

A Complementaridade do Sensoriamento Remoto e a Gestão Ambiental no Inventário da Paisagem

Sergio Luiz Zampieri, M.Sc. ¹

Epagri/Ciram UFSC – Doutorando em Engenharia de Produção na UFSC – Área Gestão Ambiental
End. Rua Gaspar Dutra, 440, apto 404 - bloco A. Bairro Estreito. CEP 88075-100 - Florianópolis SC.

✉ zampieri@epagri-rct-sc.br · zampieri@eps.ufsc.br

Conteúdo	<p>1 A paisagem o principal componente do inventário</p> <p>2 O Inventário da Paisagem no Escopo da Gestão Ambiental</p> <p>3 A análise regressiva da paisagem e as metodologias</p> <p>4 Exemplos de inventários da paisagem e das séries temporais de imagens</p> <p>5 Os sensores e as técnicas de sensoriamento remoto</p> <p style="padding-left: 20px;">5.1 Câmaras fotogramétricas</p> <p style="padding-left: 20px;">5.2 Satélites</p> <p>6 Os Espectros na faixa do visível e do infravermelho</p> <p>7 Vantagens dos Sensores conforme a faixa imageamento (visível ou infravermelho)</p> <p>8 Considerações sobre a o Sensor em função do alvo terrestre</p> <p>9 Referencias Bibliográficas</p>
-----------------	--

Resumo: O inventário da paisagem consiste no registro ou levantamento documental de dados coletados de forma descritiva e enumerada. As técnicas disponíveis em sensoriamento remoto permitem avaliar objetos localizados a distâncias relativas, fornecendo subsídios para avaliar os impactos ambientais dos ecossistemas, mediante, monitoramento da atividade antrópica, análises estatísticas e das séries temporais de imagens. Os dados para avaliar o ambiente podem ser adquiridos de diferentes sensores, os mais conhecidos são as câmaras fotogramétricas e as imagens de satélites e radares. As câmaras detalham a realidade imageada e fornecem informações do espectro e proximidades (infravermelho). Os satélites permitem análises periódicas devido à diversidade comparativa das bandas espectrais. Os radares fornecem dados, onde os sistemas óticos não são eficazes. O artigo aborda exemplos de inventários da paisagem, séries temporais e referenciais de gestão ambiental, características dos sensores e os efeitos da refletância espectral no solo, água e vegetação.

Palavras chave: sensoriamento remoto; gestão ambiental; paisagem; series temporais; inventário.

Abstract: The inventory of landscape consists the registration or documental rising of collected data in descriptive and enumerated. The available techniques in remote system allow to evaluate located objects at relative distances, supplying subsidies to evaluate the environmental impacts the ecosystems, meantime, valuation the activity antropic, statistical analyses and temporary series of images. The data for to analysy the environmental can be acquired of different sensor, the more acquaintances are the cameras photogrammetry and the images of satellites and radars. The cameras detail the reality image and supply information of spectrum and proximities (subred). The satellites allow periodic analyses the comparative diversity the spectral bands. The radars supply data, where the optic systems are not effective. The article approaches examples of inventories of landscape, temporary series and references of environmental management, characteristics of sensors and the effects the spectral reflectence in soil, water and vegetation.

Keywords: remote system; environmental management; landscape; series temporal; inventory.

1 A paisagem o principal componente do inventário

A paisagem obedece a diferentes critérios funcionais, entre urbano e o rural. Dolffus (1982) caracteriza cada um destes espaços de maneira ímpar: por ritmos de atividade, densidades humanas e fluxos diferentes. Entretanto, argumenta que nas sociedades industriais, as fronteiras entre o espaço rural e urbano torna-se cada vez menos precisas e mais flutuantes. Imprecisas, pois é difícil identificar uma definição, ao mesmo tempo exata e completa. Movediças, pois o urbano cresce sobre o meio rural.

A paisagem natural expressa o visível, ainda não submetido ao antropismo, diferentemente da modificada. Quando se considera o inventário do espaço rural, predominam as atividades agrosilvopastoris, densidade populacional baixa, fatores socioeconômicos incomuns e menores oportunidades.

Nesta linha, Santos (1988) sublima as tendências que nos permitem entrever o novo, em uma dimensão, em que se conjuga os fatores pertinentes ao espaço e a paisagem. Desde que se considere as correntes migratórias, um componente social significativo, que possibilita prognosticar tendências de uso do território.

2 O Inventário da Paisagem no Escopo da Gestão Ambiental

O inventário da paisagem pode ser realizado de forma descrita e genérica, como um registro ou levantamento documental, enumerado

de forma meticulosa, consubstanciado no visível. Pode ser físico espacial, deve considerar o conhecimento do meio natural e artificial e os atributos: solo, água e ar.

A coleta de informações é uma forma elementar de inventário, segundo Viegues apud Loch (1998), constitui o suporte para conhecer as limitações, potencialidade e vocações de um ecossistema específico. Arrola ainda, que as informações devem ser coletadas considerando os principais componentes, mediante diversas técnicas: fotografia aérea, imagens de satélites, pesquisas a campo, entre outras. O advento dos sistemas computacionais, facilitou o armazenamento e manipulação das bases de dados inventariadas, quando são utilizadas alguma forma de sistema geográfico de informações (SIG).

Segundo Tauk apud Figueiredo et al. (1995) o detalhamento do cenário atual de uma região deve conter cartas temáticas relativas aos aspectos físicos, bióticos e da ocupação; discriminando as alterações ambientais, o inventário da paisagem e a identificação dos fatores ambientais e vulnerabilidades e singularidades ambientais diagnosticadas.

Quando se concebe um inventário voltado para a gestão ambiental, um dos pressupostos é o monitorar a atividade antrópica e as conseqüências no ambiente. Esta análise somente tem validade quando infere um período temporal determinado e desde que seja procedido estudos estatísticos. Estes, possibilitam colher subsídios para implementar medidas mitigadoras para implementar atividades minizadoras decorrentes dos impactos ambientais.

Nesta linha Junchem apud Loch (1998) considera que os dados para o diagnóstico ambiental devem conter informações dos elementos do meio físico: clima, qualidade do ar, ruídos, geologia, geomorfologia, solos e recursos hídricos; meio ambiente biológico: os ecossistemas terrestre, aquáticos e de transição; meio ambiente sócio econômico: dinâmicas populacionais e todas as interfaces. No entanto, Seiffert (1996) argumenta que os dados necessários para a gestão ambiental, quando do ordenamento físico espacial, deve ser compostos dos registros topográficos, geológicos, climáticos, potencial dos solos para agricultura e mineração, fontes de degradação e poluição ambiental.

3 A análise regressiva da paisagem e as metodologias

As séries temporais de imagens, caracterizam-se pela captura de cenas de uma paisagem num determinado momento histórico. Este método quando repetido, fornece o subsídio temporal e espacial, para a interação histórica e possibilita detectar as variações ambientais. As imagens podem ser utilizadas para monitorar os recursos naturais. Os alvos terrestres possuem em algumas oportunidades a sua resposta espectral alterada com o tempo, em função do antropismo ou da modificação da paisagem (vegetação em constante processo de transformação).

A análise temporal pode ser otimizada com diferentes métodos de imageamento, que possibilitam identificar e conjecturar acerca dos aspectos regressivos concernentes a gestão ambiental. A complementaridade permite inferir aspectos da percepção dos problemas ambientais, desde a dimensão local, até a regional. O método da fotogrametria tem vantagem na análise pormenor, onde a captura do detalhe é vital, o inconveniente é o diferencial de custo e a baixa receptividade em função da escala e dos recursos oferecidos. Por outro lado, as imagens dos satélites face o menor custo, sua receptividade em intervalos regulares, permite proceder a avaliações em espaços de tempo menor, no entanto, possui como inconveniente, a sua escala é considerada pequena.

As intercorrências ambientais podem ser processadas em épocas e escalas diversas. A análise é realizada com os sensores que fornecem subsídios em escalas menores (satélites), assim, o interprete procede com o monitoramento ambiental e identifica os impactos sociais e econômicos, nas proximidades da fonte degradada. Posteriormente trabalha em escalas maiores (fotogrametria), e centraliza o foco do dano ambiental e sua dispersão.

Seiffert (1996) argumenta que a receptividade dos imageamentos permite análises periódicas, da dinâmica do uso dos solos. Entretanto, discorre que a realidade é outra, as imagens satelitárias tem servido como apoio dos delineamentos característicos regionais, permitindo aumentar a capacidade da percepção humana, além do limite do espectro do visível.

A análise regressiva histórica da paisagem, permite identificar e visualizar os impactos ou modificações ao longo do tempo. Fatores como a vegetação, podem ser classificados em naturais e antropogênicos e a interação dos fatores, em abióticos e bióticos. Estes predicados constituem instrumentos para a caracterização ambiental, inferindo na avaliação de sensibilidade e vulnerabilidade do ambiente.

As metodologias características da dinâmica do meio ambiente, consideram a paisagem natural e o antropismo, na avaliação das terras que compõe a paisagem, adaptada às características locais. Para Assad (1993) algumas metodologias obtêm uma classificação da paisagem, baseada na caracterização de fatores. No entanto, outras classificam a paisagem a partir de estimativas, quando utilizada para um propósito específico.

4 Exemplos de inventários da paisagem e das séries temporais de imagens

A temporalidade constitui o suporte necessário para analisar a relação de regressividade e prognose, nos estudos dos cenários atual e tendencial, bem como, na busca do cenário normativo. O componente temporal permite avaliar as alterações antrópicas. A avaliação deve considerar séries históricas temporais de imagens de diferentes sensores: radar, espectrômetros, radiômetros, câmara multiespectral, satelitários e câmaras fotogramétricas, os dois últimos são os mais utilizados. As séries temporais de imagens para a execução de trabalhos de gestão ambiental, esta fartamente referenciada na última década, abaixo se relatam alguns trabalhos que utilizam destas técnicas, em muitas vezes de forma complementar.

Hasenack e Weber (s.d.), utilizaram o sensoriamento remoto para os processos de desapropriação do INCRA-RS, a experiência aponta caminhos para a atuação conjunta dos setores jurídicos e fundiário, corroborando para prover subsídios nas áreas em litígio. Os estudos tem obtido sucesso em processos de desapropriações, as informações inventariadas estão sendo utilizadas como prova.

A otimização da arrecadação de tributos em São José dos Campos (SP), foi possível devido à integração das imagens fotográficas e satelitárias, validando a ocupação e uso dos solos urbano. Bolonha et al. (1997) constataram no confronto das informações distintas da ocupação urbana, identificar loteamentos com significativo incremento na ocupação, referendado em dados de inventário a campo, realizado posteriormente. Identificaram na região central incremento de 64% da área construída, o que demonstrou a desatualização do cadastro. Na mesma cidade Serafim e Valério Filho, (1998), utilizaram o inventário no levantamento da expansão urbana, em três épocas distintas: 1985, 1991 e 1996. Analisando os resultados do crescimento da expansão urbana e as taxas de urbanização.

Interagindo de forma regressiva Bourcheid (1993), identificou em fotografias aéreas de 1957, que a expansão urbana da cidade de Joinville, ocorreu sobre área agrícolas abandonadas. Os cultivos eram esparsos e irregulares, com ocorrência de vegetação primária. Uma série temporal posterior, permitiu identificar outra realidade em 1978, a nova dinâmica contempla os novos loteamentos em área agrícolas abandonadas. Em relação à "*urbanização dos mangues*" em Joinville, precedente sem paralelo em todo o litoral brasileiro Sousa (1991), Silveira (1994) observaram a invasão dos mangues, nas séries temporais de 1957, 74 e 89/90 em levantamentos aerofotogramétricos. Argumentam que o processo de ocupação provocou a perda da diversidade biológica, problemas de saneamento das áreas ocupadas e deterioração das áreas contíguas com reflexos sociais e econômicos.

Weber et al. (1995) utilizaram para o planejamento agrícola, imagens orbitais para o mapeamento de mata nativa, monitorando a superfície terrestre temporalmente, permitiu agregar os registros da dinâmica das alterações na ocupação do solo e a interface com os SIGs.

Caruso (1990) estudou o desmatamento na Ilha de Santa Catarina, utilizando o monitoramento parcial e fontes auxiliares de informações. Os aspectos quantitativos foram inferidos na vegetação remanescente. Realizou a análise de 1938 até 1978, com base em fotografias aéreas, identificando a vegetação e o processo antrópico. Para proceder com o estudo utilizou três fontes: a contextualização histórica em relatos e descrições de cronistas da época; mapas de determinadas formações vegetais na área de estudo e mapas a partir de vôos fotogramétricos dos anos 1938 e 78.

Kronen (1986), estudando o processo de erosão dos solos no Estado do Paraná, identificou a erodibilidade dos solos considerando a estabilidade dos agregados e a ação antrópica causal da erosão. Avaliou as mudanças no uso dos solos para fins agrícolas nos anos de 52, 63, 70 e 80, utilizando a fotointerpretação. Desta forma identificou diferentes problemas provocados pela erosão: sulcos rasos e profundos, voçorocas e a erosão causadas pelos caminhos de gado.

Silva & Loch (1996) utilizaram o método de pós-classificação de imagens satelitárias para monitorar e detectar as alterações no uso do solo na cidade de Porto Vitória (PR). Entretanto, encontraram dificuldades, devido ao curto intervalo entre as aquisições, pois, refletiam períodos distintos do ano, ou seja, cultivos de inverno e verão distintamente.

Kelm et al. (1998) avaliou a progressão da degradação ambiental em área de mineração de carvão, em Santa Catarina, a série temporal compreende fotografias aéreas desde 1938, passando por 1956/57, 1978, 1992 e 1996. A interpretação visual das fotos aéreas possibilitou analisar espacial e temporalmente diferentes épocas, avaliando as transformações no uso do solo e a progressão da degradação ambiental.

5 Os sensores e as técnicas de sensoriamento remoto

O sensoriamento remoto é usado estudar as características dos objetos à distância. Comumente possibilita monitorar os recursos planetários e os impactos ambientais, decorrentes do antropismo, inferindo as condicionantes relacionados com a terra, ar e água. Os dados podem ser oriundos de diferentes sensores, os mais conhecidos e utilizados são: câmara fotogramétrica e imagens de satélites e radar.

Os produtos adquiridos de imagens de satélite apresentam custos menores, são periódicos e permitem identificar mudanças temporais numa determinada área. Entretanto, a sua restrição prende-se a escala pequena, o que inviabiliza a análise de detalhes específicos, possíveis de detectar em fotografias aéreas.

Rosa (1992) afirma que o sensoriamento remoto possibilita obter informações de um objeto ou alvo sem que haja contato físico com o mesmo, através da radiação eletromagnética, gerada por fontes naturais como o sol e a terra, ou fontes artificiais como o radar.

5.1 Câmaras fotogramétricas

As câmaras fotogramétricas são consideradas o melhor sensor para proceder mapas temáticos, o potencial das fotografias aéreas está na identificação física, no detalhamento da realidade imageada, atende as especificações para confeccionar mapas topográficos, solo, geológico, cobertura vegetal e ecológicos, etc. As imagens obtidas na região visível do espectro (0,45 a 0,69 μm), são facilmente interpretadas pelo observador. O sistema apresenta restrições quanto ao custo dos recobrimentos periódicos, dificultando a análise de determinada áreas com a periodicidade desejada.

As fotografias aéreas são obtidas na faixa do visível e proximidades (infravermelho) e permitem avaliar a evolução da ocupação, crescimento urbano, desmatamento de florestas, etc. A fotointerpretação analógica, considera critérios para interpretar a tonalidade, refletindo diferentes texturas que auxiliam na identificação dos usos e limites das propriedades, delimitando e identificando os atributos (Bitencourt e Loch, 1998).

5.2 Satélites

A repetitividade dos imageamentos realizados pelos satélites, possibilita análises periódicas, monitorando o uso dos solos. Os satélites mais conhecidos ainda são Spot e o Landsat. A versão 5 deste último, possui sete bandas espectrais, as três primeiras localizadas na faixa do visível e as demais na porção do infravermelho.

Os produtos do satélite Spot, conforme Hasenack & Weber, (s.d.); Costa et al., (1993) estão disponíveis no modo pancromático e no modo multiespectral com três bandas espectrais, duas na porção do visível e uma no infravermelho. Malila, Andrade & Desachy et al. apud Loch (1990), relatam a superioridade das imagens TM (Mapeador Temático) sobre MMS (Sistema Rastreador Multiespectral) nas comparações das bandas espectrais. As melhores aplicações das bandas TM do Landsat 5, estão arroladas na Tabela 1.

Tabela 1: Bandas espectrais do sensor TM (Tematic Mapper) do satélite Landsat.

Bandas	Faixa Espectral (μm)	Cor	Principais Aplicações
1	0,45 - 0,52	azul	mapear águas costeiras diferenciação entre solo e vegetação
2	0,52 - 0,60	verde	estudar a refletância da vegetação sadia
3	0,63 - 0,68	vermelho	separar vegetação das terras limpas.
4	0,76 - 0,90	infravermelho próximo	auxiliar na estimativa da biomassa discriminação de corpos d'água.
5	1,55 - 1,75	infravermelho médio	informações sobre a umidade da vegetação.
6	10,4 - 12,5	infravermelho termal	classificação vegetal análise do "stress" e fenômenos termais
7	2,08 - 2,35	infravermelho médio	mapear formações rochosas.

Fonte: adaptado de Andrade, Mata, Silva et al. e Santos apud Loch (1990).

6 Os Espectros na faixa do visível e do infravermelho

Os sistemas radares operarem na região de microondas e permitem a aquisição de informações, nas regiões que o sistema ótico não é eficaz, com problemas constantes de neblina, ou existe dificuldades adicionais para proceder análises convencionais com fotografias aéreas e imageamento por satélite. A alternativa para estes casos é o imageamento com radar na faixa do microondas, ultrapassando a barreira das nuvens (Loch, 1993), recomendado para florestas tropicais, por causa da cobertura freqüente das nuvens e da densa cobertura vegetal (Crósta, 1996).

As fontes de radiação caracterizam-se por seu espectro de emissão da radiação eletromagnética. Para Novo (1988); Rosa (1995) a radiação solar possui máxima emissão na região do visível do espectro. A faixa de comprimentos de onda, freqüência ou energia em que se encontra a radiação eletromagnética é praticamente ilimitada, pode ser representada em termos de comprimento de onda, freqüência ou energia, conforme Figura 1.

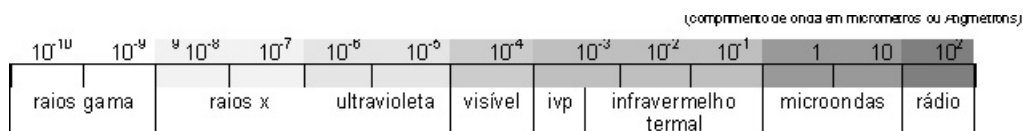


Figura 1: Representação do espectro eletromagnético

Fonte: adaptado de Rosa (1995)

7 Vantagens dos Sensores conforme a faixa imageamento (visível ou infravermelho)

A análise do espectro eletromagnético da Figura 1, demonstra que as radiações inferiores a $0,3 \mu\text{m}$ (raios gama, raios X e radiação ultravioleta), não são transmitidas pela atmosfera, limitando os estudos ao laboratório. Em função destas premissas os sensores operam nas faixas de comprimento de onda superiores a $0,4 \mu\text{m}$, operando nas regiões dos espectros visível, infravermelho e microondas. Os comprimentos entre $0,4$ e $2,5 \mu\text{m}$, corresponde ao fluxo solar refletido, em comprimentos de onda superiores a $6 \mu\text{m}$, a energia utilizada é o fluxo termal emitido pela superfície terrestre. Na região do microondas, os sistemas sensores operam tanto com a radiação emitida pela superfície terrestre como com a radiação refletida, radiação produzida por meio de fontes artificiais (Novo, 1989).

A significância dos diferentes intervalos e os mecanismos de interação, entre a radiação eletromagnética e os materiais estão sendo pesquisados. Os limites do visível e do infravermelho, refletem a energia medida pelo sensor e dependem da pigmentação da vegetação, da estrutura celular das células da vegetação, os minerais e a umidade contida no solo e os níveis de sedimentos da água (Richards, 1986).

A análise da refletância espectral da água, vegetação e os solos, são abordados criticamente abaixo:

Água - Possui características comportamentais bem distintas em função do estado físico, ou seja, na forma líquida, água em vapor e na forma de neve. A refletância das nuvens é elevada, por isso, aparece de forma bastante clara, nas fotografias áreas na faixa do visível, em estado normal, o mais característico no Brasil, a refletância é baixa $<10\%$ e dificulta a interpretação. A água praticamente é

identificada na faixa do visível e uma pequena parte na faixa do infravermelho próximo.

Solo - As curvas espectrais podem ser divididas em cinco tipos característicos, na faixa do visível a refletância é inferior a 25%, portanto de baixa qualidade. Na medida que entra na faixa do infravermelho a refletância aumenta, chega a atingir a 50% e mantém-se assim, até a faixa infravermelho médio.

Vegetação - A curva típica de refletância da vegetação é baixa, não atinge 20% na faixa do visível, mas no infravermelho próximo, possui a melhor expressão com refletância de até 40%, decaindo em movimentos senoidais, chegando a 20% na faixa do infravermelho médio. A curva média da vegetação fotossintética ativa depende da clorofila, carotenóides, estrutura celular e do conteúdo de água absorvida.

8 Considerações sobre a o Sensor em função do alvo terrestre

Considerando o alvo, objeto da investigação a ser inferido, a refletância mais característica deve ser observada com muito critério, de maneira que os produtos orbitais devem ser escolhidos em função do trabalho a ser empreendido.

Quando de estudos com o componente água desaconselha-se usar fotografias ou imagens de satélites na faixa do infravermelho, nestas, praticamente não emitem refletância nesta faixa. Apesar da faixa do visível ser muito baixa (menor de 10%), esta opção, ainda constitui a melhor alternativa.

Os estudos que consideram os solos é preferível trabalhar produtos na faixa do infravermelho, estes, possibilitam atingir até 50% de refletância, na faixa do infravermelho próximo e do médio. Entretanto, as respostas na faixa do visível são menores de 20%, portanto os produtos na faixa do infravermelho ainda constituem a melhor alternativa para sondagens.

Quanto à vegetação o comportamento é muito variado, depende do objetivo da investigação, quando se considera a estrutura celular é melhor utilizar a faixa do infravermelho próximo, o conteúdo da água nas folhas também é melhor monitorado devido à refletância na faixa do vermelho médio. Entretanto, quando de estudos da clorofila e dos carotenóides, sugere-se optar pela faixa do visível, apesar da refletância ser inferior a 15% aproximadamente.

9 Referencias Bibliográficas

- ASSAD, M. L. L.** *Sistemas de informações geográficas na avaliação da aptidão agrícola das terras*. In: Sistema de Informações Geográficas aplicações na agricultura. Brasília: EMBRAPA. 1993. 247p.
- BITENCOURT, L. N & LOCH, Carlos.** *O Uso das Séries Históricas de Fotografias Aéreas para Monitoramento Físico-Espacial de propriedades Rurais Visando a Avaliação da Legalidade das Posses*. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, 3. Anais... Florianópolis: UFSC. 1998. cd-rom.
- BOLONHA, S. M. F., FRIGGI NETO, J., KURKDJIAN, M. L. N. O., PEREIRA, M. N. et al.** Atualização do cadastro com ajuda de satélites. *Rev. Fator Gis*, n.19. p.38-40. 1997.
- BOURScheid, J. A.** *O cadastro técnico multifinalitário aplicado ao planejamento urbano (estudo da expansão urbana na cidade de Joinville)*. Florianópolis, 1993. 120p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil - Opção Cadastro Técnico Multifinalitário) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.
- CARUSO, M. M. L.** *O desmatamento da Ilha de Santa Catarina de 1500 aos dias atuais*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 102-6p.1990.
- COSTA, R. N. S. da, LEITE, F. A. B., LEITE, F. R. B., BARRETO, M. M. S.** *Identificação de unidades de solo em parte da chapada da Ibiapaba (CE): através de imagem de satélite HRV-SPOT*. In: Seminário brasileiro de sensoriamento remoto, 7, Anais..., 1993. p.199-201.
- CRÓSTA, A. P.** *Século XXI em alta resolução*. In: Revista Fator GIS, ano 4, n.15. set-out, 1996, p.14-17
- DOLFUSS, O.** *O espaço geográfico*. Tradução: Heloysa de Lima Dantas. 4.ed. São Paulo: Difusão editorial. 1982. 121p.
- FIGUEIREDO, L. F. G., VERDINELLI, M. E. P., VERDINELLI, M. A., BARCZAK, C.** *Cadastro técnico ambiental, sistemas de informação geográfica e lógica fuzzy: ferramentas conjugadas para a gestão ambiental*. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, 3. Anais.. Florianópolis: UFSC. 1998. (cd-room)
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.** *Agro-ecological assessments for national planning: the example of Kenia*. Rome: FAO, 1993. 154p.
- HASENACK, H., WEBER, E. J.** *O uso do sensoriamento remoto pelo INCRA-RS como ferramenta técnica nos processos de desapropriação de imóveis*. Porto Alegre: Centro de Ecologia da UFRGS. s.d. 13p.
- KELM, D. F. P.; LOCH, Ruth, LOCH, Carlos.** *O cadastro técnico multifinalitário como ferramenta de avaliação da progressão da degradação ambiental em área de mineração de carvão*. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, 3. Anais... Florianópolis: UFSC. 1998. (cd-room)
- KRONEN, M.** *O desenvolvimento de erosão do solo desde 1952 e seu combate no estado do Paraná/Brasil*. Londrina: IAPAR. 1986. 145p.
- LOCH, Carlos.** *Monitoramento global integrado de propriedades rurais a nível municipal, utilizando técnicas de sensoriamento remoto*. Florianópolis: UFSC, 1990.
- _____. *Noções básicas para a interpretação de imagens aéreas, bem como algumas de suas aplicações nos campos profissionais*. Florianópolis: UFSC, 1993. 120p.
- NOVO, E. M. L. de M.** *Sensoriamento remoto: princípios e aplicações*. São Paulo: Edgard Blucher, 1989. 308p.
- RICHARDS, J. A.** *Remote sensing digital image analysis*. New York: Heidelberg. 1986. 281p.
- ROSA, R.** *Introdução ao sensoriamento remoto*. 3. ed. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 1995. 117p.
- SANTOS, M.** *Metamorfoses do espaço habitado*. São Paulo: Hucitec. 1988. 124p.
- SEIFFERT, Nelson F.** *Uma contribuição ao processo de otimização do uso dos recursos ambientais em microbacias hidrográficas*. Florianópolis, 1996. 253p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.
- SERAFIM, C. R. & VALÉRIO FILHO, M.** *Monitoramento da expansão urbana em áreas de risco através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento*. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, 3. Anais... Florianópolis: UFSC. 1998. (cd-room)
- SILVEIRA, R. G.** *análise da expansão urbana sobre a área de mangue no município de Joinville, SC*. Florianópolis, 1994. 95p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil - Opção Cadastro Técnico Multifinalitário) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.

SOUSA L. A. da. *O processo de ocupação das áreas de mangues de Joinville: Agentes, estratégias e conflitos.* Florianópolis, 1991. 127p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina.

WEBER, E. J. *Uso de sistemas de informação geográfica como subsídio ao planejamento em áreas agrícolas: um caso no planalto do Rio Grande do Sul.* Porto Alegre, 1995. 80p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

WEBER, E. J., HASENACK, H., VIEGAS, P. L. da C. *Análise do uso e da cobertura do solo da Fazenda Santa Alice, Herval, RS, utilizando técnicas de geoprocessamento.* Porto Alegre: Centro de Ecologia da UFRGS. 1996. 33p.