

Análise temporal da transgressão em áreas de preservação permanente e uso restrito na Bacia Hidrográfica do Rio Tijucas para subsidiar as ações de gestão do Comitê da Bacia

Clarisse Post Darella¹
Janaina Sant'Ana Maia Santos¹

¹Endereço: GTHidro. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Campus da Trindade, Florianópolis – Santa Catarina.
CEP: 88040-970 – Cx Postal 476 - Brasil - Tel: +55 (48) 3721-7736
Fax: +55 (48) 3721- 6459. E-mail: cladarella@gmail.com, jan_maia76@yahoo.com.br

Abstract. The maintenance of forests and water resources should be priority of governments of all countries in order to protect and conserve natural resources and biological diversity. Brazilian Forest Code (Law 4.771, of 15.09.1965) establishes criteria for the protection of riparian zone, headwater protection, hilltops and steep hillsides and the National Politics of Water Resource's Law institutes (Law 9.433, of 08.01.1997) as basic assumptions the water as a public property endowed with ecological and economic value. In this way, the present work aims to achieve a temporal analysis of transgressions areas to the Brazilian Forest Code in the Tijucas Basin, on Santa Catarina State coast line. Such analysis consists of comparing thematic maps of the years 1985 and 2006 made by remote sensing technologies (Landsat image) and geoprocessing data. According to the study results, the transgressions areas to the analyzed norms of related Code had been reduce in about 30%. This decrease is associated with the evasion of the agricultural areas that happened in nine cities of the Basin. It is expected that this study's results subsidize actions of management and planning that are already being undertaken by the Tijucas River Management Committee, and to propose strategies for the recovery of degraded areas.

Palavras-chave: remote sensing, geoprocessing, Brazilian Forest Code, land use change, sensoriamento remoto, geoprocessamento, Código Florestal Brasileiro, mudança de cobertura do solo.

1. Introdução

A manutenção das florestas e dos recursos hídricos deve ser prioridade dos governos de todos os países, no intuito de preservar a qualidade de vida das populações e manter o equilíbrio ambiental. No Brasil, o Código Florestal (Lei 4.771, de 15.09.1965) estabelece áreas de preservação permanente: (a) ao longo da margem de rios; (b) ao redor de nascentes ou olhos d'água; (c) na margem de lagos, lagoas e reservatórios de água; (d) em topos de morros e (e) em encostas com declividades acentuadas.

A Lei 9.433 de 08.01.1997 baseia-se no fundamento que a bacia hidrográfica é unidade para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos. Esta mesma lei estabelece como diretriz geral que a gestão dos recursos hídricos deve estar integrada com a gestão ambiental e cria os Comitês de Gerenciamento de Bacias, que são órgãos responsáveis pela gestão dos recursos hídricos da bacia hidrográfica de forma descentralizada e participativa.

As leis acima citadas estabelecem critérios a serem obedecidos que em conjunto contribuem para uma “cultura hidroflorestal”, termo utilizado no Programa Águas e Florestas da Mata Atlântica, que tem como objetivo subsidiar a formulação e implementação de políticas integradas de conservação e gestão de recursos hídricos e florestais, resgatando a compreensão e a utilização do papel estratégico das florestas para o equilíbrio do ciclo hidrológico (Programa Águas e Florestas da Mata Atlântica, 2003).

O objetivo geral deste trabalho é fornecer subsídios para a gestão e planejamento da Bacia Hidrográfica do Rio Tijucas, litoral de Santa Catarina, através da utilização de tecnologias de geoprocessamento e sensoriamento remoto para detecção e análise temporal de áreas em transgressão a algumas normas do Código Florestal.

O presente artigo foi retirado do trabalho de conclusão de curso de graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental e faz parte de um projeto de tese de doutorado em Engenharia Ambiental que tem como objetivo subsidiar o planejamento e a gestão da água como um processo de governança da Bacia Hidrográfica, com o auxílio de tecnologias de Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento e Modelagem Ambiental.

2. Metodologia de Trabalho

A Bacia Hidrográfica do Rio Tijucas localiza-se no litoral centro de Santa Catarina, ao norte da capital Florianópolis, e conta com o Comitê de Bacias instituído pelo Decreto nº 2.918, de 04 de setembro de 2001 (SANTA CATARINA, 2006). A bacia possui área de aproximadamente 3.015 Km² e perímetro de 447 Km entre as coordenadas geográficas de longitude oeste 49°19'43 “e 48°27'42”, latitude sul 27°46'36 “e 27°02'35” (Santos *et al*, 2006).

O aplicativo utilizado para o processamento e análise dos dados de sensoriamento remoto e cartográfico, denominado SPRING versão 4.3.3 para WINDOWS, foi desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Para a análise e comparação das áreas em transgressão a algumas normas do Código Florestal nos anos 1985 e 2006 na Bacia Hidrográfica do Rio Tijucas foi realizado o mapeamento da cobertura do solo e a identificação das Áreas de Preservação Permanente (APP) e Áreas Uso Restrito (AUR). A metodologia utilizada para tanto foi elaborada por Santos (2002) e está dividida em atividades distintas: processamento das imagens e dos dados cartográficos.

Processamento da Imagem

As imagens provenientes do sensor TM Satélite Landsat-5 com órbita 220/79 nas bandas 3, 4 e 5, nas datas 14 de novembro de 1985 e 05 de setembro de 2006, foram georreferenciadas por Santos (2007) com base em pontos de controle obtidos em imagens disponibilizadas pela NASA.

A partir das imagens georreferenciadas procedeu-se à correção do efeito de espalhamento atmosférico, utilizando o método de subtração proposto por Chavez Jr. (1988).

Após o processo de correção atmosférica, foi realizado o realce das imagens com o filtro linear para realce de imagem TM do aplicativo SPRING.

Para a segmentação das imagens foi utilizado o método “crescimento de regiões”, utilizando as bandas 3, 4 e 5. O parâmetro de similaridade para agrupar os pixels em regiões adjacentes utilizado foi 10 e o número mínimo de *pixels* por área foi 20, pois foram os que melhor se aplicaram às imagens utilizadas.

Os processos de classificação das imagens utilizados foram: (a) não supervisionada com a segmentação por regiões (ISOSEG) e (b) supervisionada (Bathacharya).

As classes discriminadas foram: Floresta, Área Rural, Campos de Altitude, Reflorestamento (pinus e eucalipto), Área Urbana e Água. A classe área rural abrange pastos, áreas de agricultura, pequenas propriedades rurais e áreas com vegetação rasteira.

As classes foram então analisadas separadamente e muitos polígonos precisaram ser editados, pois muitas vezes coberturas diferentes foram agregadas em uma mesma classe.

Os resultados da classificação são os Mapas de Cobertura do Solo dos anos 1985 e 2006.

Processamento dos Dados Cartográficos

As curvas de nível e rede hidrográfica foram digitalizadas e disponibilizadas pelo CIRAM – EPAGRI (EPAGRI/CIRAM, 2008).

Através da altimetria foi gerada uma rede triangular (TIN) e, a partir desta, uma grade regular, da qual foram obtidas as grades de declividade, possibilitando a geração de mapas de declividades, com parâmetros de fatiamento de 0-25°, 25°-45° e >45°. As classes foram definidas de acordo com o Código Florestal em AUR de 25° a 45° e APP acima de 45°.

A determinação de APP nas margens dos rios e ao redor de nascentes foi feita a partir do mapa de distâncias gerado a partir da hidrografia da área de estudo (SDS, 2007). O mapa de APP dessa categoria foi gerado com distâncias de 50 metros para os rios com largura superior a 10 metros e 30 metros para os rios com largura inferior a 10 metros e com o raio de 50 metros nos pontos de nascentes.

As APPs ao redor de reservatórios artificiais foram delimitadas com 100 metros para os reservatórios de extração de areia e argila e de 30 metros para o reservatório de barragem.

Integração dos Mapas

Os mapas de APP e AUR foram cruzados com os mapas temáticos de cobertura do solo (Figura 1 e 2) através da Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico (LEGAL), originando dois mapas temáticos de transgressão ao Código Florestal.

3. Resultados e Discussão

Mapa Cobertura do Solo

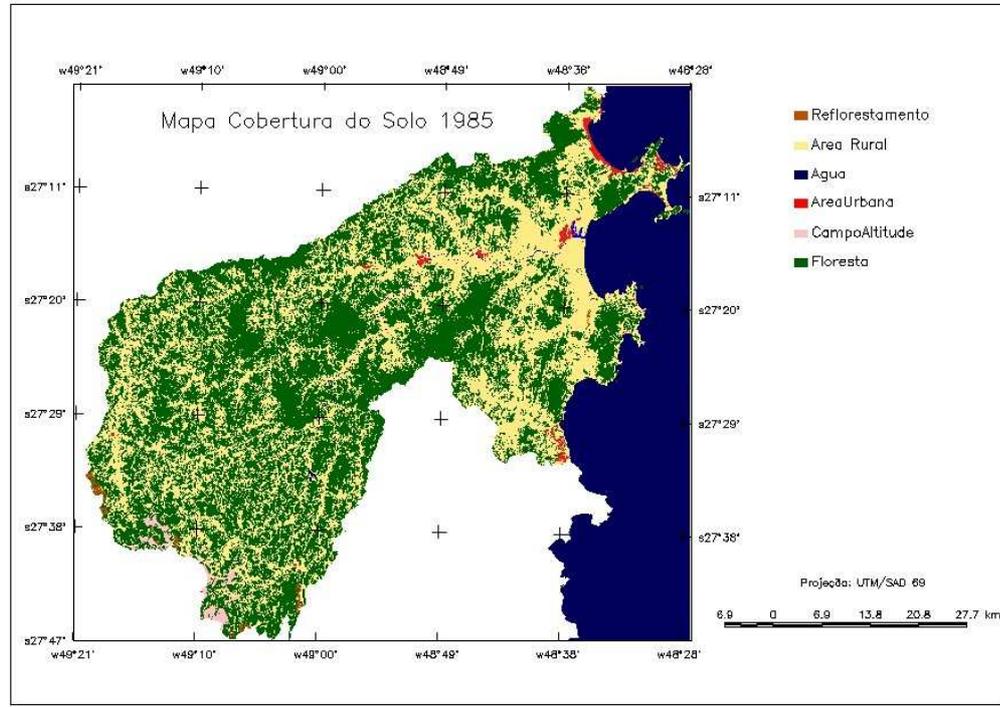


Figura 1. Mapa Cobertura do Solo 1985.

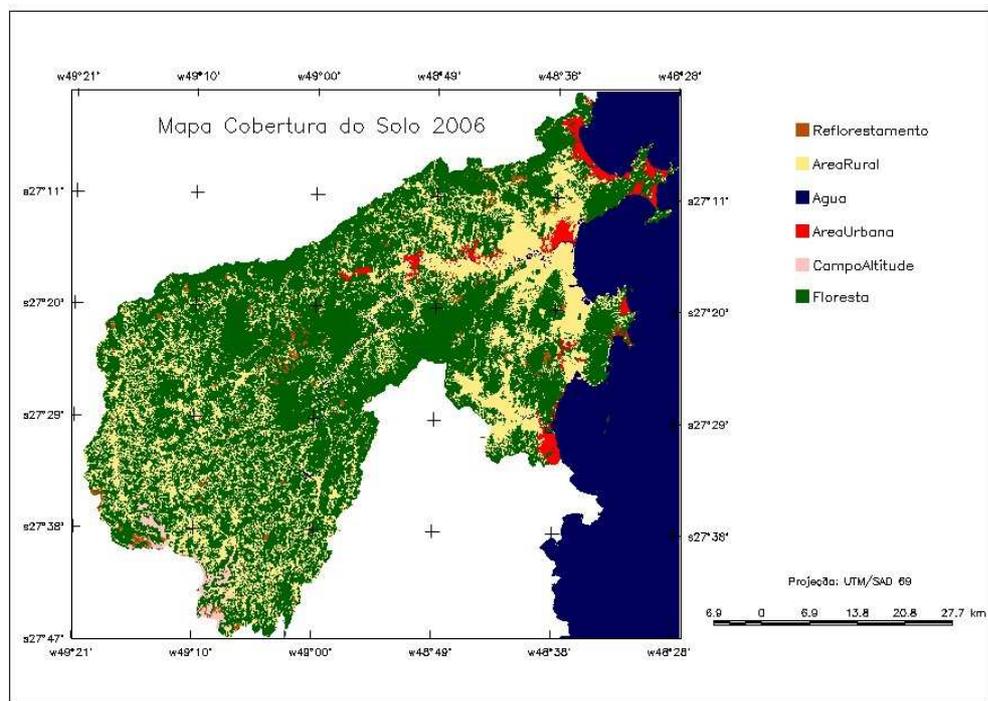


Figura 2. Mapa Cobertura do Solo 2006.

Mapas temáticos de transgressão ao Código Florestal

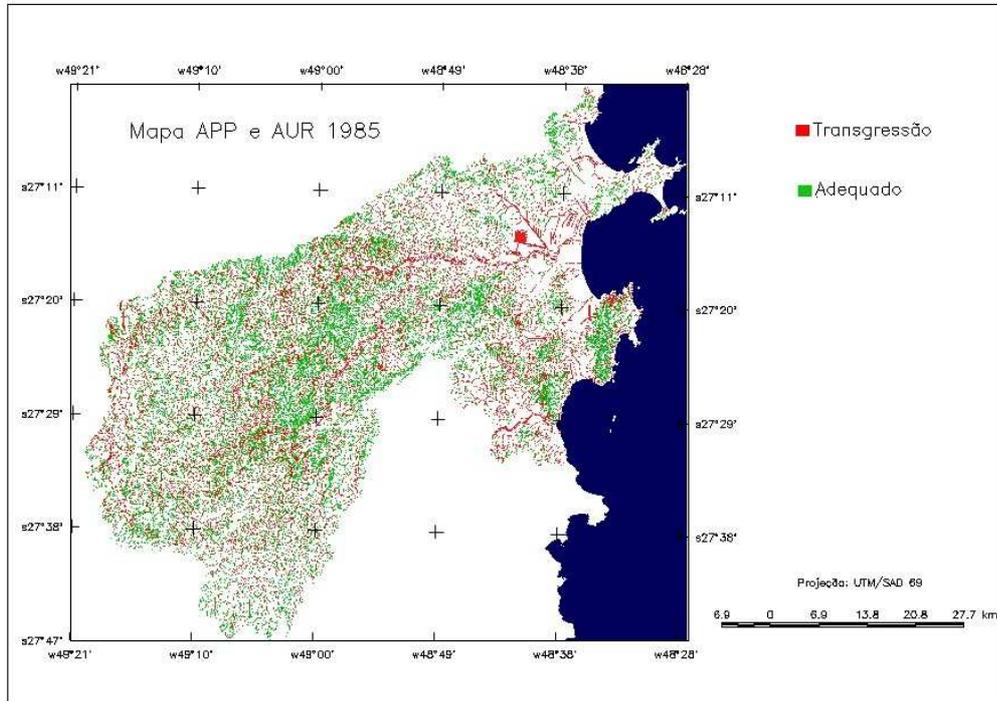


Figura 3. Mapa temático de transgressão ao Código Florestal 1985.

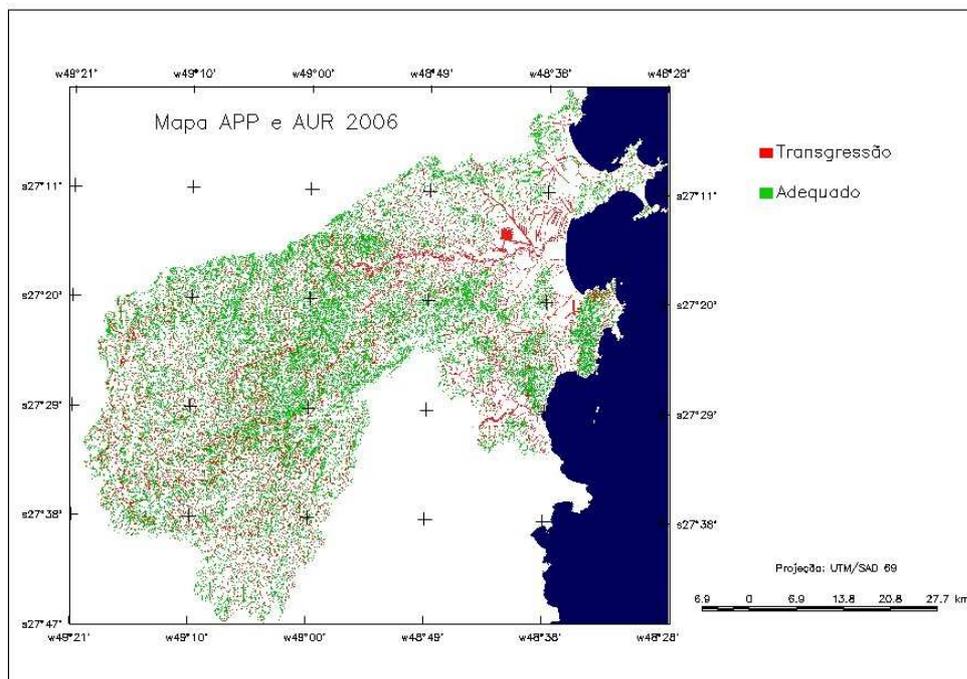


Figura 4. Mapa temático de transgressão ao Código Florestal 2006.

Comparação das Áreas em Transgressão ao Código Florestal

A Tabela 1 apresenta o resultado da análise temporal das áreas em transgressão as quatro normas do Código Florestal abordadas neste trabalho, em margens de rios, ao redor de nascentes e de reservatórios artificiais, em áreas com inclinação superior a 45° e com inclinação entre 25° e 45°. Nota-se que no ano 1985, de um total de 951,96 km² da área que deveria ser de preservação permanente e uso restrito, aproximadamente 370,46 km² estavam sendo utilizados indevidamente. No ano de 2006 houve redução dessas áreas que passaram para 258,51 km².

Tabela 1. Análise temporal das áreas em transgressão da Bacia Hidrográfica do Rio Tijucas.

ANO	1985	2006	Diferença	Alteração	Alteração
Estado Normativo	Área (Km²)	Área (Km²)	2006-1985	da Área em %	em relação à área da Bacia
Transgressão Rios/Nascentes	252,23	186,97	-65,26	-25,87	-2,16
Adequado Rios/Nascentes	271,6	334,87			
Transgressão Declivid. 25° a 45°	117,12	66,76	-50,36	-43,00	-1,67
Adequado Declividade 25° a 45°	306,75	356,91			
Transgressão Reservatórios	0	4,2	4,20	100	0,14
Adequado Reservatórios	0	0,16			
Transgressão Declividade >45°	1,11	0,58	-0,53	-47,75	-0,018
Adequado Declividade > 45°	3,15	3,68			
Transgressão Total	370,46	258,51	-111,95	-30,22	-3,70
Adequado Total	581,5	695,46			
APP e AUR Total	951,96	956,32			

De acordo com os processamentos, as áreas em transgressão às normas do Código Florestal analisadas diminuíram 30,22 %. Esse decréscimo está associado à evasão das áreas rurais que aconteceu em nove municípios da Bacia entre os anos 1991 e 2000 de acordo com o (IBGE, 1991; 2000).

Outro fator que causou tal redução foi o fato de que muitas áreas de reflorestamento foram classificadas erroneamente como floresta. As plantações de *Pinus* e eucaliptos têm crescido na região e a metodologia utilizada para classificação no presente trabalho não foi satisfatória para separabilidade das classes Floresta e Reflorestamento. A edição da classe Reflorestamento foi feita manualmente e muitos polígonos pequenos deixaram de ser reclassificados, devido à grande quantidade e ao pequeno tamanho dessas áreas. Sendo assim, as áreas que foram classificadas indevidamente ocultam áreas em transgressão.

As áreas de preservação em transgressão nas margens de rios e ao redor de nascentes representam as maiores áreas de preservação analisadas neste trabalho, resultado já esperado, pois a Bacia do Rio Tijucas tem a hidrografia bastante densa. Essas áreas que em 1985 ocupavam a extensão de 252,23 km² (8,33% da área da Bacia) sofreram redução de 25,87%.

As áreas de uso restrito em transgressão que perfaziam um total de 117,12 km² em 1985 tiveram seu tamanho reduzido em aproximadamente 43%, chegando à extensão de 66,76 km² em 2006.

As áreas de preservação ao redor de reservatórios artificiais para extração de areia e argila não existiam em 1985. No conjunto com as áreas de preservação do reservatório da Barragem Angelina essas áreas somam 4,36 km², dos quais 4,2 km² encontravam-se em transgressão ao Código Florestal no ano 2006.

Na região de estudo as áreas com declividade acima de 45° não são significativas, somando no total uma área de 4,36 km², destes 1,11 km² encontravam-se em transgressão no ano de 1985 e 0,58 km² no ano de 2006.

4. Conclusões

Durante a pesquisa bibliográfica para a composição deste projeto percebeu-se que existe uma infinidade de trabalhos que utilizam dados de sensoriamento remoto e cartográficos para analisar a ocupação de áreas urbanas e rurais. Isso se deve principalmente por ser um método viável de monitoramento e entendimento do ambiente, facilitando as atividades de gestão e planejamento.

A análise temporal contribui para apontar tendências de ocupação das terras da bacia e pode fornecer elucidaciones para a tomada de decisões no âmbito do planejamento territorial.

Destaca-se a importância da gestão e planejamento considerando como unidade a Bacia Hidrográfica e levando-se em conta a integração de ações para conservação dos recursos hídricos e florestais.

O aplicativo SPRING mostrou ser uma ferramenta eficaz no trabalho com Informações Geográficas, integrando simultaneamente Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. Além disso, é um sistema computacional livre, disponibilizado gratuitamente através da internet.

Em trabalhos futuros devem-se considerar as APPs em topos de morro que representam a maior parte das APPs e que vem sofrendo forte pressão por parte das plantações de espécies como o Pinus e o eucalipto.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos que de alguma maneira, indiretamente ou não, contribuíram para a conclusão deste trabalho. Meu agradecimento especial é destinado a minha querida orientadora de trabalho de conclusão de curso, que com sua paciência, competência, incentivo e dedicação me ensinou sobre esse mundo das informações geográficas.

5. Referências Bibliográficas

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Código Florestal.

Chavez JR., P. S. **An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data.** Remote Sensing of Environment, v.24, n.2, p. 459-479, Feb. 1988.

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. (EPAGRI); Centro Integrado de Informações Ambientais de SC (CIRAM). **Mapas Digitais de Santa Catarina: Mapoteca Topográfica Digital de Santa Catarina** (Convênio e cooperação técnica IBGE/EPAGRI). Disponível em: <<http://www.epagri.sc.gov.br/>> Acesso em fev. 2008.

Lino, C. F.; Dias, H. **Águas e Florestas da Mata Atlântica: Por uma Gestão Integrada.** Programa Águas e Florestas da Mata Atlântica. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e Fundação S.O.S. Mata Atlântica. São Paulo: CNRBMA/SOS, 2003.

Santa Catarina (Estado). Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Sustentável. Programa de Recuperação Ambiental e de Apoio ao Pequeno Produtor Rural. **Estudo dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos para o Estado de Santa Catarina e Apoio para sua Implantação – Panorama dos Recursos Hídricos em Santa Catarina.** Santa Catarina, 2006. 315p.

Santos, J. S. M. **Análise da Paisagem de um Corredor Ecológico na Serra da Mantiqueira.** 2002. 174 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2002.

Santos, J. S. M.; Meurer, C. C. B. S; Atanzio, Z. D. **Diagnóstico participativo dos recursos hídricos e seus usos da Bacia Hidrográfica dos rios Tijucas, Perequê, Bela Cruz, Santa Luzia e Inferninho.** Tijucas: Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Tijucas, 2006. 149p.

Santos, J. S. M. **Utilização de Tecnologias de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento na Construção de Cenários Ambientais para a Governança da Água em Bacias Hidrográficas.** 2007. 88 p. Projeto de Tese (Doutorado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2007.