



Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) como ferramenta para o planejamento ambiental municipal

Vania Elisabete Schneider¹, Gisele Cemin¹, Fernanda de Lemos Ramos¹

¹ Universidade de Caxias do Sul - Instituto de Saneamento Ambiental (gcemin3@ucs.br)

Resumo

O planejamento ambiental constitui uma importante ferramenta para auxiliar a tomada de decisão, pois permite ao planejador uma visão organizada e sistematizada das informações ambientais referentes ao município. Dentro desta perspectiva, o objetivo deste trabalho foi de caracterizar o município de Santo Antônio do Palma-RS, através de material cartográfico, imagem de satélite e informações complementares, visando facilitar a análise e compreensão dos elementos que compõem a paisagem da área de estudo. Este trabalho corresponde a uma das etapas para a elaboração de um cenário para a proposição de diretrizes e metas que visem definir, entre as alternativas possíveis, o uso sustentável dos recursos naturais.

Palavras-chave: sensoriamento remoto, mapas temáticos, caracterização ambiental.

Área Temática: Gestão Ambiental Pública.

Abstract

Environmental planning is an important tool to assist decision-making, because it gives the planner an organized and systematic view of the environmental information related to the municipality. Within this perspective, the objective this article was to characterize the municipality of Santo Antônio do Palma-RS, through cartographic material, satellite images and other information in order to facilitate the analysis and understanding of the elements that compose the landscape of the study area. This work represents a step towards the elaboration of a scenario for the proposition of guidelines and goals for the definition, between the various possible alternatives, the sustainable use of natural resources

Key words: remote sensing, thematic maps, environmental characterization

Theme Area: Public Environmental Management



1 Introdução

O planejamento ambiental surgiu nas três últimas décadas em razão do aumento dramático da competição por terras, água, recursos energéticos e biológicos, que gerou a necessidade de organizar o uso da terra, de compatibilizar esse uso com a proteção de ambientes ameaçados e de melhorar a qualidade de vida das populações. Surgiu também como uma resposta adversa ao desenvolvimento tecnológico, puramente materialista, buscando o desenvolvimento como um estado de bem-estar humano, ao invés de um estado de economia nacional. O planejamento ambiental vem como uma solução a conflitos que possam ocorrer entre as metas da conservação ambiental e do planejamento tecnológico (SANTOS, 2004).

O planejamento ambiental é uma importante ferramenta para auxiliar à tomada de decisão, pois requer o conhecimento da realidade para que se possa decidir pelas melhores alternativas e definir políticas públicas adequadas. Desta forma, é fundamental obter informações de boa qualidade, bem formuladas e representativas dessa realidade. Neste sentido, a utilização de dados cartográficos e de sensoriamento remoto para a elaboração de mapeamentos que mostrem a atual situação do município é de grande importância. Os mapeamentos nada mais são que representações em superfície plana, das porções heterogêneas de um dado local, identificadas e delimitadas. Assim, um mapa permite observar as localizações, as extensões, os padrões de distribuição e as relações entre os componentes distribuídos no espaço. A forma habitual utilizada para a elaboração e integração dos diferentes mapas é utilização dos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs). Os SIGs constituem uma ferramenta que pode subsidiar trabalhos de planejamento e gestão ambiental e tem sido reconhecidos como um instrumento para o manuseio de informações ambientais, bem como para conhecer e resolver problemas de organização espacial. Segundo Câmara e Queiroz (2001), o termo SIG é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos, recuperando informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial, oferecendo ao planejador uma visão inédita de seu ambiente de trabalho, em que todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto estão ao seu alcance, interrelacionadas com base no que lhes é fundamentalmente comum, a referência geográfica.

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi de caracterizar o município de Santo Antônio do Palma-RS, através de material cartográfico, imagem de satélite e informações complementares, visando facilitar a análise e compreensão dos elementos que compõem e estruturam a paisagem da área de estudo. Este trabalho corresponde a uma das etapas para a elaboração de um cenário para a proposição de diretrizes e metas que visem definir, entre as alternativas possíveis, o uso sustentável dos recursos naturais.

2 Metodologia

As informações cartográficas e as informações da imagem de satélite foram manipuladas com o auxílio dos *softwares* Idrisi, CartaLinx e Spring. O *software* Fragstats foi utilizado para caracterização da composição e configuração da paisagem da área de estudo.

2.1 Caracterização e análise ambiental

a) Rede hidrográfica e malha viária

Os mapas da rede hidrográfica e da malha viária foram gerados a partir da digitalização em tela de cursos d'água (intermitentes e perenes) e das estradas (com e sem pavimentação).

b) Hipsometria e clinografia

O Modelo Digital de Elevação (*Digital Elevation Model*) foi elaborado com base na interpolação por grades triangulares (*Triangular Irregular Network*) das curvas de nível digitalizadas, equidistantes 20 metros. Este mapa foi fatiado em intervalos de 40 em 40



metros, gerando o mapa de hipsometria. Com base no mapa de hipsometria foi elaborado o mapa de clinografia, conforme classificação estabelecida pela EMBRAPA (1995).

c) Uso e cobertura do solo

Para a geração do mapa de uso e cobertura do solo foi realizado o georreferenciamento seguido pela classificação da imagem, utilizando o algoritmo não supervisionado *Isoclust*. Este procedimento gerou *clusters* não legendados os quais a partir da interpretação visual de forma, textura, tonalidade/cor e comportamento espectral dos alvos da área de estudo, foram associados às classes de uso e cobertura do solo correspondentes.

d) Análise da composição e configuração da paisagem

A classe de uso e cobertura do solo referente à Floresta Ombrófila Mista – Mata de Araucária foi submetida ao *software* Fragstats para análise e caracterização do grau de fragmentação da paisagem através de índices de ecologia de paisagem.

2.2 Análise dos riscos ambientais

a) Risco potencial à erosão dos solos

Para a avaliação do risco potencial a erosão dos solos foi utilizada a metodologia proposta por Missio (2003) a qual considera três elementos: o Código Florestal Brasileiro (Lei Nº 4.771/65), a aptidão agrícola com base na declividade do terreno (EMBRAPA, 1995) e o uso e cobertura do solo. O cruzamento destes três elementos gerou quatro classes de riscos: mínimo, menor, intermediário e maior.

b) Uso e ocupação do solo nas Áreas de Preservação Permanente (APPs)

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) de topos de morro, entorno de recursos hídricos, nascentes e declividade superior a 45° ou 100%, foram delimitadas com base nos critérios estabelecidos pela Lei Federal Nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o novo Código Florestal Brasileiro e a Resolução do CONAMA nº 303 de março de 2002.

3 Resultados e Discussão

3.1 Caracterização e análise ambiental da área de estudo

O município de Santo Antônio do Palma está localizado na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas UTM Zona 22S 392.300 – 411.000 m E, e 6.841.500 - 6.854.500 m N, abrangendo uma área de aproximadamente 125km².

As Figuras 1 e 2 ilustram os mapas de hipsometria e clinográfica, respectivamente. As Tabelas 1 e 2 apresentam a área do município ocupada por cada uma das classes hipsométricas e clinográficas, respectivamente.

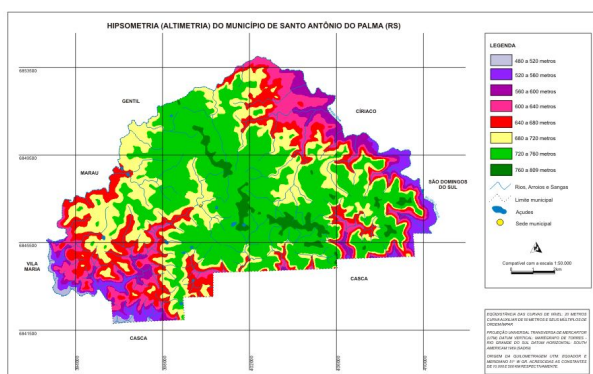


Figura 1- Classes hipsométricas.

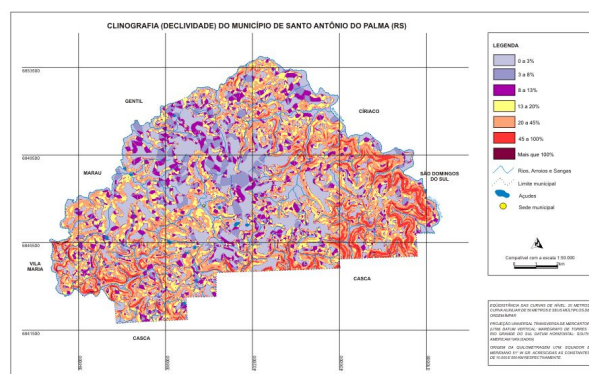


Figura 2- Classes clinográficas.



Tabela 1 - Classes hipsométricas.

Classes hipsométricas (metros)	Área (km²)	%
480 - 520	0,93	0,74
520 - 560	4,96	3,97
560 - 600	6,89	5,51
600 - 640	11,68	9,34
640 - 680	18,04	14,43
680 - 720	28,12	22,50
720 - 760	50,71	40,57
760 - 809	3,67	2,94
TOTAL	125	100

Tabela 2 - Classes clinográficas

Classes de clinográficas (%)	Área (km²)	%
0 - 3	31,35	25,08
3 - 8	12,76	10,21
8 - 13	17,44	13,95
13 - 20	21,93	17,54
20 - 45	31,25	25,00
45 - 100	9,83	7,86
Mais que 100	0,44	0,35
TOTAL	125	100

Com relação a hipsometria, o município apresenta como cota mais baixa 480 metros, junto ao Arroio Jordão e, como cota mais alta, 809 metros, localizada principalmente na região central do município. Pode-se observar que a maior parte do município se encontra na faixa hipsométrica de 720 a 760 metros de altitude, representando aproximadamente 40% da área municipal. Essa faixa hipsométrica ocorre predominantemente na região central, expandindo-se na direção norte e sul. A faixa de 480 |- 520 metros ocupa apenas 0,74% da área municipal, e está localizada junto ao Arroio Jordão. A faixa de 520 |- 560 metros está localizada no setor sudoeste e sudeste, sendo esta última drenada pelo Rio São Domingos e parcialmente pelo Arroio Qua. A faixa entre 640 |- 720 metros de altitude ocupa 34% do município, estando localizadas no setor leste, oeste e sul da área de estudo.

Analisando a Tabela 2, evidencia-se que metade da área municipal está localizada em terras de relevo plano a praticamente plano (0 |- 3%) e em relevo forte ondulado (20 |- 45%), com suscetibilidade a erosão dos solos nula e muito forte, respectivamente. A declividade entre 20 |- 45% é representada por áreas que o uso agrícola é restrito. Cerca de 10% da área municipal está inserida em relevo suave ondulado, com declividade de 3 a 8%. A declividade de 0 |- 8% apresenta as terras mais indicadas para o uso agrícola. Em torno de 17% das terras encontra-se inseridas em relevo ondulado (13 |- 20%), com forte grau de limitação, sendo necessárias práticas intensivas de controle a erosão. As terras inseridas em relevo moderadamente ondulado são de 13,95% da área municipal (8 |- 13%), apresentando grau de limitação de uso moderado. A classe clinográfica representada por áreas de 45 a 100% de inclinação ocupa 7,86% da área do município, sendo que nesta classe clinográfica, segundo o Código Florestal Brasileiro, seu uso é limitado. Uma pequena área do município, 0,35%, encontra-se inserida em relevo escarpado (mais de 100% de inclinação) não sendo indicada para o uso agrícola, apenas destinada à preservação.

A Figura 3 e a Tabela 3 apresentam os dados relativos ao uso e cobertura do solo no município de estudo.

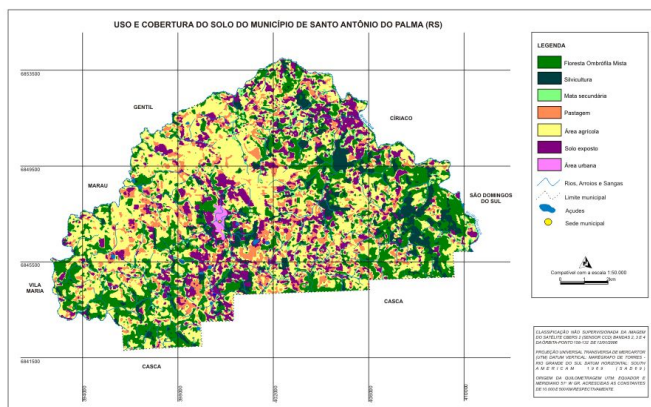


Figura 3- Mapa de uso e cobertura do solo.

Tabela 3 - Dados de uso e cobertura do solo.

Classe	Área (km ²)	%
Floresta Ombrófila Mista	30,01	24,01
Silvicultura	10,41	8,33
Mata secundária	4,86	3,89
Áreas agrícolas	49,21	39,37
Pastagem	12,67	10,14
Solo exposto	17,24	13,79
Área urbanizada	0,44	0,35
Água	0,16	0,13
TOTAL	125	100

As áreas de vegetação nativa cobrem 27,9% do município, sendo constituídas por fragmentos remanescentes da Floresta Ombrófila Mista-Mata de Araucária (FOM), em diferentes estádios de sucessão ecológica, sendo representadas, sobretudo, por terras onde ocorreu o abandono da prática agrícola. As áreas de silvicultura ocupam 8% da área municipal, estando inseridas, principalmente, entre os fragmentos de mata nativa. As áreas de gramíneas, representada pela classe de pastagem, ocupam 10% de área, estando distribuída ao longo de todo o município.

As regiões de solo exposto representam 13,79%, sendo provavelmente áreas de cultivo que momentaneamente não estão sendo utilizadas ou estão sendo preparadas para o plantio. Cerca de 39% da paisagem é ocupada por agricultura, sendo esta mais expressiva no setor noroeste, onde as terras são mais planas.

As Tabelas 4 e 5 apresentam os dados referentes à análise ecológica da paisagem, especificamente da classe de uso e ocupação do solo referente à FOM.

Tabela 4 - Valores relativos a área dos fragmentos de mata.

Parâmetro	Descrição da métrica	Área (ha)	FOM	
			Nº fragmentos	%
AREA	Tamanho dos fragmentos	< 1	650	76,83
		1 a 5	150	17,73
		> 5	46	5,44
TOTAL			846	100



Na paisagem do município existem 846 fragmentos de mata, sendo que destes, 76% são fragmentos com área menor que 1ha. Apenas 5,44% dos fragmentos de mata presentes apresentam área maior de 5ha. Esta predominância de fragmentos de mata com pequena área pode vir a influenciar na diversidade de espécies.

Tabela 5 - Valores dos índices ecológicos referente à FOM.

Parâmetro	Descrição das métricas	FOM
PD	Nº de fragmentos da classe em 100ha da paisagem	11,9872
LPI	% da paisagem ocupada pelo maior fragmento	4,2115
AREA-MN	Tamanho médio dos fragmentos (ha)	1,9996
CORE-MN	Área média interior (ha)	0,3677
SHAPE-MN	Índice de forma médio (≥ 1 , sem limite)	1,3708
ENN-MN	Distância média do fragmento mais próximo (m)	70,7147

Os índices PD, LPI e AREA-MN (Tabela 5) corroboram os valores encontrados na Tabela 4, indicando que paisagem encontra-se fragmentada. Existem cerca de 11 fragmentos de mata a cada 100ha de área (PD), sendo que a percentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento é de 4,21% e o tamanho médio dos fragmentos é de aproximadamente 1,99ha. Estes dados indicam um alto grau de fragmentação na paisagem, visto que a área de estudo apresenta um grande número de pequenos fragmentos (menores de 1ha), não sendo um bom indicativo para a sustentação e manutenção de espécies da fauna.

Para analisar a área média interior dos fragmentos de mata (CORE-MN) foi necessária a delimitação de uma faixa de borda, que no presente estudo foi de 50 metros, por considerar a paisagem da área de estudo antropizada. Esta faixa de borda está localizada no entorno dos fragmentos, sendo que pode influenciar em alguns processos, como a redução gradual da biodiversidade local, provocada pela caça ilegal, destruição das bordas pela ação do fogo, colonizações, ressecamento pelo vento, invasão de gado doméstico, propagação de plantas invasoras e pesticidas (CULLEN, 1997). Em longo prazo, estes processos serão responsáveis pela modificação da estrutura da floresta, afetando negativamente os processos ecológicos e causando a perda de algumas espécies da fauna e flora. A área de interior média encontrada (CORE-MN) foi de 0,36ha, não sendo um bom indicativo de qualidade ambiental.

O valor do índice de forma (SHAPE-MN) foi de 1,37, indicando a presença de fragmentos mais alongados. Os 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) para esta paisagem foi de aproximadamente 70 metros. Este índice apresenta valores baixos quando os fragmentos de mata estão mais agregados e, em paisagens antropizadas, o valor tende a ser mais elevado, diminuindo à medida que os distúrbios são controlados (HARGIS *et al.*, 1998). O grau de isolamento afeta diretamente a qualidade de um fragmento de mata, por afetar a movimentação de organismos e a dispersão das espécies.

3.2 Análise dos riscos ambientais

3.2.1 Risco potencial à erosão dos solos

A Tabela 6 mostra os dados das áreas com risco potencial à erosão dos solos. Analisando os dados apresentados na tabela, pôde-se observar que metade da área do município encontra-se em risco menor, onde as terras apresentam algum tipo uso agrícola, porém estão inseridas em baixas declividades, o que classifica estas áreas nesta classe de risco. As áreas de risco mínimo ocupam aproximadamente 27% da área municipal, estando totalmente cobertas por vegetação nativa. As áreas de risco intermediário (15,63%) e risco



maior (3,46%) apresentam uso inadequado do solo segundo o cruzamento da legislação, declividade e o uso e cobertura do solo.

Tabela 6 - Dados de risco potencial à erosão dos solos

Risco potencial à erosão dos solos	Área (km ²)	%
Risco mínimo	34,87	27,90
Risco menor	66,26	53,01
Risco intermediário	19,54	15,63
Risco maior	4,33	3,46
TOTAL	125	100

A Figura 4 ilustra os dados da Tabela 6, indicando espacialmente as quatro classes de risco potencial à erosão dos solos.

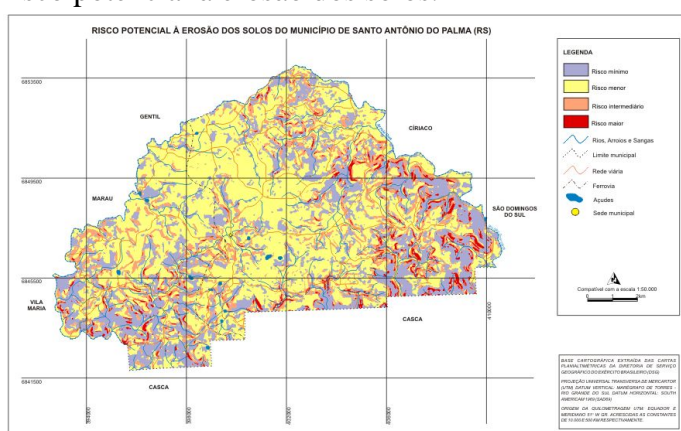


Figura 4- Mapa de risco potencial a erosão dos solos.

3.2.2 Uso e ocupação do solo nas Áreas de Preservação Permanente (APPs)

A área mapeada como APP corresponde a 12,28km², o que representa 9,8% da área total do município. A Figura 5 apresenta as áreas condizentes e não condizentes com a legislação ambiental vigente.

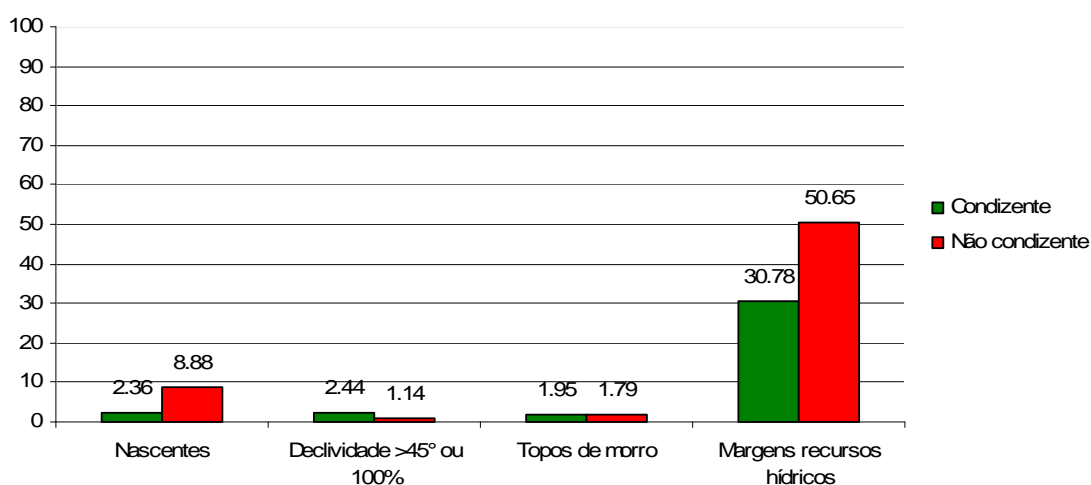


Figura 5 - Dados das APP condizentes e não condizentes.

Observa-se na Figura 5 que a maior parte das APPs é representada pelas margens de recursos hídricos, contabilizando 10 km² o que corresponde a 81% da área total de APPs. As



APPs de nascentes, topos de morro e declividade superior a 45° apresentam 1,38km² (11,24%), 0,46km² (3,75%) e 0,44km² (3,58%), respectivamente. Identifica-se que 79% das áreas de entorno de nascentes encontram-se incompatíveis com a legislação ambiental vigente, seguido pelas margens de recursos hídricos, com 62%. Este dado indica uma maior suscetibilidade destas áreas à ação antrópica, devido principalmente, ao emprego destas regiões para fins agrícolas, ocasionado pela fertilidade e boa profundidade dos solos, e baixa declividade. As APPs de topos de morro e de declividade superior a 45° apresentam um bom estado de conservação, provavelmente acarretado pela inclinação acentuada e pedregosidade dos solos, o que dificulta o acesso e a mecanização. É importante ressaltar que a mata ciliar desempenha importante papel como controlador hidrológico de uma bacia. As áreas ripárias são reguladoras de fluxo de água (superficiais e subsuperficiais) e de sedimentos (que levam consigo nutrientes) entre as áreas mais altas da bacia hidrográfica e o sistema aquático (REICHARDT, 1989). Conseqüentemente, todas estas funções conduzem à melhoria da qualidade da água, fornecendo numerosos benefícios ambientais e sócio-econômicos. Neste sentido, como a maior parte das APPs do município são de margens de recursos hídricos, recomenda-se a recomposição florestal, com espécies nativas, das áreas que são ocupadas por algum tipo de uso antrópico.

Conclusão

A metodologia empregada permitiu obter um conjunto de informações georreferenciadas, o que possibilitou a caracterização fidedigna do município de Santo Antônio do Palma, facilitando a análise e compreensão dos elementos que compõem e estruturam a paisagem. Este tipo de trabalho subsidia o planejamento e gestão ambiental do território, fornecendo diretrizes para a política ambiental do município, pois possibilita organizar e analisar dados de várias origens em função do tempo e do espaço resultando em uma maior eficiência na alocação de recursos públicos e um aproveitamento mais racional dos recursos naturais.

Referências

- BRASIL. **Lei Federal Nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965. Novo Código Florestal Brasileiro.** Disponível em: <<http://www2.ibama.gov.br>> Acesso em: 07 nov.2004.
- BRASIL. **Lei Federal Nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981: Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.** Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/Leis/L6938org.htm>> Acesso em: 8 março.2008.
- CÂMARA, G., QUEIROZ, G.R. Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica. In: CÂMARA, G.; DAVIS.C.; MONTEIRO, A.M. **Introdução à Ciência da Geoinformação.** São José dos Campos: INPE. 2001. 345 p.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.** Resolução nº 303 de 20 de março de 2002.
- CULLEN, L. **Hunting and biodiversity in Atlantic Forest fragments, São Paulo, Brazil.** 144p. Dissertação (Mestrado) – College of Forestry, University of Florida, Gainesville, 1997.
- EMBRAPA. **Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras.** RAMALHO FILHO, A. & BEEK, K.J. 3 ed. rev. – Rio de Janeiro. EMBRAPA/CNPQ. 1995. 65p.
- FORMAN, R.T.T; GODRON, M. Landscape Ecology. New York, John Wiley & Sons,. 619p. 1986. 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, p. 167-186, 1998.



2º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 28 a 30 de Abril de 2010

MISSIO, E. **Proposta Conceitual de Zoneamento Ecológico-Econômico para o Município de Frederico Westphalen – RS**. 2003. 181 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

REICHARDT, K. Relações água-solo-planta em mata ciliar. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, Campinas. Anais. Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 20-4.

SANTOS, R.F. **Planejamento Ambiental**: teoria e prática. Oficina de Textos: São Paulo, 2004. 184p.