

# Identificação de Nascentes dos Rio dos Sinos na Bacia Hidrográfica dos Sinos, Utilizando Tecnologia SIG.

**Sônia Souza Franco Bretanha**

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Instituto de Pesquisas Hidráulicas – IPH  
CEP 91501-970 Porto Alegre/RS – [bretanha@terra.com.br](mailto:bretanha@terra.com.br)*

**Resumo:** Neste estudo procurou-se identificar as nascentes dos Rio dos Sinos na Bacia Hidrográfica do Sinos no estado do Rio Grande do Sul, utilizando-se tecnologia do Sistema de Informações Geográficas (SIG). Inicialmente foram observadas imagens da área da bacia hidrográfica no Rio Grande do Sul. A etapa seguinte foi identificar dentro da bacia as nascentes do Rio dos Sinos. A imagem utilizada para este estudo foi gerada pelo Google Earth Pro. O modelo digital do terreno para obter a bacia apresentou uma resolução correta para identificar os pontos de nascente apresentando boa visualização na área estudada.

*Palavras-chaves:* sistema de informação geográfica, nascentes, áreas de preservação permanente.

## 1. Introdução

Muitas nascentes vêm sofrendo, nas últimas décadas, um grande impacto das atividades humanas sobre os recursos naturais, atingindo em determinadas áreas níveis críticos de depreciação ambiental.

O grande crescimento populacional das cidades vem ocasionando profundas modificações nos ambientes, enfraquecendo continuamente os sistemas naturais que asseguram a vida na Terra.

Desde a Revolução Industrial vive-se um modelo socioeconômico no qual a natureza deve ser transformada para dar lugar às obras humanas e gerar lucro direto e imediato. Neste sistema de valores não cogita-se a importância da natureza como componente fundamental para a vida e nem mesmo o aproveitamento de seus serviços e benefícios para a satisfação das necessidades humanas fisiológicas e psicológicas (Fávero, et.al. 2004).

Os processos erosivos representam um problema não somente pela perda de solo como meio de suporte às atividades agrícolas, mas também por trazerem consequências negativas relacionadas ao assoreamento e à contaminação dos cursos d'água, lagos e represas (Lal, 1988 e Pinto, 1991).

A identificação e recuperação das nascentes dos rios é um instrumento importante para preservação do meio ambiente.

Entende-se por nascente o afloramento do lençol freático, que vai dar origem a uma fonte de

água de acúmulo (represa), ou curso d' água (regatos, ribeirões e rios).

O ciclo hidrológico é o caminho que a água percorre desde a evaporação no mar, passando pelo continente e voltando novamente ao mar (Castro e Lopes, 2001).

A região saturada pode situar-se próxima à superfície ou grandes profundidades e a água ali contida estar ou não sob pressão.

Tem-se o lençol freático ou lençol não confinado quando a região saturada se localiza sobre uma camada impermeável e possui uma superfície livre sem pressão, a não ser a atmosférica. Tem-se o lençol artesianos ou lençol confinado quando se localiza entre camadas impermeáveis e condições especiais que façam a água movimentar-se sob pressão (Lima, et.al., 2004).

O lençol freático é definido hidrogeologicamente como uma camada saturada de água no subsolo, cujo limite inferior é uma outra camada impermeável, geralmente um substrato rochoso. Em sua dinâmica, usualmente é de formação local, delimitado pelos contornos da bacia hidrográfica, origina-se das águas de chuva que se infiltram através das camadas permeáveis do terreno até encontrar uma camada impermeável ou de permeabilidade muito menor que a superior. Nesse local fica em equilíbrio com a gravidade, satura os horizontes de solos porosos logo acima, deslocando-se de acordo com a configuração geomorfológica do terreno e a permeabilidade do substrato.

As nascentes localizam-se em encostas ou depressões do terreno ou ainda no nível de base representado pelo curso d'água local; pode ser

perenes – de fluxo contínuo, temporárias – de fluxo apenas na estação chuvosa e efêmeras – surgem durante a chuva, permanecendo por apenas alguns dias ou horas.

Pode-se dividir as nascentes em dois tipos quanto à sua formação. Nascente sem acúmulo d'água inicial e nascente com acúmulo. No primeiro caso podemos encontrar a nascente ou olho d'água é quando a descarga de um aquífero concentra-se em uma pequena área localizada. Este tipo de nascente é comum quando o afloramento ocorre em um terreno declivoso, surgindo em um único ponto em decorrência da inclinação da camada impermeável ser menor que a da encosta. Temos também as veredas é quando a superfície freática ou um aquífero artesiano interceptar a superfície do terreno e o escoamento for espraído numa área o afloramento tenderá a ser difuso formando um grande número de pequenas nascentes por todo o terreno, originando as veredas. No caso de nascente com acúmulo inicial a vazão é pequena podendo apenas molhar o terreno, comum quando a camada impermeável fica paralela a parte mais baixa do terreno e, estando próximo a superfície, acaba por formar um lago.

A devastação das matas ciliar contribui para o assoreamento, o aumento da turbidez das águas e, principalmente, para a erosão das margens de grande número de cursos d'água, carregando para os reservatórios substâncias poluidoras como defensivos e fertilizantes (Oliveira Filho et.al.,1994).

A partir do SIG (Sistema de Informações Geográficas) é possível identificar as partes de cabeceiras, ou seja, as partes altas da bacia. São nestes pontos que se podem encontrar as nascentes de rios.

Na bacia hidrográfica, a água das chuvas apresenta os seguintes destinos; interceptada pelas plantas, evapora-se e volta para a atmosfera, escoando superficialmente formando enxurradas que, através de um córrego ou rio abandona a bacia, infiltra no solo (retida nos espaços porosos, absorvida pelas plantas ou evaporando-se através da superfície do solo) e alimentando os aquíferos, que constituem o horizonte saturado do perfil do solo (Loureiro, 1983)

Geralmente estas áreas não podem ser ocupadas, devido à legislação de proteção ambiental.

A preservação da vegetação natural nas margens dos rios e ao redor das nascentes e reservatórios é regulamentada pelo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 4.771/65) alterada a

redação em 15 de julho de 1989 (Lei nº 7.803). A Resolução CONAMA nº 303/02 estabelece a largura da Área de Preservação Permanente (APP) em função do tipo de corpo d'água, conforme consta na tabela 1.

A resolução N°303, de 20 de março de 2002 do CONAMA, a qual dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente. Em seu artigo 2º, inciso II, adota a seguinte definição para nascentes ou olho d'água, como sendo um local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea..

Constitui área de preservação Permanente a área situada em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, em largura conforme Tabela 1.

**Tabela 1** - Largura da Área de Preservação Permanente (APP) em função do tipo de corpo d'água.

Largura do cursos d'água	Largura da APP mínima
10 m ou menor	30 m
10 a 50 m	50 m
50 a 200 m	100 m
200 a 600 m	200 m
Mais 600 m	500 m
Nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água"	50 m de largura em raio

Nos últimos anos, o processo de urbanização é acompanhado por profundas alterações uso e ocupação do solo, que resultam em impactos ambientais das bacias hidrográficas. As transformações sofridas pelas bacias em fase de urbanização podem ocorrer muito rapidamente, gerando transformações na qualidade da

paisagem, degradação ambiental, ocupação irregular e falta de planejamento na gestão urbana (Ono et.al., 2005).

As técnicas convencionais, quando aplicadas para monitorar a expansão urbana e a ocupação de áreas de bacias hidrográficas, não têm conseguido acompanhar a velocidade com que

o fenômeno se processa. Sendo assim, deve-se alertar para necessidade da busca de novos métodos, empregando tecnologias mais adequadas para detectar, em tempo real, a expansão urbana e as alterações ambientais decorrentes (Hasenack, et.al., 2003).

Atualmente o uso de Sensoriamento Remoto (SR) e Sistemas de Informações Geográficas (SIG) têm apresentado um importante suporte para o planejamento e tomada de decisões relacionadas ao meio ambiente (Green, 1994).

## 2. Justificativa

As cidades desenvolvem-se as margens de alguns rios, utilizando-se deles para abastecimento de água e alimentos, quanto para transporte, e algumas vezes suas margens são utilizadas para lazer.

Mesmos os rios sendo vitais não foram poupados da poluição doméstica, da poluição industrial, e os vales muitas vezes deram lugar, a grandes avenidas ou ocupações irregulares.

Os rios muitas vezes atravessam vários municípios e somente uma prefeitura não seria suficiente para sua despoluição, tornando-se responsabilidade do estado.

Uma das alternativas recuperar a vitalidade de grandes rios é recuperar seus afluentes desde as nascentes.

O principal objetivo deste estudo é, através de imagem de alta resolução (Google Earth Pro) e com o auxílio de um Sistema de Informação Geográfica, definir as nascentes de um dos principais rio do dos Sinos no Rio Grande do Sul.

## 3. Materiais

### 3.1. Área de Estudo

A Bacia do Sinos possui uma área de 4369, 20 km<sup>2</sup>, fica localizada no nordeste do Rio Grande do Sul. Limita-se ao norte e ao oeste com a bacia do Caí; ao sul com a bacia do Gravataí; e ao leste com a bacia do Tramandaí. É composta pelos Rio dos Sinos, Rolante e Taquara. Estas bacias estão inseridas na Bacia Hidrográfica do Rio Guaíba, a qual inclui a região metropolitana de Porto Alegre, e deságua na Laguna dos Patos. O Rio dos Sinos percorre 190 quilômetros, e nesta bacia estão situados 32 municípios. As principais forma de utilização da água na bacia são pra o abastecimento público, para os processos industriais e para a irrigação agrícola. O rio serve também para receptor para os efluentes gerados nas cidades.

O rio é encachoeirado e são desenvolvidas atividades agrícolas em pequenas propriedades. À medida que se desce o rio, a densidade populacional e a urbanização aumentam, assim como a concentração industrial, destacando-se o setor coureiro-calçadista, apenas 8% população residente na Bacia do Sinos é considerada rural, 3% da população esta ligada à rede de saneamento básico, sendo que 25% não tem ligação a qualquer tipo de sistema e 72% possuem soluções locais precárias. Esta situação é agravada pela grande quantidade de resíduos sólidos industriais perigosos encontrada ao longo da Bacia do Rio dos Sinos.

A poluição industrial já constitui a principal fonte de preocupação relativa à qualidade da água nesta bacia, mas com a implantação de estações de tratamento nas indústrias, esta situação alterou-se. As principais fontes de poluição localizam-se nos trechos médios e inferior e tem origem nos esgotos domésticos. A crescente favelização e ocupação desordenada do território, principalmente em áreas de preservação importantes, como os banhados, também agravam esta situação. As atividades pecuárias nas zonas onde estão concentradas também constituem uma fonte poluente significativa.

Os principais afluentes do Rio dos Sinos são os Rios Rolante e Paranhana além de diversos arroios.

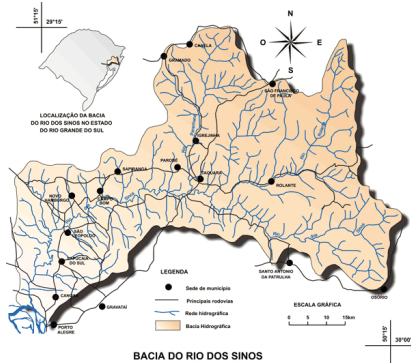
O Rio dos Sinos em seu percurso pode ser classificado em superior, médio e inferior. Sendo o superior na região de sua nascente, o inferior por analogia é onde ele deságua.

Dentro do percurso do Rio dos Sinos podemos classificar de acordo com as cidades que abrangem: Percurso Superior: Caraá, Osório, Canela, Santo Antonio da Patrulha, São Francisco de Paula, Gramado. Percurso Médio: Aracicá, Rolante, Igrejinha, Santa Maria do Herval, Parobé, Nova Hartz, Taquara, Glorinha, Três Coroas. Percuso Inferior: Cachoeirinha, Novo Hamburgo, Gravataí, São Sebastião do Caí, Dois Irmãos, Campo Bom, Sapiranga, Estância Velha, Ivoti, Sapucaia do Sul, Esteio, Canoas, Portão, Capela de Santana, Nova Santa Rita, São Leopoldo.

Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul



**Figura 1 – Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul**



**Figura 2 – Nascente do Rio dos Sinos**

### 3.2. Base de Dados, Equipamentos e Softwares Utilizados

O sistema de informações geográficas Idrisi Kilimanjaro possibilita analisar as nascentes do Rio dos Sinos, objetivando agilizar resultados, trabalhar grande volume de dados e diminuir a imprecisão dos trabalhos efetuados manualmente.

Foram utilizadas neste estudo:

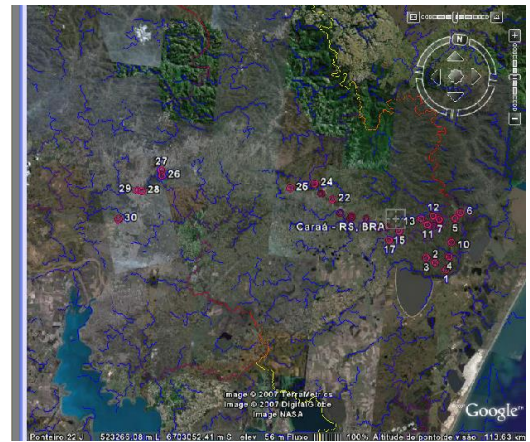
- Computador com acesso a Internet
- Google Earth Pro
- Idrisi Kilimanjaro

### 4. Metodologia

A utilização do Idrisi Kilimanjaro para o georreferenciamento da imagem gerada através do Google Earth Pro. Para isto foi necessário ajustar a imagem de satélite a um sistema de coordenadas conhecidas; desta maneira é possível relacionar a informação nela contida com outra proveniente de outras fontes, mas que estejam no mesmo sistema de referência.

O trabalho no Idrisi Kilimanjaro começou logo após a escolha de uma área do Google Earth concentrando as principais nascentes do Rio dos Sinos, de maneira a restringir o posterior tratamento apenas à área de interesse. Este procedimento teve de ser aplicado também porque o Idrisi não se demonstrou capaz de aplicar certas funções devido ao elevado número de dados. Outra vantagem deste procedimento é que reduzindo a quantidade de informação reduz-se também o tempo despendido no tratamento e

pode-se focalizar as análises em uma zona mais específica conforme a Figura 3.



**Figura 3 – Imagem extraída do Google Earth Pro**

Utilizou-se o comando do Idrisi Reformat /Resample para o georreferenciamento.

Esta área de estudo foi definida pelas coordenadas de seus pontos em UTM (Universal Transverso de Mercator).

Para o reconhecimento dos pontos foi necessário escolher as bandas que fornecessem um contraste gráfico elevado e que permitissem identificar facilmente elementos na imagem. As bandas escolhidas foram a banda 1, a banda 2 e a banda 3.

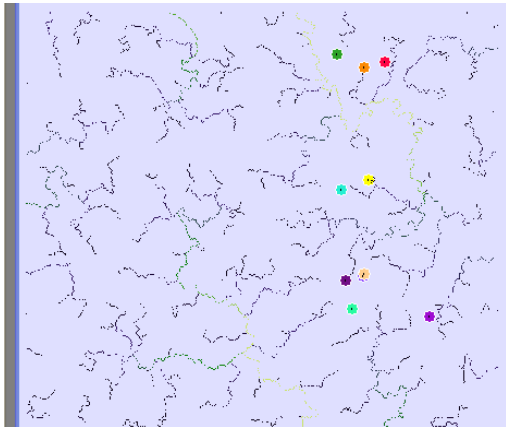
O passo seguinte consistiu na procura de pontos comuns, no qual o processo exigiu cuidados quanto à sua identificação devido à região ser localizada em uma região da serra.

Apesar da dificuldade foram encontrados 9 pontos de controle.

Posteriormente foi comparada com as imagens selecionadas visualmente do Google Earth destas nascentes utilizando as coordenadas dos pontos em UTM (Universal Transverso de Mercator).

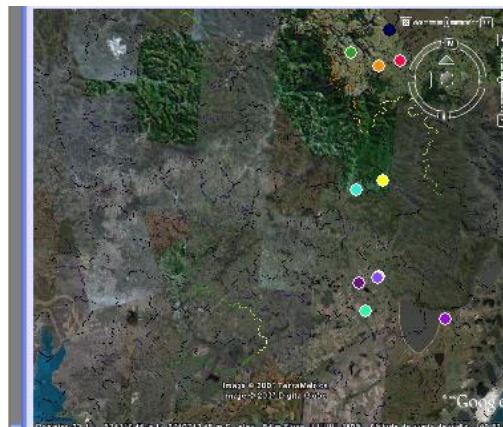
Foi determinada a área acumulada para delimitar a área das nascentes dos rios, no comando Runoff conforme a Figura 4.





**Figura 4 – Rede de drenagem com os pontos das nascentes**

Foram identificados os pontos das nascentes visualmente e calculada a área acumulada em quilômetros quadrados, Figura 5.



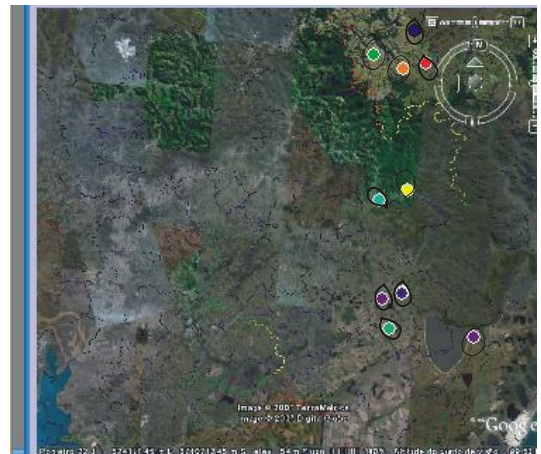
**Figura 5 – Pontos das nascentes**

Através deste processo foi possível com o número de pontos escolhidos se obter uma análise quantidade da área de acumulação das nascentes juntamente com a sua área de preservação permanente (APP) considerando um raio de 50 metros nas nascentes. Conforme Tabela 1.

**Tabela 1 – Área das Nascentes**

Nascentes	ÁREA (km <sup>2</sup> )
1	0.79
2	0.90
3	0.86
4	0.88
5	0.97
6	0.82
7	0.79
8	0.92
9	0.78
10	0.97

Os resultados obtidos através do comando área do Idrisi resultou em um total nos 10 pontos das nascente de 8.60 km<sup>2</sup>.



**Figura 6 – Área de captação das nascentes**

## 5. Resultados e Discussões

Este projeto foi motivado especialmente pelos processos erosivos desenvolvidos nas nascentes do rio e pelo assoreamento crescente ao longo do rio. Tais desequilíbrios são respostas à retirada da maior parte da vegetação ripária. Sabe-se que a sedimentação nos cursos d'água, resultante de processos erosivos, reduz a qualidade da água e a deficiência dos reservatórios, canais de irrigação e vias navegáveis, assim como aumenta o risco de enchentes para proteger essas áreas vulneráveis, e preservar a vegetação natural nas margens dos rios e ao redor das nascentes e reservatórios.

## 6. Conclusões

Na utilização da imagem do Google Earth Pro o estudo apresentou-se eficaz quanto a localização e quantificação das nascentes e das Áreas de Preservação Permanente ( APPs).

Resultados deste estudo associados a levantamentos já existentes auxiliam e se apresenta com uma ferramenta importante para planejamentos em diversas áreas.

A utilização do SIG para obter informações importantes de uma determinada região com a finalidade de gerar e comparar informações mostrou ser muito eficiente, destacando-se quanto ao custo, tempo e praticidade.

A utilização da imagem do Google Earth Pro de alta resolução não dispensa levantamentos no campo com GPS para comprovar imagens geradas que colocaram em dúvidas a interpretação no caso áreas úmidas.

Observou-se que o programa Idrisi assim como outros programas demonstram excelentes capacidade de tratamento e integração de dados de natureza muito diversa, evidenciando os SIG como uma das mais poderosa ferramentas hoje disponíveis para estudos de caráter hidrológico.

Os objetivos inicialmente propostos para este estudo foram alcançados com sucesso.

## 7. Referências Bibliográficas

- CASTRO, P.S.; LOPES, J.D.S. **Recuperação e Conservação de Nascentes. Viçosa:** Centro de Produções Técnicas, 2001,84p.(Série Saneamento e Meio-Ambiente, n.296)
- COLLISCHONN, W. (2002) **Simulação hidrológica de grandes bacias.** Tese de doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Brasil.
- CONAMA, Resolução nº 303 de 20 de março de 2002. **Dispões sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.**
- ESPINOZA, H.F.; ABRAHAM, A.M. **Aplicação de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento para o estudo dos recursos hídricos em regiões costeiras.** Universidade do Vale de Itajaí. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2487-2494
- FARIAS, G.L.; LIMA, M.C. **Coletânia da Legislação Ambiental Federal/Estadual.** Curitiba, Imprensa Oficial do Estado do Paraná, 1990.535 p.
- FÁVERO, O.A.; NUCCI, J.C.; BIASI, M..**Vegetação natural e potencial e mapeamento da vegetação e usos atuais das terras da floresta nacional de Ipanema,** Iperó/SP. Conservação e gestão ambiental R.R.RÁEGA, Curitiba, n.8, p.55-68, editora UFPR.
- GREEN K. **The Potencial and limitation of remote sensing and GIS in providing ecological information.** In: Sample, V.A.(ed). Remote sensing and GIS in ecosystem management. Washington: Island Press, 1994.
- HASENACK, H.; WEBER, E.;VALDAMERI, R. **Análise de vulnerabilidade de m parque urbano através de módulos de apoio à decisão em sistemas de informação geográfica.** In: GIS Brasil, 98. Curitiba – PR. Anais Eletrônicos. Disponível em: <<http://www.ufrgs.Br/ecologia/idrisi>> acesso em dezembro de 2007.
- LACZYNSK, P.; e OLIVEIRA F. **Recuperar as Nascentes.** Santo André, SP – Brasil.2002.
- LAI, R. **Soil erosion by Wind and waster: Problems and prospects.** In: LAI, R. Soil erosion p.1-6. and research methods. Wageningen; SWXS, 1988
- LEI Nº 4.771, DE 15 DE SETEMBRO DE 1965 CÓDIGO FLORESTAL**
- LEI Nº 7.803, de 15 de julho de 1989** Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nº 6.535, de 15 de julho de 1978 e 7.511, de 7 de julho de 1986.
- LIMA, W.P.; RODRIGUES, R.R., **Preservação e Recuperação das Nascentes (de água e de vida).**Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí, 1ª Edição p.14-26, 2004.
- LOUREIRO, B.T. **Águas Subterrâneas. Irrigação: produção com estabilidade. Informe Agropecuária** Hoje, V.9, n.100, p.48-52, 1983.
- OLIVEIRA FILHO; A.T; ALMEIDA, R.J.de; MELLO; J.M.de; GAVILANES; M.L. **Estrutura Fitossociológica e Variáveis Ambientes em um Trecho de Mata Ciliar do Córrego Vilas Boas,** Lavras (MG). Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, V17, n1, p.67-87, 1994.
- PINTO, S.A.F. **Sensoriamento remoto e integração de dados aplicados no estudo da erosão dos solos contribuição metodológica.** Tese (Doutorado – Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, 1991.
- ONO,S.; BARROS, M.T. L.de; CONRADO, G.N. A Utilização de SIG no planejamento e Gestão do Sul, Brasil. Pesquisas Botânicas, 53; 79-88, 2003.
- SOUSA,A.M.L.S. ; COLLISCHONN, W(2007). **Extração da área contribuinte de drenagem por processamento digital de dados topográficos. 2007** Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio grande do Sul, Porto Alegre, RS – Brasil

SIQUEIRA, A. D. **Metodologia de análise de dados cartográficos e de sensoriamento remoto para o diagnóstico de preservação da cobertura vegetal em regiões montanhosas**. 1999-09. 112 p. (INPE-7525-TDI/733). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 1999.

VIEIRA et.al. **Utilização SIG na Análise Urbana da Microbacia do Rio Itacorubi, Florianópolis SC**, In. COBRAC 2006. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário – UFSC Florianópolis – 15 a 19 de Outubro, 2006 p.1-9 (2006)