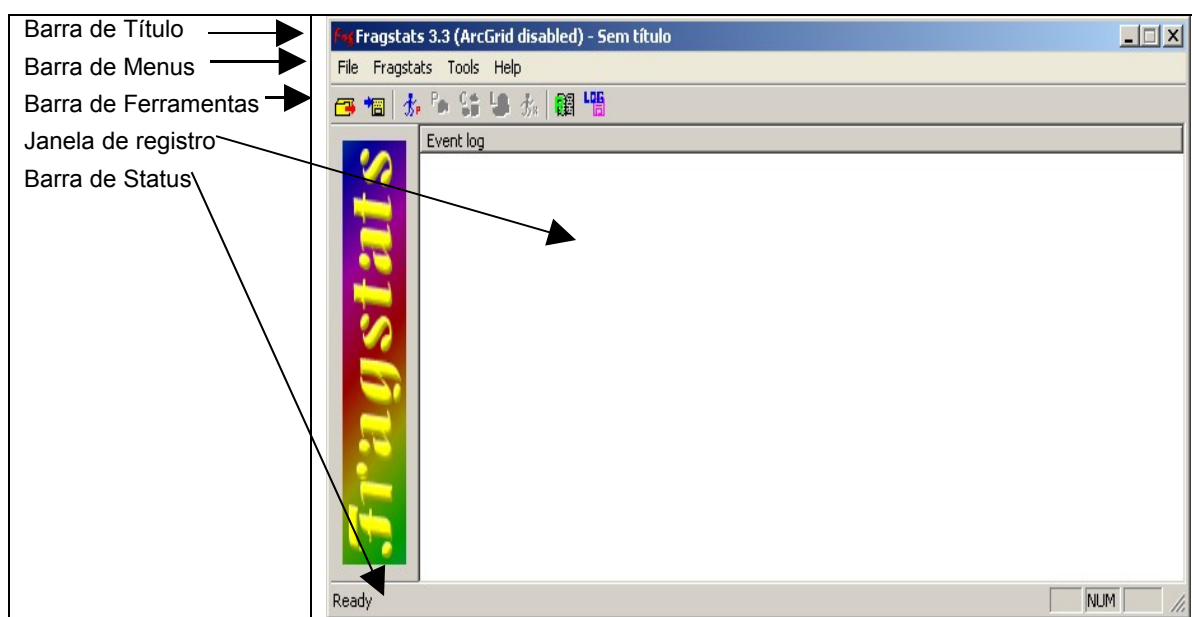
1, FE, true, false

2, FOM, true, false

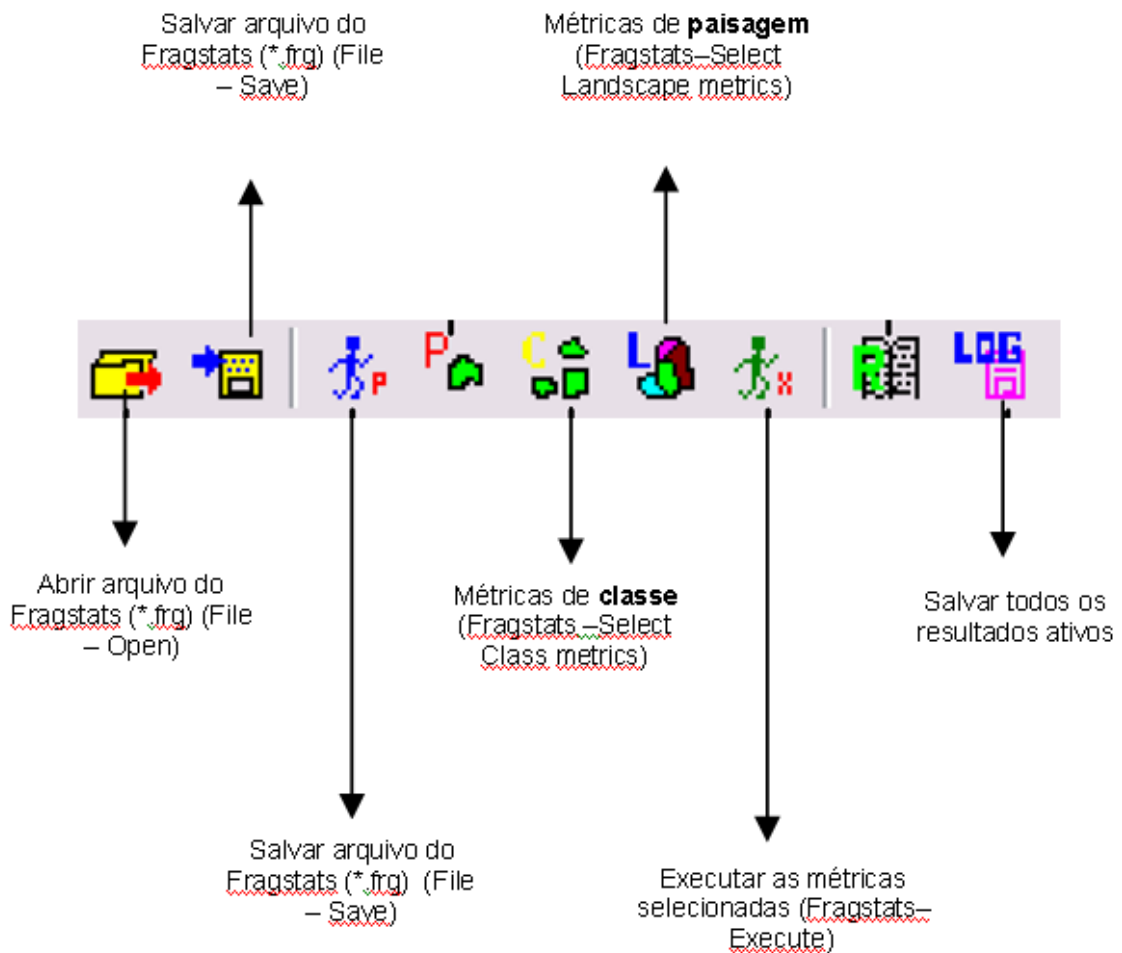
99, outras classes, false, false

-99, background, false, true

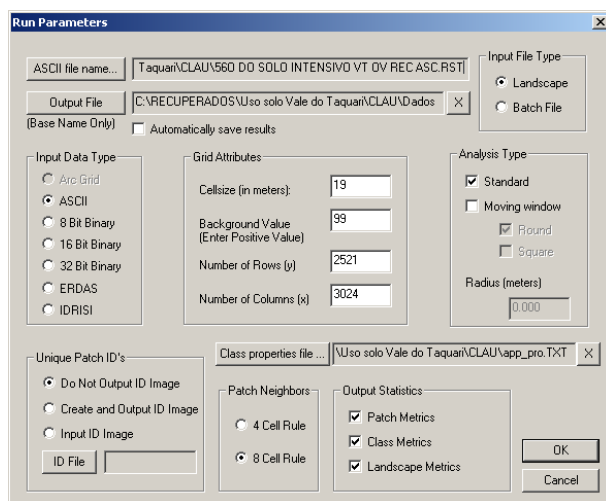
#### 4° Carregue o FRAGSTATS







## 5º Clique em Fragstats → Set Run Parameters



**Input File Type** - Encolha entre Landscape e Batch:

(1) **Landscape**: se for selecionado este modo, o FRAGSTATS analisa apenas uma paisagem por vez, necessitando que um arquivo no formato raster seja carregado.

2) **Batch File**: se for selecionado este modo, o FRAGSTATS analisa mais de uma paisagem por vez, necessitando que um arquivo Batch (grupo) seja carregado.

o FRAGSTATS analisa mais de uma paisagem por vez, necessitando que um arquivo Batch

Input Data Type - o FRAGSTATS aceita vários tipos de formatos de entrada, como exemplo, arquivos no formato ASCII. As imagens devem apresentar o Grid formado por números inteiros, exceto o valor 0.

Input File Name - especifique o nome do arquivo de entrada.

Output File - especifique o nome que será acrescentado nos resultados de saída. Com este nome, serão criados 4 arquivos de resultados, cada um com uma extensão diferente: \*.patch (arquivo ASCII com os dados por fragmento); \*.class (arquivo ASCII com os dados por classe); \*.land (arquivo ASCII com os dados da paisagem); \*.adj (arquivo ASCII com uma súmula de todos os dados gerados nos arquivos acima).

Analysis Type - escolha entre Standard ou Moving Window.

(1) **Standard**: se este modo for selecionado, o FRAGSTATS gera um arquivo de saída convencional, com métricas de fragmentos, classes e paisagem.

(2) **Moving Window**: se este modo for selecionado, o FRAGSTATS conduzirá uma análise de janela móvel e gerará, como saída, um novo Grid para cada métrica selecionada.

Grid Attributes - dependendo do formato do arquivo de entrada, você precisará informar alguns dados do Grid, como:

(1) **Cell Size (in meters)**: entre com o tamanho do pixel em metros.

(2) **Background Value**: [Opcional] entre com o valor do *background*.

(3) **Number of Rows**: entre com o valor de linhas da imagem de entrada.

(4) **Number of Columns**: entre com o valor de colunas da imagem de entrada.

Unique Patch Ids - escolha uma das três opções: (1) **Do Not Output ID Image**; (2) **Create and Output ID Image**; (3) **Input Unique ID Image**.

Se você selecionar a 2° opção, o FRAGSTATS irá criar uma imagem com ID. Se você selecionar a 3° opção, você terá que entrar com uma com uma imagem contendo os identificadores de cada fragmento na paisagem. Selecionando as opções 2 ou 3, você terá a possibilidade de identificar de qual fragmento pertence determinada métrica calculada.




Patch Neighbor Rule - a escolha a regra de 4 ou 8 pixels. Esta escolha terá influência direta sobre o número de fragmentos na paisagem. A maior parte das métricas de configuração serão afetadas e também, terá efeito sobre algumas métricas de composição.


Class Properties File - insira o arquivo contendo as informações de cada classe de uso e cobertura da terra presente na paisagem. Este arquivo deve conter o número da classe de uso da terra (o mesmo da imagem), o nome da classe, condição para a análise ou não e se a classe é ou não background.

Output Statistics - selecione que tipo de métricas que deseja computar:

- (1) **Patch Metrics:** computa as métricas de **cada fragmento** individualmente para cada classe de uso e cobertura da terra.
- (2) **Class Metrics:** computa as métricas de **cada classe** de uso da terra individualmente.
- (3) **Landscape Metrics:** computa as métricas relacionadas com a paisagem.

- Após todos os parâmetros de entrada preenchidos, clique em **OK**. Caso exista alguma incoerência, será apresentada uma mensagem na janela de registro. Senão, ele mostrará a mensagem “*Checking finished*”.

- Na barra de **Menus**, clique **Fragstats** e selecione as métricas que deseja calcular: **Métricas de Fragmento** , **Métricas de Classe**  e **Métricas de Paisagem** 

- Após o processamento, clique em **Tools** → **Browse results** ou . Os resultados serão apresentados em três planilhas, uma contendo os resultados das métricas de fragmento, seguido pela planilha contendo os resultados das métricas de paisagem e por último, a planilha contendo os resultados referentes à paisagem. Estes dados podem ser salvos em \*.txt e trabalhados no software Excel.

# ANEXOS

## ANEXO 1 – LEI 6.938/1981

Presidência da República  
Casa Civil  
Subchefia para Assuntos Jurídicos

**LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981**

Regulamento

Mensagem de veto

Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

**O PRESIDENTE DA REPÚBLICA**, Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art 1º - Esta lei, com fundamento nos incisos VI e VII do art. 23 e no art. 235 da Constituição, estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e institui o Cadastro de Defesa Ambiental. (Redação dada pela Lei nº 8.028, de 1990)

### **DA POLÍTICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE**

Art. 2º. A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:

I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

II - racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;

III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;

IV - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;

V - controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;

VI - incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;

VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental;

VIII - recuperação de áreas degradadas; (Regulamento)

IX - proteção de áreas ameaçadas de degradação;

X - educação ambiental a todos os níveis do ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.

Art. 3º - Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

I - meio ambiente, o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas;

II - degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente;

III - poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem desfavoravelmente a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;

IV - poluidor, a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental;

V - recursos ambientais: a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora. (Redação dada pela Lei nº 7.804, de 1989)

### **DOS OBJETIVOS DA POLÍTICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE**

Art. 4º - A Política Nacional do Meio Ambiente visará:

I - à compatibilização do desenvolvimento econômico social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico;

II - à definição de áreas prioritárias de ação governamental relativa à qualidade e ao equilíbrio ecológico, atendendo aos interesses da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios;

III - ao estabelecimento de critérios e padrões da qualidade ambiental e de normas relativas ao uso e manejo de recursos ambientais;

IV - ao desenvolvimento de pesquisas e de tecnologia s nacionais orientadas para o uso racional de recursos ambientais;

V - à difusão de tecnologias de manejo do meio ambiente, à divulgação de dados e informações ambientais e à formação de uma consciência pública sobre a necessidade de preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico;

VI - à preservação e restauração dos recursos ambientais com vistas á sua utilização racional e disponibilidade permanente, concorrendo para a manutenção do equilíbrio ecológico propício à vida;

VII - à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados, e ao usuário, de contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos.

Art. 5º - As diretrizes da Política Nacional do Meio Ambiente serão formuladas em normas e planos, destinados a orientar a ação dos Governos da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios no que se relaciona com a preservação da qualidade ambiental e manutenção do equilíbrio ecológico, observados os princípios estabelecidos no art. 2º desta Lei.

Parágrafo único. As atividades empresariais públicas ou privadas serão exercidas em consonância com as diretrizes da Política Nacional do Meio Ambiente.

### **DO SISTEMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE**

Art. 6º Os órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios, bem como as fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental, constituirão o Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, assim estruturado:

I - órgão superior: o Conselho de Governo, com a função de assessorar o Presidente da República na formulação da política nacional e nas diretrizes governamentais para o meio ambiente e os recursos ambientais; (Redação dada pela Lei nº 8.028, de 1990)

II - órgão consultivo e deliberativo: o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), com a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida; (Redação dada pela Lei nº 8.028, de 1990)

III - órgão central: a Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República, com a finalidade de planejar, coordenar, supervisionar e controlar, como órgão federal, a política nacional e as diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente; (Redação dada pela Lei nº 8.028, de 1990)

IV - órgão executor: o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, com a finalidade de executar e fazer executar, como órgão federal, a política e diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente; (Redação dada pela Lei nº 8.028, de 1990)

V - Órgãos Seccionais: os órgãos ou entidades estaduais responsáveis pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental; (Redação dada pela Lei nº 7.804, de 1989)

VI - Órgãos Locais: os órgãos ou entidades municipais, responsáveis pelo controle e fiscalização dessas atividades, nas suas respectivas jurisdições; (Incluído pela Lei nº 7.804, de 1989)

§ 1º Os Estados, na esfera de suas competências e nas áreas de sua jurisdição, elaboração normas supletivas e complementares e padrões relacionados com o meio ambiente, observados os que forem estabelecidos pelo CONAMA.

§ 2º Os Municípios, observadas as normas e os padrões federais e estaduais, também poderão elaborar as normas mencionadas no parágrafo anterior.

§ 3º Os órgãos central, setoriais, seccionais e locais mencionados neste artigo deverão fornecer os resultados das análises efetuadas e sua fundamentação, quando solicitados por pessoa legitimamente interessada.

§ 4º De acordo com a legislação em vigor, é o Poder Executivo autorizado a criar uma Fundação de apoio técnico científico às atividades do IBAMA. (Redação dada pela Lei nº 7.804, de 1989)

### **DO CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE**

Art. 7º (Revogado pela Lei nº 8.028, de 1990)

Art. 8º Compete ao CONAMA: (Redação dada pela Lei nº 8.028, de 1990)

I - estabelecer, mediante proposta do IBAMA, normas e critérios para o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, a ser concedido pelos Estados e supervisionado pelo IBAMA; (Redação dada pela Lei nº 7.804, de 1989)

II - determinar, quando julgar necessário, a realização de estudos das alternativas e das possíveis consequências ambientais de projetos públicos ou privados, requisitando aos órgãos federais, estaduais e municipais, bem assim a entidades privadas, as informações indispensáveis para apreciação dos estudos de impacto ambiental, e respectivos relatórios, no caso de obras ou atividades de significativa degradação ambiental, especialmente nas áreas consideradas patrimônio nacional. (Redação dada pela Lei nº 8.028, de 1990)

III - decidir, como última instância administrativa em grau de recurso, mediante depósito prévio, sobre as multas e outras penalidades impostas pela IBAMA; (Redação dada pela Lei nº 7.804, de 1989)

IV - homologar acordos visando à transformação de penalidades pecuniárias na obrigação de executar medidas de interesse para a proteção ambiental; (VETADO);

V - determinar, mediante representação do IBAMA, a perda ou restrição de benefícios fiscais concedidos pelo Poder Público, em caráter geral ou condicional, e a perda ou suspensão de participação em linhas de financiamento em estabelecimentos oficiais de crédito; (Redação dada pela Lei nº 7.804, de 1989)

VI - estabelecer, privativamente, normas e padrões nacionais de controle da poluição por veículos automotores, aeronaves e embarcações, mediante audiência dos Ministérios competentes;

VII - estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos.

Parágrafo único. O Secretário do Meio Ambiente é, sem prejuízo de suas funções, o Presidente do Conama. (Incluído pela Lei nº 8.028, de 1990)

### **DOS INSTRUMENTOS DA POLÍTICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE**

Art. 9º - São Instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente:

I - o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;

II - o zoneamento ambiental; (Regulamento)

III - a avaliação de impactos ambientais;

IV - o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;

V - os incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental;

VI - a criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público federal, estadual e municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas; (Redação dada pela Lei nº 7.804, de 1989)

VII - o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente;

VIII - o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental;

IX - as penalidades disciplinares ou compensatórias não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental.

X - a instituição do Relatório de Qualidade do Meio Ambiente, a ser divulgado anualmente pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA; (Incluído pela Lei nº 7.804, de 1989)

XI - a garantia da prestação de informações relativas ao Meio Ambiente, obrigando-se o Poder Público a produzi-las, quando inexistentes; (Incluído pela Lei nº 7.804, de 1989)

XII - o Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras dos recursos ambientais. (Incluído pela Lei nº 7.804, de 1989)

XIII - instrumentos econômicos, como concessão florestal, servidão ambiental, seguro ambiental e outros. (Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006)

Art. 9º-A. Mediante anuência do órgão ambiental competente, o proprietário rural pode instituir servidão ambiental, pela qual voluntariamente renuncia, em caráter permanente ou temporário, total ou parcialmente, a direito de uso, exploração ou supressão de recursos naturais existentes na propriedade. (Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006)

§ 1º A servidão ambiental não se aplica às áreas de preservação permanente e de reserva legal. (Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006)

§ 2º A limitação ao uso ou exploração da vegetação da área sob servidão instituída em relação aos recursos florestais deve ser, no mínimo, a mesma estabelecida para a reserva legal. (Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006)

§ 3º A servidão ambiental deve ser averbada no registro de imóveis competente. (Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006)

§ 4º Na hipótese de compensação de reserva legal, a servidão deve ser averbada na matrícula de todos os imóveis envolvidos. (Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006)

§ 5º É vedada, durante o prazo de vigência da servidão ambiental, a alteração da destinação da área, nos casos de transmissão do imóvel a qualquer título, de desmembramento ou de retificação dos limites da propriedade. (Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006)

Art. 10 - A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento de órgão estadual competente, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, em caráter supletivo, sem prejuízo de outras licenças exigíveis. (Redação dada pela Lei nº 7.804, de 1989)

§ 1º Os pedidos de licenciamento, sua renovação e a respectiva concessão serão publicados no jornal oficial do Estado, bem como em um periódico regional ou local de grande circulação.

§ 2º Nos casos e prazos previstos em resolução do CONAMA, o licenciamento de que trata este artigo dependerá de homologação da IBAMA. (Redação dada pela Lei nº 7.804, de 1989)

§ 3º O órgão estadual do meio ambiente e IBAMA, esta em caráter supletivo, poderão, se necessário e sem prejuízo das penalidades pecuniárias cabíveis, determinar a redução das atividades geradoras de poluição, para manter as emissões gasosas, os efluentes líquidos e os resíduos sólidos dentro das condições e limites estipulados no licenciamento concedido. (Redação dada pela Lei nº 7.804, de 1989)

§ 4º Compete ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA o licenciamento previsto no caput deste artigo, no caso de atividades e obras com significativo impacto ambiental, de âmbito nacional ou regional. (Redação dada pela Lei nº 7.804, de 1989)

Art. 11. Compete ao IBAMA propor ao CONAMA normas e padrões para implantação, acompanhamento e fiscalização do licenciamento previsto no artigo anterior, além das que forem oriundas do próprio CONAMA. (Vide Lei nº 7.804, de 1989)

§ 1º A fiscalização e o controle da aplicação de critérios, normas e padrões de qualidade ambiental serão exercidos pelo IBAMA, em caráter supletivo da atuação do órgão estadual e municipal competentes. (Redação dada pela Lei nº 7.804, de 1989)

§ 2º Inclui-se na competência da fiscalização e controle a análise de projetos de entidades, públicas ou privadas, objetivando a preservação ou a recuperação de recursos ambientais, afetados por processos de exploração predatórios ou poluidores.

Art. 12. As entidades e órgãos de financiamento e incentivos governamentais condicionarão a aprovação de projetos habilitados a esses benefícios ao licenciamento, na forma desta Lei, e ao cumprimento das normas, dos critérios e dos padrões expedidos pelo CONAMA.

Parágrafo único. As entidades e órgãos referidos no caput deste artigo deverão fazer constar dos projetos a realização de obras e aquisição de equipamentos destinados ao controle de degradação ambiental e a melhoria da qualidade do meio ambiente.

Art. 13. O Poder Executivo incentivará as atividades voltadas ao meio ambiente, visando:

I - ao desenvolvimento, no País, de pesquisas e processos tecnológicos destinados a reduzir a degradação da qualidade ambiental;

II - à fabricação de equipamentos antipoluidores;

III - a outras iniciativas que propiciem a racionalização do uso de recursos ambientais.

Parágrafo único. Os órgãos, entidades e programas do Poder Público, destinados ao incentivo das pesquisas científicas e tecnológicas, considerarão, entre as suas metas prioritárias, o apoio aos projetos que visem a adquirir e desenvolver conhecimentos básicos e aplicáveis na área ambiental e ecológica.

Art. 14 - Sem prejuízo das penalidades definidas pela legislação federal, estadual e municipal, o não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção dos inconvenientes e danos causados pela degradação da qualidade ambiental sujeitará os transgressores:

I - à multa simples ou diária, nos valores correspondentes, no mínimo, a 10 (dez) e, no máximo, a 1.000 (mil) Obrigações Reajustáveis do Tesouro Nacional - ORTNs, agravada em casos de reincidência específica, conforme dispuser o regulamento, vedada a sua cobrança pela União se já tiver sido aplicada pelo Estado, Distrito Federal, Territórios ou pelos Municípios;

II - à perda ou restrição de incentivos e benefícios fiscais concedidos pelo Poder Público;

III - à perda ou suspensão de participação em linhas de financiamento em estabelecimentos oficiais de crédito;

IV - à suspensão de sua atividade.

§ 1º Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. O Ministério Público da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal, por danos causados ao meio ambiente.

§ 2º No caso de omissão da autoridade estadual ou municipal, caberá ao Secretário do Meio Ambiente a aplicação das penalidades pecuniárias prevista neste artigo.

§ 3º Nos casos previstos nos incisos II e III deste artigo, o ato declaratório da perda, restrição ou suspensão será atribuição da autoridade administrativa ou financeira que concedeu os benefícios, incentivos ou financiamento, cumprimento resolução do CONAMA.

§ 4º (Revogado pela Lei nº 9.966, de 2000)

§ 5º A execução das garantias exigidas do poluidor não impede a aplicação das obrigações de indenização e reparação de danos previstas no § 1º deste artigo. (Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006)

Art. 15. O poluidor que expuser a perigo a incolumidade humana, animal ou vegetal, ou estiver tornando mais grave situação de perigo existente, fica sujeito à pena de reclusão de 1 (um) a 3 (três) anos e multa de 100 (cem) a 1.000 (mil) MVR. (Redação dada pela Lei nº 7.804, de 1989)

§ 1º A pena é aumentada até o dobro se: (Redação dada pela Lei nº 7.804, de 1989)

I - resultar:

a) dano irreversível à fauna, à flora e ao meio ambiente;

b) lesão corporal grave;

II - a poluição é decorrente de atividade industrial ou de transporte;

III - o crime é praticado durante a noite, em domingo ou em feriado.

§ 2º Incorre no mesmo crime a autoridade competente que deixar de promover as medidas tendentes a impedir a prática das condutas acima descritas. (Redação dada pela Lei nº 7.804, de 1989)



Art. 16 - (Revogado pela Lei nº 7.804, de 1989)

Art. 17. Fica instituído, sob a administração do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA: (Redação dada pela Lei nº 7.804, de 1989)

I - Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental, para registro obrigatório de pessoas físicas ou jurídicas que se dedicam a consultoria técnica sobre problemas ecológicos e ambientais e à indústria e comércio de equipamentos, aparelhos e instrumentos destinados ao controle de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras; (Incluído pela Lei nº 7.804, de 1989)

II - Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais, para registro obrigatório de pessoas físicas ou jurídicas que se dedicam a atividades potencialmente poluidoras e/ou à extração, produção, transporte e comercialização de produtos potencialmente perigosos ao meio ambiente, assim como de produtos e subprodutos da fauna e flora. (Incluído pela Lei nº 7.804, de 1989)

Art. 17-A. São estabelecidos os preços dos serviços e produtos do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama, a serem aplicados em âmbito nacional, conforme Anexo a esta Lei. (Incluído pela Lei nº 9.960, de 2000)

Art. 17-B. Fica instituída a Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental – TCFA, cujo fato gerador é o exercício regular do poder de polícia conferido ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama para controle e fiscalização das atividades potencialmente poluidoras e utilizadoras de recursos naturais." (Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

§ 1º Revogado. (Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

§ 2º Revogado. (Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

Art. 17-C. É sujeito passivo da TCFA todo aquele que exerça as atividades constantes do Anexo VIII desta Lei. (Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

§ 1º O sujeito passivo da TCFA é obrigado a entregar até o dia 31 de março de cada ano relatório das atividades exercidas no ano anterior, cujo modelo será definido pelo Ibama, para o fim de colaborar com os procedimentos de controle e fiscalização. (Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

§ 2º O descumprimento da providência determinada no § 1º sujeita o infrator a multa equivalente a vinte por cento da TCFA devida, sem prejuízo da exigência desta. (Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

§ 3º Revogado. (Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

Art. 17-D. A TCFA é devida por estabelecimento e os seus valores são os fixados no Anexo IX desta Lei." (Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

§ 1º Para os fins desta Lei, consideram-se: (Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

I – microempresa e empresa de pequeno porte, as pessoas jurídicas que se enquadrem, respectivamente, nas descrições dos incisos I e II do *caput* do art. 2º da Lei nº 9.841, de 5 de outubro de 1999; (Incluído pela Lei nº 10.165, de 2000)

II – empresa de médio porte, a pessoa jurídica que tiver receita bruta anual superior a R\$ 1.200.000,00 (um milhão e duzentos mil reais) e igual ou inferior a R\$ 12.000.000,00 (doze milhões de reais); (Incluído pela Lei nº 10.165, de 2000)

III – empresa de grande porte, a pessoa jurídica que tiver receita bruta anual superior a R\$ 12.000.000,00 (doze milhões de reais). (Incluído pela Lei nº 10.165, de 2000)

§ 2º O potencial de poluição (PP) e o grau de utilização (GU) de recursos naturais de cada uma das atividades sujeitas à fiscalização encontram-se definidos no Anexo VIII desta Lei. (Incluído pela Lei nº 10.165, de 2000)

§ 3º Caso o estabelecimento exerça mais de uma atividade sujeita à fiscalização, pagará a taxa relativamente a apenas uma delas, pelo valor mais elevado. (Incluído pela Lei nº 10.165, de 2000)

Art. 17-E. É o Ibama autorizado a cancelar débitos de valores inferiores a R\$ 40,00 (quarenta reais), existentes até 31 de dezembro de 1999. (Incluído pela Lei nº 9.960, de 2000)

Art. 17-F. São isentas do pagamento da TCFA as entidades públicas federais, distritais, estaduais e municipais, as entidades filantrópicas, aqueles que praticam agricultura de subsistência e as populações tradicionais. (Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

Art. 17-G. A TCFA será devida no último dia útil de cada trimestre do ano civil, nos valores

fixados no Anexo IX desta Lei, e o recolhimento será efetuado em conta bancária vinculada ao Ibama, por intermédio de documento próprio de arrecadação, até o quinto dia útil do mês subsequente. (Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

Parágrafo único. Revogado. (Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

§ 2º Os recursos arrecadados com a TCFA terão utilização restrita em atividades de controle e fiscalização ambiental. (Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006)

Art. 17-H. A TCFA não recolhida nos prazos e nas condições estabelecidas no artigo anterior será cobrada com os seguintes acréscimos: (Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

I – juros de mora, na via administrativa ou judicial, contados do mês seguinte ao do vencimento, à razão de um por cento; (Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

II – multa de mora de vinte por cento, reduzida a dez por cento se o pagamento for efetuado até o último dia útil do mês subsequente ao do vencimento; (Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

III – encargo de vinte por cento, substitutivo da condenação do devedor em honorários de advogado, calculado sobre o total do débito inscrito como Dívida Ativa, reduzido para dez por cento se o pagamento for efetuado antes do ajuizamento da execução. (Incluído pela Lei nº 10.165, de 2000)

§ 1º-A. Os juros de mora não incidem sobre o valor da multa de mora. (Incluído pela Lei nº 10.165, de 2000)

§ 1º Os débitos relativos à TCFA poderão ser parcelados de acordo com os critérios fixados na legislação tributária, conforme dispuser o regulamento desta Lei. (Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

Art. 17-I. As pessoas físicas e jurídicas que exerçam as atividades mencionadas nos incisos I e II do art. 17 e que não estiverem inscritas nos respectivos cadastros até o último dia útil do terceiro mês que se seguir ao da publicação desta Lei incorrerão em infração punível com multa de: (Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

I – R\$ 50,00 (cinquenta reais), se pessoa física; (Incluído pela Lei nº 10.165, de 2000)

II – R\$ 150,00 (cento e cinquenta reais), se microempresa; (Incluído pela Lei nº 10.165, de 2000)

III – R\$ 900,00 (novecentos reais), se empresa de pequeno porte; (Incluído pela Lei nº 10.165, de 2000)

IV – R\$ 1.800,00 (mil e oitocentos reais), se empresa de médio porte; (Incluído pela Lei nº 10.165, de 2000)

V – R\$ 9.000,00 (nove mil reais), se empresa de grande porte. (Incluído pela Lei nº 10.165, de 2000)

Parágrafo único. Revogado. (Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

Art. 17-J. (Revogado pela Lei nº 10.165, de 2000)

Art. 17-L. As ações de licenciamento, registro, autorizações, concessões e permissões relacionadas à fauna, à flora, e ao controle ambiental são de competência exclusiva dos órgãos integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente. (Incluído pela Lei nº 9.960, de 2000)

Art. 17-M. Os preços dos serviços administrativos prestados pelo Ibama, inclusive os referentes à venda de impressos e publicações, assim como os de entrada, permanência e utilização de áreas ou instalações nas unidades de conservação, serão definidos em portaria do Ministro de Estado do Meio Ambiente, mediante proposta do Presidente daquele Instituto. (Incluído pela Lei nº 9.960, de 2000)

Art. 17-N. Os preços dos serviços técnicos do Laboratório de Produtos Florestais do Ibama, assim como os para venda de produtos da flora, serão, também, definidos em portaria do Ministro de Estado do Meio Ambiente, mediante proposta do Presidente daquele Instituto. (Incluído pela Lei nº 9.960, de 2000)

Art. 17-O. Os proprietários rurais que se beneficiarem com redução do valor do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural – ITR, com base em Ato Declaratório Ambiental - ADA, deverão recolher ao Ibama a importância prevista no item 3.11 do Anexo VII da Lei nº 9.960, de 29 de janeiro de 2000, a título de Taxa de Vistoria. (Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

§ 1º-A. A Taxa de Vistoria a que se refere o *caput* deste artigo não poderá exceder a dez por cento do valor da redução do imposto proporcionada pelo ADA. (Incluído pela Lei nº 10.165, de 2000)

§ 1º A utilização do ADA para efeito de redução do valor a pagar do ITR é obrigatória.(Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

§ 2º O pagamento de que trata o *caput* deste artigo poderá ser efetivado em cota única ou em parcelas, nos mesmos moldes escolhidos pelo contribuinte para o pagamento do ITR, em documento próprio de arrecadação do Ibama.(Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

§ 3º Para efeito de pagamento parcelado, nenhuma parcela poderá ser inferior a R\$ 50,00 (cinquenta reais). (Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

§ 4º O inadimplemento de qualquer parcela ensejará a cobrança de juros e multa nos termos dos incisos I e II do *caput* e §§ 1º-A e 1º, todos do art. 17-H desta Lei.(Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

§ 5º Após a vistoria, realizada por amostragem, caso os dados constantes do ADA não coincidam com os efetivamente levantados pelos técnicos do Ibama, estes lavrarão, de ofício, novo ADA, contendo os dados reais, o qual será encaminhado à Secretaria da Receita Federal, para as providências cabíveis. (Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

Art. 17-P. Constitui crédito para compensação com o valor devido a título de TCFA, até o limite de sessenta por cento e relativamente ao mesmo ano, o montante efetivamente pago pelo estabelecimento ao Estado, ao Município e ao Distrito Federal em razão de taxa de fiscalização ambiental.(Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

§ 1º Valores recolhidos ao Estado, ao Município e ao Distrital Federal a qualquer outro título, tais como taxas ou preços públicos de licenciamento e venda de produtos, não constituem crédito para compensação com a TCFA. (Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

§ 2º A restituição, administrativa ou judicial, qualquer que seja a causa que a determine, da taxa de fiscalização ambiental estadual ou distrital compensada com a TCFA restaura o direito de crédito do Ibama contra o estabelecimento, relativamente ao valor compensado.(Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

Art. 17-Q. É o Ibama autorizado a celebrar convênios com os Estados, os Municípios e o Distrito Federal para desempenharem atividades de fiscalização ambiental, podendo repassar-lhes parcela da receita obtida com a TCFA." (Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000)

Art. 18. (Revogado pela Lei nº 9.985, de 2000)

Art 19 -(VETADO).

Art. 19. Ressalvado o disposto nas Leis nºs 5.357, de 17 de novembro de 1967, e 7.661, de 16 de maio de 1988, a receita proveniente da aplicação desta Lei será recolhida de acordo com o disposto no art. 4º da Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989. (Incluído pela Lei nº 7.804, de 1989))

Art. 20. Esta Lei entrará em vigor na data de sua publicação.

Art. 21. Revogam-se as disposições em contrário.

Brasília, 31 de agosto de 1981; 160º da Independência e 93º da República.

JOÃO FIGUEIREDO

*Mário Andreazza*

Este texto não substitui o publicado no D.O.U. de 2.9.1981

## ANEXO 2 – DECRETO 4.297/2002



Presidência da República  
Casa Civil  
Subchefia para Assuntos Jurídicos

DECRETO Nº 4.297, DE 10 DE JULHO DE 2002.

Art 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 1981

Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências.

**O PRESIDENTE DA REPÚBLICA**, no uso da atribuição que lhe confere o art. 84, inciso IV, da Constituição, e tendo em vista o disposto nos arts. 16 e 44 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965,

### DECRETA:

Art. 1º O Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, obedecerá aos critérios mínimos estabelecidos neste Decreto.

#### CAPITULO I

#### DOS OBJETIVOS E PRINCÍPIOS

Art. 2º O ZEE, instrumento de organização do território a ser obrigatoriamente seguido na implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas, estabelece medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população.

Art. 3º O ZEE tem por objetivo geral organizar, de forma vinculada, as decisões dos agentes públicos e privados quanto a planos, programas, projetos e atividades que, direta ou indiretamente, utilizem recursos naturais, assegurando a plena manutenção do capital e dos serviços ambientais dos ecossistemas.

Parágrafo único. O ZEE, na distribuição espacial das atividades econômicas, levará em conta a importância ecológica, as limitações e as fragilidades dos ecossistemas, estabelecendo vedações, restrições e alternativas de exploração do território e determinando, quando for o caso, inclusive a realocação de atividades incompatíveis com suas diretrizes gerais.

Art. 4º O processo de elaboração e implementação do ZEE:

I - buscará a sustentabilidade ecológica, econômica e social, com vistas a compatibilizar o crescimento econômico e a proteção dos recursos naturais, em favor das presentes e futuras gerações, em decorrência do reconhecimento de valor intrínseco à biodiversidade e a seus componentes;

II - contará com ampla participação democrática, compartilhando suas ações e responsabilidades entre os diferentes níveis da administração pública e da sociedade civil; e

III - valorizará o conhecimento científico multidisciplinar.

Art. 5º O ZEE orientar-se-á pela Política Nacional do Meio Ambiente, estatuída nos arts. 21, inciso IX, 170, inciso VI, 186, inciso II, e 225 da Constituição, na Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, pelos diplomas legais aplicáveis, e obedecerá aos princípios da função sócio-ambiental da propriedade, da prevenção, da precaução, do poluidor-pagador, do usuário-pagador, da participação informada, do acesso equitativo e da integração.

#### CAPÍTULO II

#### DA ELABORAÇÃO DO ZEE

~~Art. 6º Compete ao Poder Público Federal elaborar e executar o ZEE nacional ou regional, em especial quando tiver por objeto bioma considerado patrimônio nacional ou que não deva ser tratado de forma fragmentária.~~

~~§ 1º O Poder Público Federal poderá, mediante celebração de documento apropriado, elaborar e executar o ZEE em articulação e cooperação com os Estados, preenchidos os requisitos previstos neste Decreto.~~

~~§ 2º O ZEE executado pelos órgãos federais e Estados da Federação, quando enfocar escalas regionais ou locais, deverá gerar produtos e informações em escala 1:250.000 ou maiores.~~

de acordo com a disponibilidade de informações da sua área de abrangência.

Art. 6º Compete ao Poder Público Federal elaborar e executar o ZEE nacional e regionais, quando tiver por objeto biomas brasileiros ou territórios abrangidos por planos e projetos prioritários estabelecidos pelo Governo Federal. (Redação dada pelo Decreto nº 6.288, de 2007).

§ 1º O Poder Público Federal poderá, mediante celebração de termo apropriado, elaborar e executar o ZEE em articulação e cooperação com os Estados, cumpridos os requisitos previstos neste Decreto. (Redação dada pelo Decreto nº 6.288, de 2007).

§ 2º O Poder Público Federal deverá reunir e sistematizar as informações geradas, inclusive pelos Estados e Municípios, bem como disponibilizá-las publicamente. (Redação dada pelo Decreto nº 6.288, de 2007).

§ 3º O Poder Público Federal deverá reunir e compatibilizar em um único banco de dados as informações geradas em todas as escalas, mesmo as produzidas pelos Estados, nos termos do § 1º deste artigo.

Art. 6º-A. O ZEE para fins de reconhecimento pelo Poder Público Federal deverá gerar produtos e informações nas seguintes escalas: (Incluído pelo Decreto nº 6.288, de 2007).

I - ZEE nacional na escala de apresentação 1:5.000.000 e de referência 1:1.000.000; (Incluído pelo Decreto nº 6.288, de 2007).

II - ZEE macrorregionais na escala de referência de 1:1.000.000 ou maiores; (Incluído pelo Decreto nº 6.288, de 2007).

III - ZEE dos Estados ou de Regiões nas escalas de referência de 1:1.000.000 à de 1:250.000, nas Macro Regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste e de 1:250.000 a 1:100.000 nas Macro Regiões Sudeste, Sul e na Zona Costeira; e (Incluído pelo Decreto nº 6.288, de 2007).

IV - ZEE local nas escalas de referência de 1:100.000 e maiores. (Incluído pelo Decreto nº 6.288, de 2007).

§ 1º O ZEE desempenhará funções diversas, segundo as seguintes escalas: (Incluído pelo Decreto nº 6.288, de 2007).

I - nas escalas de 1:1.000.000, para indicativos estratégicos de uso do território, definição de áreas para detalhamento do ZEE, utilização como referência para definição de prioridades em planejamento territorial e gestão de ecossistemas. (Incluído pelo Decreto nº 6.288, de 2007).

II - nas escalas de 1:250.000 e maiores, para indicativos de gestão e ordenamento territorial estadual ou regional, tais como, definição dos percentuais para fins de recomposição ou aumento de reserva legal, nos termos do § 5º do art. 16 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965; e (Incluído pelo Decreto nº 6.288, de 2007).

III - nas escalas locais de 1:100.000 e maiores, para indicativos operacionais de gestão e ordenamento territorial, tais como, planos diretores municipais, planos de gestão ambiental e territorial locais, usos de Áreas de Preservação Permanente, nos termos do art. 4º da Lei nº 4.771, de 1965. (Incluído pelo Decreto nº 6.288, de 2007).

§ 2º Os órgãos públicos federais, distritais, estaduais e municipais poderão inserir o ZEE nos seus sistemas de planejamento, bem como os produtos disponibilizados pela Comissão Coordenadora do ZEE do Território Nacional, instituída pelo Decreto de 28 de dezembro de 2001, e pelas Comissões Estaduais de ZEE. (Incluído pelo Decreto nº 6.288, de 2007).

§ 3º Para fins do disposto neste Decreto, considera-se região ou regional a área que compreende partes de um ou mais Estados. (Incluído pelo Decreto nº 6.288, de 2007).

Art. 6º-B. A União, para fins de uniformidade e compatibilização com as políticas públicas federais, poderá reconhecer os ZEE estaduais, regionais e locais, desde que tenham cumprido os seguintes requisitos: (Incluído pelo Decreto nº 6.288, de 2007).

I - referendados pela Comissão Estadual do ZEE; (Incluído pelo Decreto nº 6.288, de 2007).

II - aprovados pelas Assembléias Legislativas Estaduais; e (Incluído pelo Decreto nº 6.288, de 2007).

III - compatibilização com o ZEE estadual, nas hipóteses dos ZEE regionais e locais. (Incluído pelo Decreto nº 6.288, de 2007).

Parágrafo único. O reconhecimento a que se refere o caput será realizado pela Comissão Coordenadora do ZEE do Território Nacional, ouvido o Consórcio ZEE Brasil. (Incluído pelo Decreto nº 6.288, de 2007).

Art. 6º-C. O Poder Público Federal elaborará, sob a coordenação da Comissão Coordenadora do ZEE do Território Nacional, o ZEE da Amazônia Legal, tendo como referência o Mapa Integrado

dos ZEE dos Estados, elaborado e atualizado pelo Programa Zoneamento Ecológico-Econômico. (Incluído pelo Decreto nº 6.288, de 2007).

Parágrafo único. O processo de elaboração do ZEE da Amazônia Legal terá a participação de Estados e Municípios, das Comissões Estaduais do ZEE e de representações da sociedade. (Incluído pelo Decreto nº 6.288, de 2007).

Art. 7º A elaboração e implementação do ZEE observarão os pressupostos técnicos, institucionais e financeiros.

Art. 8º Dentre os pressupostos técnicos, os executores de ZEE deverão apresentar:

i - termo de referência detalhado;

II - equipe de coordenação composta por pessoal técnico habilitado;

III - compatibilidade metodológica com os princípios e critérios aprovados pela Comissão Coordenadora do Zoneamento Ecológico-Econômico do Território Nacional, instituída pelo Decreto de 28 de dezembro de 2001;

IV - produtos gerados por meio do Sistema de Informações Geográficas, compatíveis com os padrões aprovados pela Comissão Coordenadora do ZEE;

V - entrada de dados no Sistema de Informações Geográficas compatíveis com as normas e padrões do Sistema Cartográfico Nacional;

VI - normatização técnica com base nos referenciais da Associação Brasileira de Normas Técnicas e da Comissão Nacional de Cartografia para produção e publicação de mapas e relatórios técnicos;

VII - compromisso de disponibilizar informações necessárias à execução do ZEE; e

VIII - projeto específico de mobilização social e envolvimento de grupos sociais interessados.

Art. 9º Dentre os pressupostos institucionais, os executores de ZEE deverão apresentar:

I - arranjos institucionais destinados a assegurar a inserção do ZEE em programa de gestão territorial, mediante a criação de comissão de coordenação estadual, com caráter deliberativo e participativo, e de coordenação técnica, com equipe multidisciplinar;

II - base de informações compartilhadas entre os diversos órgãos da administração pública;

III - proposta de divulgação da base de dados e dos resultados do ZEE; e

IV - compromisso de encaminhamento periódico dos resultados e produtos gerados à Comissão Coordenadora do ZEE.

Art. 10. Os pressupostos financeiros são regidos pela legislação pertinente.

### CAPÍTULO III DO CONTEÚDO DO ZEE

Art. 11. O ZEE dividirá o território em zonas, de acordo com as necessidades de proteção, conservação e recuperação dos recursos naturais e do desenvolvimento sustentável.

Parágrafo único. A instituição de zonas orientar-se-á pelos princípios da utilidade e da simplicidade, de modo a facilitar a implementação de seus limites e restrições pelo Poder Público, bem como sua compreensão pelos cidadãos.

Art. 12. A definição de cada zona observará, no mínimo:

I - diagnóstico dos recursos naturais, da sócio-economia e do marco jurídico-institucional;

II - informações constantes do Sistema de Informações Geográficas;

III - cenários tendenciais e alternativos; e

IV - Diretrizes Gerais e Específicas, nos termos do art. 14 deste Decreto.

Art. 13. O diagnóstico a que se refere o inciso I do art. 12 deverá conter, no mínimo:

I - Unidades dos Sistemas Ambientais, definidas a partir da integração entre os componentes da natureza;

II - Potencialidade Natural, definida pelos serviços ambientais dos ecossistemas e pelos recursos naturais disponíveis, incluindo, entre outros, a aptidão agrícola, o potencial madeireiro e o potencial de produtos florestais não-madeireiros, que inclui o potencial para a exploração de produtos derivados da biodiversidade;

III - Fragilidade Natural Potencial, definida por indicadores de perda da biodiversidade, vulnerabilidade natural à perda de solo, quantidade e qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos;

IV - indicação de corredores ecológicos;

V - tendências de ocupação e articulação regional, definidas em função das tendências de uso da terra, dos fluxos econômicos e populacionais, da localização das infra-estruturas e circulação da informação;

VI - condições de vida da população, definidas pelos indicadores de condições de vida, da situação da saúde, educação, mercado de trabalho e saneamento básico;

VII - incompatibilidades legais, definidas pela situação das áreas legalmente protegidas e o tipo de ocupação que elas vêm sofrendo; e

VIII - áreas institucionais, definidas pelo mapeamento das terras indígenas, unidades de conservação e áreas de fronteira.

Art. 13-A. Na elaboração do diagnóstico a que se refere o inciso I do art. 12, deverão ser obedecidos os requisitos deste Decreto, bem como as Diretrizes Metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil, aprovadas pela Comissão Coordenadora do ZEE do Território Nacional. (Incluído pelo Decreto nº 6.288, de 2007).

Art. 14. As Diretrizes Gerais e Específicas deverão conter, no mínimo:

I - atividades adequadas a cada zona, de acordo com sua fragilidade ecológica, capacidade de suporte ambiental e potencialidades;

II - necessidades de proteção ambiental e conservação das águas, do solo, do subsolo, da fauna e flora e demais recursos naturais renováveis e não-renováveis;

III - definição de áreas para unidades de conservação, de proteção integral e de uso sustentável;

IV - critérios para orientar as atividades madeireira e não-madeireira, agrícola, pecuária, pesqueira e de piscicultura, de urbanização, de industrialização, de mineração e de outras opções de uso dos recursos ambientais;

V - medidas destinadas a promover, de forma ordenada e integrada, o desenvolvimento ecológico e economicamente sustentável do setor rural, com o objetivo de melhorar a convivência entre a população e os recursos ambientais, inclusive com a previsão de diretrizes para implantação de infra-estrutura de fomento às atividades econômicas;

VI - medidas de controle e de ajustamento de planos de zoneamento de atividades econômicas e sociais resultantes da iniciativa dos municípios, visando a compatibilizar, no interesse da proteção ambiental, usos conflitantes em espaços municipais contíguos e a integrar iniciativas regionais amplas e não restritas às cidades; e

VII - planos, programas e projetos dos governos federal, estadual e municipal, bem como suas respectivas fontes de recursos com vistas a viabilizar as atividades apontadas como adequadas a cada zona.

#### CAPÍTULO IV

##### DO USO, ARMAZENAMENTO, CUSTÓDIA E PUBLICIDADE DOS DADOS E INFORMAÇÕES

Art. 15. Os produtos resultantes do ZEE deverão ser armazenados em formato eletrônico, constituindo banco de dados geográficos.

Parágrafo único. A utilização dos produtos do ZEE obedecerá aos critérios de uso da propriedade intelectual dos dados e das informações, devendo ser disponibilizados para o público em geral, ressalvados os de interesse estratégico para o País e os indispensáveis à segurança e integridade do território nacional.

Art. 16. As instituições integrantes do Consórcio ZEE-Brasil, criado pelo Decreto de 28 de dezembro de 2001, constituirão rede integrada de dados e informações, de forma a armazenar, atualizar e garantir a utilização compartilhada dos produtos gerados pelo ZEE nas diferentes instâncias governamentais.

Art. 17. O Poder Público divulgará junto à sociedade, em linguagem e formato acessíveis, o conteúdo do ZEE e de sua implementação, inclusive na forma de ilustrações e textos explicativos, respeitado o disposto no parágrafo único do art. 15, **in fine**.

#### CAPÍTULO V

##### DAS DISPOSIÇÕES FINAIS E TRANSITÓRIAS

Art. 18. O ZEE, na forma do art. 6º, **caput**, deste Decreto, deverá ser analisado e aprovado pela Comissão Coordenadora do ZEE, em conformidade com o Decreto de 28 de dezembro de 2001.

Parágrafo único. Após a análise dos documentos técnicos do ZEE, a Comissão Coordenadora do ZEE poderá solicitar informações complementares, inclusive na forma de estudos, quando julgar imprescindíveis.

Art. 19. A alteração dos produtos do ZEE, bem como mudanças nos limites das zonas e indicação de novas diretrizes gerais e específicas, poderão ser realizadas após decorridos prazo mínimo de dez anos de conclusão do ZEE, ou de sua última modificação, prazo este não exigível na hipótese de ampliação do rigor da proteção ambiental da zona a ser alterada, ou de atualizações decorrentes de aprimoramento técnico-científico.

§ 1º Decorrido o prazo previsto no **caput** deste artigo, as alterações somente poderão ocorrer após consulta pública e aprovação pela comissão estadual do ZEE e pela Comissão Coordenadora do ZEE, mediante processo legislativo de iniciativa do Poder Executivo.

§ 2º Para fins deste artigo, somente será considerado concluído o ZEE que dispuser de zonas devidamente definidas e caracterizadas e contiver Diretrizes Gerais e Específicas, aprovadas na forma do § 1º.

§ 3º A alteração do ZEE não poderá reduzir o percentual da reserva legal definido em legislação específica, nem as áreas protegidas, com unidades de conservação ou não.

Art. 20. Para o planejamento e a implementação de políticas públicas, bem como para o licenciamento, a concessão de crédito oficial ou benefícios tributários, ou para a assistência técnica de qualquer natureza, as instituições públicas ou privadas observarão os critérios, padrões e obrigações estabelecidos no ZEE, quando existir, sem prejuízo dos previstos na legislação ambiental.

Art. 21. Os ZEE estaduais que cobrirem todo o território do Estado, concluídos anteriormente à vigência deste Decreto, serão adequados à legislação ambiental federal mediante instrumento próprio firmado entre a União e cada um dos Estados interessados.

§ 1º Será considerado concluído o ZEE elaborado antes da vigência deste Decreto, na escala de 1:250.000, desde que disponha de mapa de gestão e de diretrizes gerais dispostas no respectivo regulamento.

§ 2º Os ZEE em fase de elaboração serão submetidos à Comissão Coordenadora do ZEE para análise e, se for o caso, adequação às normas deste Decreto.

Art. 21-A. Para definir a recomposição da reserva legal, de que trata o § 5º do art. 16 da Lei nº 4.771, de 1965, a oitiva dos Ministérios do Meio Ambiente e da Agricultura, Pecuária e Abastecimento será realizada por intermédio da Comissão Coordenadora do ZEE do Território Nacional. (Incluído pelo Decreto nº 6.288, de 2007).

Art. 22. Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação.

Brasília, 10 de julho de 2002; 181º da Independência e 114º da República.

FERNANDO HENRIQUE CARDOSO

*José Carlos Carvalho*

Este texto não substitui o publicado no D.O.U. de 11.7.2002



## ANEXO 3 – LEI 4.771/1965



Presidência da República  
Casa Civil  
Subchefia para Assuntos Jurídicos

[LEI Nº 4.771, DE 15 DE SETEMBRO DE 1965.](#)

Institui o novo Código Florestal.

**O PRESIDENTE DA REPÚBLICA** Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º As florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do País, exercendo-se os direitos de propriedade, com as limitações que a legislação em geral e especialmente esta Lei estabelecem.

§ 1º As ações ou omissões contrárias às disposições deste Código na utilização e exploração das florestas e demais formas de vegetação são consideradas uso nocivo da propriedade, aplicando-se, para o caso, o procedimento sumário previsto no art. 275, inciso II, do Código de Processo Civil. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

§ 2º Para os efeitos deste Código, entende-se por: [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#) [\(Vide Decreto nº 5.975, de 2006\)](#)

I - pequena propriedade rural ou posse rural familiar: aquela explorada mediante o trabalho pessoal do proprietário ou posseiro e de sua família, admitida a ajuda eventual de terceiro e cuja renda bruta seja proveniente, no mínimo, em oitenta por cento, de atividade agroflorestal ou do extrativismo, cuja área não supere: [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

a) cento e cinquenta hectares se localizada nos Estados do Acre, Pará, Amazonas, Roraima, Rondônia, Amapá e Mato Grosso e nas regiões situadas ao norte do paralelo 13º S, dos Estados de Tocantins e Goiás, e ao oeste do meridiano de 44º W, do Estado do Maranhão ou no Pantanal mato-grossense ou sul-mato-grossense; [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

b) cinquenta hectares, se localizada no polígono das secas ou a leste do Meridiano de 44º W, do Estado do Maranhão; e [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

c) trinta hectares, se localizada em qualquer outra região do País; [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

II - área de preservação permanente: área protegida nos termos dos arts. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas; [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

III - Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas; [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

IV - utilidade pública: [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

a) as atividades de segurança nacional e proteção sanitária; [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

b) as obras essenciais de infra-estrutura destinadas aos serviços públicos de transporte, saneamento e energia; e [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

c) demais obras, planos, atividades ou projetos previstos em resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA; [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

V - interesse social: [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

a) as atividades imprescindíveis à proteção da integridade da vegetação nativa, tais como: prevenção, combate e controle do fogo, controle da erosão, erradicação de invasoras e proteção de plantios com espécies nativas, conforme resolução do CONAMA; [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

b) as atividades de manejo agroflorestal sustentável praticadas na pequena propriedade ou

posse rural familiar, que não descaracterizem a cobertura vegetal e não prejudiquem a função ambiental da área; e [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

c) demais obras, planos, atividades ou projetos definidos em resolução do CONAMA; [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

VI - Amazônia Legal: os Estados do Acre, Pará, Amazonas, Roraima, Rondônia, Amapá e Mato Grosso e as regiões situadas ao norte do paralelo 13° S, dos Estados de Tocantins e Goiás, e ao oeste do meridiano de 44° W, do Estado do Maranhão. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

Art. 2º Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será: [\(Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989\)](#)

1 - de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; [\(Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989\)](#)

2 - de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; [\(Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989\)](#)

3 - de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; [\(Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989\)](#)

4 - de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; [\(Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989\)](#)

5 - de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros; [\(Incluído pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989\)](#)

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura; [\(Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989\)](#)

d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;

e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;

f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais; [\(Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989\)](#)

h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação. [\(Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989\)](#)

i) nas áreas metropolitanas definidas em lei. [\(Incluído pela Lei nº 6.535, de 1978\)](#) (Vide Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

Parágrafo único. No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo. [\(Incluído pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989\)](#)

Art. 3º Consideram-se, ainda, de preservação permanentes, quando assim declaradas por ato do Poder Público, as florestas e demais formas de vegetação natural destinadas:

a) a atenuar a erosão das terras;

b) a fixar as dunas;

c) a formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;

d) a auxiliar a defesa do território nacional a critério das autoridades militares;

e) a proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico;

f) a asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção;

g) a manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas;

h) a assegurar condições de bem-estar público.

§ 1º A supressão total ou parcial de florestas de preservação permanente só será admitida com prévia autorização do Poder Executivo Federal, quando for necessária à execução de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social.

§ 2º As florestas que integram o Patrimônio Indígena ficam sujeitas ao regime de preservação permanente (letra g) pelo só efeito desta Lei.

Art. 3º-A. A exploração dos recursos florestais em terras indígenas somente poderá ser realizada pelas comunidades indígenas em regime de manejo florestal sustentável, para atender a sua subsistência, respeitados os arts. 2º e 3º deste Código. [\(Incluído pela Medida Provisória nº](#)

2.166-67, de 2001)

Art. 4º A supressão de vegetação em área de preservação permanente somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública ou de interesse social, devidamente caracterizados e motivados em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto. (Redação dada pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

§ 1º A supressão de que trata o **caput** deste artigo dependerá de autorização do órgão ambiental estadual competente, com anuência prévia, quando couber, do órgão federal ou municipal de meio ambiente, ressalvado o disposto no § 2º deste artigo. (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

§ 2º A supressão de vegetação em área de preservação permanente situada em área urbana, dependerá de autorização do órgão ambiental competente, desde que o município possua conselho de meio ambiente com caráter deliberativo e plano diretor, mediante anuência prévia do órgão ambiental estadual competente fundamentada em parecer técnico. (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

§ 3º O órgão ambiental competente poderá autorizar a supressão eventual e de baixo impacto ambiental, assim definido em regulamento, da vegetação em área de preservação permanente. (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

§ 4º O órgão ambiental competente indicará, previamente à emissão da autorização para a supressão de vegetação em área de preservação permanente, as medidas mitigadoras e compensatórias que deverão ser adotadas pelo empreendedor. (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

§ 5º A supressão de vegetação nativa protetora de nascentes, ou de dunas e mangues, de que tratam, respectivamente, as alíneas "c" e "f" do art. 2º deste Código, somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública. (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

§ 6º Na implantação de reservatório artificial é obrigatória a desapropriação ou aquisição, pelo empreendedor, das áreas de preservação permanente criadas no seu entorno, cujos parâmetros e regime de uso serão definidos por resolução do CONAMA. (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

§ 7º É permitido o acesso de pessoas e animais às áreas de preservação permanente, para obtenção de água, desde que não exija a supressão e não comprometa a regeneração e a manutenção a longo prazo da vegetação nativa. (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

Art. 5º (Revogado pela Lei nº 9.985, de 18.7.2000)

Art. 6º (Revogado pela Lei nº 9.985, de 18.7.2000)

Art. 7º Qualquer árvore poderá ser declarada imune de corte, mediante ato do Poder Público, por motivo de sua localização, raridade, beleza ou condição de porta-sementes.

Art. 8º Na distribuição de lotes destinados à agricultura, em planos de colonização e de reforma agrária, não devem ser incluídas as áreas florestadas de preservação permanente de que trata esta Lei, nem as florestas necessárias ao abastecimento local ou nacional de madeiras e outros produtos florestais.

Art. 9º As florestas de propriedade particular, enquanto indivisas com outras, sujeitas a regime especial, ficam subordinadas às disposições que vigorarem para estas.

Art. 10. Não é permitida a derrubada de florestas, situadas em áreas de inclinação entre 25 a 45 graus, só sendo nelas tolerada a extração de toros, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes.

Art. 11. O emprego de produtos florestais ou hulha como combustível obriga o uso de dispositivo, que impeça difusão de fagulhas suscetíveis de provocar incêndios, nas florestas e demais formas de vegetação marginal.

Art. 12. Nas florestas plantadas, não consideradas de preservação permanente, é livre a extração de lenha e demais produtos florestais ou a fabricação de carvão. Nas demais florestas dependerá de norma estabelecida em ato do Poder Federal ou Estadual, em obediência a prescrições ditadas pela técnica e às peculiaridades locais.

Art. 13. O comércio de plantas vivas, oriundas de florestas, dependerá de licença da autoridade competente.

Art. 14. Além dos preceitos gerais a que está sujeita a utilização das florestas, o Poder Público Federal ou Estadual poderá:

a) prescrever outras normas que atendam às peculiaridades locais;

b) proibir ou limitar o corte das espécies vegetais raras, endêmicas, em perigo ou ameaçadas de extinção, bem como as espécies necessárias à subsistência das populações extrativistas, delimitando as áreas compreendidas no ato, fazendo depender de licença prévia, nessas áreas, o corte de outras espécies; ([Redação dada pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001](#))

c) ampliar o registro de pessoas físicas ou jurídicas que se dediquem à extração, indústria e comércio de produtos ou subprodutos florestais.

Art. 15. Fica proibida a exploração sob forma empírica das florestas primitivas da bacia amazônica que só poderão ser utilizadas em observância a planos técnicos de condução e manejo a serem estabelecidos por ato do Poder Público, a ser baixado dentro do prazo de um ano.

Art. 16. As florestas e outras formas de vegetação nativa, ressalvadas as situadas em área de preservação permanente, assim como aquelas não sujeitas ao regime de utilização limitada ou objeto de legislação específica, são suscetíveis de supressão, desde que sejam mantidas, a título de reserva legal, no mínimo: ([Redação dada pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001](#)) ([Regulamento](#))

I - oitenta por cento, na propriedade rural situada em área de floresta localizada na Amazônia Legal; ([Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001](#))

II - trinta e cinco por cento, na propriedade rural situada em área de cerrado localizada na Amazônia Legal, sendo no mínimo vinte por cento na propriedade e quinze por cento na forma de compensação em outra área, desde que esteja localizada na mesma microbacia, e seja averbada nos termos do § 7º deste artigo; ([Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001](#))

III - vinte por cento, na propriedade rural situada em área de floresta ou outras formas de vegetação nativa localizada nas demais regiões do País; e ([Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001](#))

IV - vinte por cento, na propriedade rural em área de campos gerais localizada em qualquer região do País. ([Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001](#))

§ 1º O percentual de reserva legal na propriedade situada em área de floresta e cerrado será definido considerando separadamente os índices contidos nos incisos I e II deste artigo. ([Redação dada pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001](#))

§ 2º A vegetação da reserva legal não pode ser suprimida, podendo apenas ser utilizada sob regime de manejo florestal sustentável, de acordo com princípios e critérios técnicos e científicos estabelecidos no regulamento, ressalvadas as hipóteses previstas no § 3º deste artigo, sem prejuízo das demais legislações específicas. ([Redação dada pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001](#))

§ 3º Para cumprimento da manutenção ou compensação da área de reserva legal em pequena propriedade ou posse rural familiar, podem ser computados os plantios de árvores frutíferas ornamentais ou industriais, compostos por espécies exóticas, cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas. ([Redação dada pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001](#))

§ 4º A localização da reserva legal deve ser aprovada pelo órgão ambiental estadual competente ou, mediante convênio, pelo órgão ambiental municipal ou outra instituição devidamente habilitada, devendo ser considerados, no processo de aprovação, a função social da propriedade, e os seguintes critérios e instrumentos, quando houver: ([Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001](#))

I - o plano de bacia hidrográfica; ([Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001](#))

II - o plano diretor municipal; ([Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001](#))

III - o zoneamento ecológico-econômico; ([Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001](#))

IV - outras categorias de zoneamento ambiental; e ([Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001](#))

V - a proximidade com outra Reserva Legal, Área de Preservação Permanente, unidade de conservação ou outra área legalmente protegida. ([Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001](#))

§ 5º O Poder Executivo, se for indicado pelo Zoneamento Ecológico Econômico - ZEE e pelo Zoneamento Agrícola, ouvidos o CONAMA, o Ministério do Meio Ambiente e o Ministério da Agricultura e do Abastecimento, poderá: ([Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001](#))

I - reduzir, para fins de recomposição, a reserva legal, na Amazônia Legal, para até cinquenta por cento da propriedade, excluídas, em qualquer caso, as Áreas de Preservação Permanente, os ecótonos, os sítios e ecossistemas especialmente protegidos, os locais de expressiva biodiversidade e os corredores ecológicos; e ([Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001](#))

II - ampliar as áreas de reserva legal, em até cinquenta por cento dos índices previstos neste Código, em todo o território nacional. ([Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001](#))

§ 6º Será admitido, pelo órgão ambiental competente, o cômputo das áreas relativas à vegetação nativa existente em área de preservação permanente no cálculo do percentual de reserva legal, desde que não implique em conversão de novas áreas para o uso alternativo do solo, e quando a soma da vegetação nativa em área de preservação permanente e reserva legal exceder a: [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

I - oitenta por cento da propriedade rural localizada na Amazônia Legal; [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

II - cinquenta por cento da propriedade rural localizada nas demais regiões do País; e [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

III - vinte e cinco por cento da pequena propriedade definida pelas alíneas "b" e "c" do inciso I do § 2º do art. 1º. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

§ 7º O regime de uso da área de preservação permanente não se altera na hipótese prevista no § 6º. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

§ 8º A área de reserva legal deve ser averbada à margem da inscrição de matrícula do imóvel, no registro de imóveis competente, sendo vedada a alteração de sua destinação, nos casos de transmissão, a qualquer título, de desmembramento ou de retificação da área, com as exceções previstas neste Código. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

§ 9º A averbação da reserva legal da pequena propriedade ou posse rural familiar é gratuita, devendo o Poder Público prestar apoio técnico e jurídico, quando necessário. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

§ 10. Na posse, a reserva legal é assegurada por Termo de Ajustamento de Conduta, firmado pelo possuidor com o órgão ambiental estadual ou federal competente, com força de título executivo e contendo, no mínimo, a localização da reserva legal, as suas características ecológicas básicas e a proibição de supressão de sua vegetação, aplicando-se, no que couber, as mesmas disposições previstas neste Código para a propriedade rural. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

§ 11. Poderá ser instituída reserva legal em regime de condomínio entre mais de uma propriedade, respeitado o percentual legal em relação a cada imóvel, mediante a aprovação do órgão ambiental estadual competente e as devidas averbações referentes a todos os imóveis envolvidos. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

Art. 17. Nos loteamentos de propriedades rurais, a área destinada a completar o limite percentual fixado na letra a do artigo antecedente, poderá ser agrupada numa só porção em condomínio entre os adquirentes.

Art. 18. Nas terras de propriedade privada, onde seja necessário o florestamento ou o reflorestamento de preservação permanente, o Poder Público Federal poderá fazê-lo sem desapropriá-las, se não o fizer o proprietário.

§ 1º Se tais áreas estiverem sendo utilizadas com culturas, de seu valor deverá ser indenizado o proprietário.

§ 2º As áreas assim utilizadas pelo Poder Público Federal ficam isentas de tributação.

Art. 19. A exploração de florestas e formações sucessoras, tanto de domínio público como de domínio privado, dependerá de prévia aprovação pelo órgão estadual competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, bem como da adoção de técnicas de condução, exploração, reposição florestal e manejo compatíveis com os variados ecossistemas que a cobertura arbórea forme. [\(Redação dada pela Lei nº 11.284, de 2006\)](#)

§ 1º Compete ao Ibama a aprovação de que trata o **caput** deste artigo: [\(Redação dada pela Lei nº 11.284, de 2006\)](#)

I - nas florestas públicas de domínio da União; [\(Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006\)](#)

II - nas unidades de conservação criadas pela União; [\(Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006\)](#)

III - nos empreendimentos potencialmente causadores de impacto ambiental nacional ou regional, definidos em resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. [\(Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006\)](#)

§ 2º Compete ao órgão ambiental municipal a aprovação de que trata o **caput** deste artigo: [\(Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006\)](#)

I - nas florestas públicas de domínio do Município; [\(Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006\)](#)

II - nas unidades de conservação criadas pelo Município; [\(Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006\)](#)

III - nos casos que lhe forem delegados por convênio ou outro instrumento admissível, ouvidos, quando couber, os órgãos competentes da União, dos Estados e do Distrito Federal. [\(Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006\)](#)

§ 3º No caso de reposição florestal, deverão ser priorizados projetos que contemplem a utilização de espécies nativas. [\(Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006\)](#)

Art. 20. As empresas industriais que, por sua natureza, consumirem grandes quantidades de matéria-prima florestal serão obrigadas a manter, dentro de um raio em que a exploração e o transporte sejam julgados econômicos, um serviço organizado, que assegure o plantio de novas áreas, em terras próprias ou pertencentes a terceiros, cuja produção sob exploração racional, seja equivalente ao consumido para o seu abastecimento.

Parágrafo único. O não cumprimento do disposto neste artigo, além das penalidades previstas neste Código, obriga os infratores ao pagamento de uma multa equivalente a 10% (dez por cento) do valor comercial da matéria-prima florestal nativa consumida além da produção da qual participe.

Art. 21. As empresas siderúrgicas, de transporte e outras, à base de carvão vegetal, lenha ou outra matéria-prima florestal, são obrigadas a manter florestas próprias para exploração racional ou a formar, diretamente ou por intermédio de empreendimentos dos quais participem, florestas destinadas ao seu suprimento.

Parágrafo único. A autoridade competente fixará para cada empresa o prazo que lhe é facultado para atender ao disposto neste artigo, dentro dos limites de 5 a 10 anos.

Art. 22. A União, diretamente, através do órgão executivo específico, ou em convênio com os Estados e Municípios, fiscalizará a aplicação das normas deste Código, podendo, para tanto, criar os serviços indispensáveis. [\(Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989\)](#)

Parágrafo único. Nas áreas urbanas, a que se refere o parágrafo único do art. 2º desta Lei, a fiscalização é da competência dos municípios, atuando a União supletivamente. [\(Incluído pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989\)](#)

Art. 23. A fiscalização e a guarda das florestas pelos serviços especializados não excluem a ação da autoridade policial por iniciativa própria.

Art. 24. Os funcionários florestais, no exercício de suas funções, são equiparados aos agentes de segurança pública, sendo-lhes assegurado o porte de armas.

Art. 25. Em caso de incêndio rural, que não se possa extinguir com os recursos ordinários, compete não só ao funcionário florestal, como a qualquer outra autoridade pública, requisitar os meios materiais e convocar os homens em condições de prestar auxílio.

Art. 26. Constituem contravenções penais, puníveis com três meses a um ano de prisão simples ou multa de uma a cem vezes o salário-mínimo mensal, do lugar e da data da infração ou ambas as penas cumulativamente:

a) destruir ou danificar a floresta considerada de preservação permanente, mesmo que em formação ou utilizá-la com infringência das normas estabelecidas ou previstas nesta Lei;

b) cortar árvores em florestas de preservação permanente, sem permissão da autoridade competente;

c) penetrar em floresta de preservação permanente conduzindo armas, substâncias ou instrumentos próprios para caça proibida ou para exploração de produtos ou subprodutos florestais, sem estar munido de licença da autoridade competente;

d) causar danos aos Parques Nacionais, Estaduais ou Municipais, bem como às Reservas Biológicas;

e) fazer fogo, por qualquer modo, em florestas e demais formas de vegetação, sem tomar as precauções adequadas;

f) fabricar, vender, transportar ou soltar balões que possam provocar incêndios nas florestas e demais formas de vegetação;

g) impedir ou dificultar a regeneração natural de florestas e demais formas de vegetação;

h) receber madeira, lenha, carvão e outros produtos procedentes de florestas, sem exigir a exibição de licença do vendedor, outorgada pela autoridade competente e sem munir-se da via que deverá acompanhar o produto, até final beneficiamento;

i) transportar ou guardar madeiras, lenha, carvão e outros produtos procedentes de florestas, sem licença válida para todo o tempo da viagem ou do armazenamento, outorgada pela autoridade competente;

j) deixar de restituir à autoridade, licenças extintas pelo decurso do prazo ou pela entrega ao consumidor dos produtos procedentes de florestas;

l) empregar, como combustível, produtos florestais ou hulha, sem uso de dispositivo que impeça a difusão de fagulhas, suscetíveis de provocar incêndios nas florestas;

m) soltar animais ou não tomar precauções necessárias para que o animal de sua propriedade não penetre em florestas sujeitas a regime especial;

n) matar, lesar ou maltratar, por qualquer modo ou meio, plantas de ornamentação de logradouros públicos ou em propriedade privada alheia ou árvore imune de corte;

o) extrair de florestas de domínio público ou consideradas de preservação permanente, sem prévia autorização, pedra, areia, cal ou qualquer outra espécie de minerais;

p) (Vetado).

q) transformar madeiras de lei em carvão, inclusive para qualquer efeito industrial, sem licença da autoridade competente. [\(Incluído pela Lei nº 5.870, de 26.3.1973\)](#)

Art. 27. É proibido o uso de fogo nas florestas e demais formas de vegetação.

Parágrafo único. Se peculiaridades locais ou regionais justificarem o emprego do fogo em práticas agropastoris ou florestais, a permissão será estabelecida em ato do Poder Público, circunscrevendo as áreas e estabelecendo normas de precaução.

Art. 28. Além das contravenções estabelecidas no artigo precedente, subsistem os dispositivos sobre contravenções e crimes previstos no Código Penal e nas demais leis, com as penalidades neles cominadas.

Art. 29. As penalidades incidirão sobre os autores, sejam eles:

a) diretos;

b) arrendatários, parceiros, posseiros, gerentes, administradores, diretores, promitentes compradores ou proprietários das áreas florestais, desde que praticadas por prepostos ou subordinados e no interesse dos preponentes ou dos superiores hierárquicos;

c) autoridades que se omitirem ou facilitarem, por consentimento legal, na prática do ato.

Art. 30. Aplicam-se às contravenções previstas neste Código as regras gerais do Código Penal e da Lei de Contravenções Penais, sempre que a presente Lei não disponha de modo diverso.

Art. 31. São circunstâncias que agravam a pena, além das previstas no Código Penal e na Lei de Contravenções Penais:

a) cometer a infração no período de queda das sementes ou de formação das vegetações prejudicadas, durante a noite, em domingos ou dias feriados, em épocas de seca ou inundações;

b) cometer a infração contra a floresta de preservação permanente ou material dela provindo.

Art. 32. A ação penal independe de queixa, mesmo em se tratando de lesão em propriedade privada, quando os bens atingidos são florestas e demais formas de vegetação, instrumentos de trabalho, documentos e atos relacionados com a proteção florestal disciplinada nesta Lei.

Art. 33. São autoridades competentes para instaurar, presidir e proceder a inquéritos policiais, lavrar autos de prisão em flagrante e intentar a ação penal, nos casos de crimes ou contravenções, previstos nesta Lei, ou em outras leis e que tenham por objeto florestas e demais formas de vegetação, instrumentos de trabalho, documentos e produtos procedentes das mesmas:

a) as indicadas no Código de Processo Penal;

b) os funcionários da repartição florestal e de autarquias, com atribuições correlatas, designados para a atividade de fiscalização.

Parágrafo único. Em caso de ações penais simultâneas, pelo mesmo fato, iniciadas por várias autoridades, o Juiz reunirá os processos na jurisdição em que se firmou a competência.

Art. 34. As autoridades referidas no item b do artigo anterior, ratificada a denúncia pelo Ministério Público, terão ainda competência igual à deste, na qualidade de assistente, perante a Justiça comum, nos feitos de que trata esta Lei.

Art. 35. A autoridade apreenderá os produtos e os instrumentos utilizados na infração e, se não puderem acompanhar o inquérito, por seu volume e natureza, serão entregues ao depositário público local, se houver e, na sua falta, ao que for nomeado pelo Juiz, para ulterior devolução ao prejudicado. Se pertencerem ao agente ativo da infração, serão vendidos em hasta pública.

Art. 36. O processo das contravenções obedecerá ao rito sumário da Lei n. 1.508 de 19 de dezembro de 1951, no que couber.

Art. 37. Não serão transcritos ou averbados no Registro Geral de Imóveis os atos de transmissão "inter-vivos" ou "causa mortis", bem como a constituição de ônus reais, sobre imóveis da zona rural, sem a apresentação de certidão negativa de dívidas referentes a multas previstas nesta Lei ou nas leis estaduais supletivas, por decisão transitada em julgado.

Art. 37-A. Não é permitida a conversão de florestas ou outra forma de vegetação nativa para uso alternativo do solo na propriedade rural que possui área desmatada, quando for verificado que a referida área encontra-se abandonada, subutilizada ou utilizada de forma inadequada, segundo a vocação e capacidade de suporte do solo. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

§ 1º Entende-se por área abandonada, subutilizada ou utilizada de forma inadequada, aquela não efetivamente utilizada, nos termos do § 3º, do art. 6º da Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, ou que não atenda aos índices previstos no art. 6º da referida Lei, ressalvadas as áreas de pouso na pequena propriedade ou posse rural familiar ou de população tradicional. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

§ 2º As normas e mecanismos para a comprovação da necessidade de conversão serão estabelecidos em regulamento, considerando, dentre outros dados relevantes, o desempenho da propriedade nos últimos três anos, apurado nas declarações anuais do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

§ 3º A regulamentação de que trata o § 2º estabelecerá procedimentos simplificados: [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

I - para a pequena propriedade rural; e [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

II - para as demais propriedades que venham atingindo os parâmetros de produtividade da região e que não tenham restrições perante os órgãos ambientais. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

§ 4º Nas áreas passíveis de uso alternativo do solo, a supressão da vegetação que abrigue espécie ameaçada de extinção, dependerá da adoção de medidas compensatórias e mitigadoras que assegurem a conservação da espécie. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

§ 5º Se as medidas necessárias para a conservação da espécie impossibilitarem a adequada exploração econômica da propriedade, observar-se-á o disposto na alínea "b" do art. 14. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

§ 6º É proibida, em área com cobertura florestal primária ou secundária em estágio avançado de regeneração, a implantação de projetos de assentamento humano ou de colonização para fim de reforma agrária, ressalvados os projetos de assentamento agro-extrativista, respeitadas as legislações específicas. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

Art. 38. [\(Revogado pela Lei nº 5.106, de 2.9.1966\)](#)

Art. 39. [\(Revogado pela Lei nº 5.868, de 12.12.1972\)](#)

Art. 40. (Vetado).

Art. 41. Os estabelecimentos oficiais de crédito concederão prioridades aos projetos de florestamento, reflorestamento ou aquisição de equipamentos mecânicos necessários aos serviços, obedecidas as escalas anteriormente fixadas em lei.

Parágrafo único. Ao Conselho Monetário Nacional, dentro de suas atribuições legais, como órgão disciplinador do crédito e das operações creditícias em todas suas modalidades e formas, cabe estabelecer as normas para os financiamentos florestais, com juros e prazos compatíveis, relacionados com os planos de florestamento e reflorestamento aprovados pelo Conselho Florestal Federal.

Art. 42. Dois anos depois da promulgação desta Lei, nenhuma autoridade poderá permitir a adoção de livros escolares de leitura que não contenham textos de educação florestal, previamente aprovados pelo Conselho Federal de Educação, ouvido o órgão florestal competente.

§ 1º As estações de rádio e televisão incluirão, obrigatoriamente, em suas programações, textos e dispositivos de interesse florestal, aprovados pelo órgão competente no limite mínimo de cinco (5) minutos semanais, distribuídos ou não em diferentes dias.

§ 2º Nos mapas e cartas oficiais serão obrigatoriamente assinalados os Parques e Florestas Públicas.

§ 3º A União e os Estados promoverão a criação e o desenvolvimento de escolas para o ensino florestal, em seus diferentes níveis.

Art. 43. Fica instituída a Semana Florestal, em datas fixadas para as diversas regiões do País, do Decreto Federal. Será a mesma comemorada, obrigatoriamente, nas escolas e estabelecimentos públicos ou subvencionados, através de programas objetivos em que se ressalte o valor das florestas, face aos seus produtos e utilidades, bem como sobre a forma correta de conduzi-las e perpetuá-las.

Parágrafo único. Para a Semana Florestal serão programadas reuniões, conferências, jornadas de reflorestamento e outras solenidades e festividades com o objetivo de identificar as florestas como recurso natural renovável, de elevado valor social e econômico.

Art. 44. O proprietário ou possuidor de imóvel rural com área de floresta nativa, natural, primitiva ou regenerada ou outra forma de vegetação nativa em extensão inferior ao estabelecido nos incisos I, II, III e IV do art. 16, ressalvado o disposto nos seus §§ 5º e 6º, deve adotar as seguintes alternativas, isoladas ou conjuntamente: [\(Redação dada pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

I - recompor a reserva legal de sua propriedade mediante o plantio, a cada três anos, de no mínimo 1/10 da área total necessária à sua complementação, com espécies nativas, de acordo com critérios estabelecidos pelo órgão ambiental estadual competente; [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

II - conduzir a regeneração natural da reserva legal; e [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-](#)



[67, de 2001\)](#)

III - compensar a reserva legal por outra área equivalente em importância ecológica e extensão, desde que pertença ao mesmo ecossistema e esteja localizada na mesma microbacia, conforme critérios estabelecidos em regulamento. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

§ 1º Na recomposição de que trata o inciso I, o órgão ambiental estadual competente deve apoiar tecnicamente a pequena propriedade ou posse rural familiar. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

§ 2º A recomposição de que trata o inciso I pode ser realizada mediante o plantio temporário de espécies exóticas como pioneiras, visando a restauração do ecossistema original, de acordo com critérios técnicos gerais estabelecidos pelo CONAMA. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

§ 3º A regeneração de que trata o inciso II será autorizada, pelo órgão ambiental estadual competente, quando sua viabilidade for comprovada por laudo técnico, podendo ser exigido o isolamento da área. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

§ 4º Na impossibilidade de compensação da reserva legal dentro da mesma micro-bacia hidrográfica, deve o órgão ambiental estadual competente aplicar o critério de maior proximidade possível entre a propriedade desprovida de reserva legal e a área escolhida para compensação, desde que na mesma bacia hidrográfica e no mesmo Estado, atendido, quando houver, o respectivo Plano de Bacia Hidrográfica, e respeitadas as demais condicionantes estabelecidas no inciso III. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

§ 5º A compensação de que trata o inciso III deste artigo, deverá ser submetida à aprovação pelo órgão ambiental estadual competente, e pode ser implementada mediante o arrendamento de área sob regime de servidão florestal ou reserva legal, ou aquisição de cotas de que trata o art. 44-B. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

§ 6º O proprietário rural poderá ser desonerado das obrigações previstas neste artigo, mediante a doação ao órgão ambiental competente de área localizada no interior de unidade de conservação de domínio público, pendente de regularização fundiária, respeitados os critérios previstos no inciso III do caput deste artigo. [\(Redação dada pela Lei nº 11.428, de 2006\)](#)

Art. 44-A. O proprietário rural poderá instituir servidão florestal, mediante a qual voluntariamente renuncia, em caráter permanente ou temporário, a direitos de supressão ou exploração da vegetação nativa, localizada fora da reserva legal e da área com vegetação de preservação permanente. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

§ 1º A limitação ao uso da vegetação da área sob regime de servidão florestal deve ser, no mínimo, a mesma estabelecida para a Reserva Legal. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

§ 2º A servidão florestal deve ser averbada à margem da inscrição de matrícula do imóvel, no registro de imóveis competente, após anuência do órgão ambiental estadual competente, sendo vedada, durante o prazo de sua vigência, a alteração da destinação da área, nos casos de transmissão a qualquer título, de desmembramento ou de retificação dos limites da propriedade. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

Art. 44-B. Fica instituída a Cota de Reserva Florestal - CRF, título representativo de vegetação nativa sob regime de servidão florestal, de Reserva Particular do Patrimônio Natural ou reserva legal instituída voluntariamente sobre a vegetação que exceder os percentuais estabelecidos no art. 16 deste Código. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

Parágrafo único. A regulamentação deste Código disporá sobre as características, natureza e prazo de validade do título de que trata este artigo, assim como os mecanismos que assegurem ao seu adquirente a existência e a conservação da vegetação objeto do título. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

Art. 44-C. O proprietário ou possuidor que, a partir da vigência da Medida Provisória nº 1.736-31, de 14 de dezembro de 1998, suprimiu, total ou parcialmente florestas ou demais formas de vegetação nativa, situadas no interior de sua propriedade ou posse, sem as devidas autorizações exigidas por Lei, não pode fazer uso dos benefícios previstos no inciso III do art. 44. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001\)](#)

Art. 45. Ficam obrigados ao registro no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA os estabelecimentos comerciais responsáveis pela comercialização de moto-serras, bem como aqueles que adquirirem este equipamento. [\(Incluído pela Lei nº 7.803, de 18.7.1989\)](#)

§ 1º A licença para o porte e uso de moto-serras será renovada a cada 2 (dois) anos perante o

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. ([Incluído pela Lei nº 7.803, de 18.7.1989](#))

§ 2º Os fabricantes de moto-serras ficam obrigados, a partir de 180 (cento e oitenta) dias da publicação desta Lei, a imprimir, em local visível deste equipamento, numeração cuja seqüência será encaminhada ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA e constará das correspondentes notas fiscais. ([Incluído pela Lei nº 7.803, de 18.7.1989](#))

§ 3º A comercialização ou utilização de moto-serras sem a licença a que se refere este artigo constitui crime contra o meio ambiente, sujeito à pena de detenção de 1 (um) a 3 (três) meses e multa de 1 (um) a 10 (dez) salários mínimos de referência e a apreensão da moto-serra, sem prejuízo da responsabilidade pela reparação dos danos causados. ([Incluído pela Lei nº 7.803, de 18.7.1989](#))

Art. 46. No caso de florestas plantadas, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA zelará para que seja preservada, em cada município, área destinada à produção de alimentos básicos e pastagens, visando ao abastecimento local. ([Incluído pela Lei nº 7.803, de 18.7.1989](#))

Art. 47. O Poder Executivo promoverá, no prazo de 180 dias, a revisão de todos os contratos, convênios, acordos e concessões relacionados com a exploração florestal em geral, a fim de ajustá-las às normas adotadas por esta Lei. ([Art. 45 renumerado pela Lei nº 7.803, de 18.7.1989](#))

Art. 48. Fica mantido o Conselho Florestal Federal, com sede em Brasília, como órgão consultivo e normativo da política florestal brasileira. ([Art. 46 renumerado pela Lei nº 7.803, de 18.7.1989](#))

Parágrafo único. A composição e atribuições do Conselho Florestal Federal, integrado, no máximo, por 12 (doze) membros, serão estabelecidas por decreto do Poder Executivo.

Art. 49. O Poder Executivo regulamentará a presente Lei, no que for julgado necessário à sua execução. ([Art. 47 renumerado pela Lei nº 7.803, de 18.7.1989](#))

Art. 50. Esta Lei entrará em vigor 120 (cento e vinte) dias após a data de sua publicação, revogados o [Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934](#) (Código Florestal) e demais disposições em contrário. ([Art. 48 renumerado pela Lei nº 7.803, de 18.7.1989](#))

Brasília, 15 de setembro de 1965; 144º da Independência e 77º da República.

H. CASTELLO BRANCO

*Hugo Leme*

*Octavio Gouveia de Bulhões*

*Flávio Lacerda*

Este texto não substitui o publicado no D.O.U. De 16.9.1965

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L4771compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771compilado.htm)