

Aplicação de Ferramentas para a Gestão Ambiental da Sub-Bacia do Ribeirão Garcia – Blumenau/SC

M.Sc. Eng. Glaucia Maria Oliveira Fernandes ¹
M.Sc. Eng. Rosalene Zumach ²
Prof. Dr. Jorge Alberto Muller ³

Fundação Municipal do Meio Ambiente – FAEMA
Rua Dr. Amadeu da Luz, 241
89010-160 Blumenau SC

¹ glaucia@blumenau.sc.gov.br

² rosalene@terra.com.br

³ jorgemuller@blumenau.sc.gov.br

Resumo: O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade ambiental, especialmente no que se refere ao uso dos recursos hídricos na sub-bacia hidrográfica do ribeirão Garcia, localizada no município de Blumenau no estado de Santa Catarina. Nesta pesquisa realizou-se o mapeamento temático dos principais usos do solo, através da aplicação e da avaliação de técnicas e procedimentos de Cadastro Ambiental e de Geoprocessamento, utilizando-se mapas topográficos, mapas temáticos e ortofotocartas. O estudo também teve como base o monitoramento do Índice de Qualidade da Água (IQA), que tem sido divulgado pela Fundação Municipal do Meio Ambiente desde 1999, avaliando a qualidade da água em suas características físicas, químicas e biológicas. Desenvolveu-se, então, um Sistema de Informações Geográficas (SIG), com o objetivo de integrar e analisar estas informações georreferenciadas, que possibilitou o desenvolvimento de análises espaciais complexas, através do cruzamento de planos de informações, e permitiu avaliar os impactos decorrentes dos processos de desenvolvimento sócio-econômico.

Palavras-chave: Geoprocessamento, Sistema de Informações Geográficas, Cadastro Ambiental, Sub-bacia Hidrográfica, Monitoramento; Índice de Qualidade da Água (IQA).

Abstract: The aim of this study was to evaluate the ambient quality, specially with regard to the use of the hydric resources in the Garcia stream hydrographic sub-basin, located in the city of Blumenau in Santa Catarina state. A thematic mapping of the soil main uses was developed, applying and evaluating techniques and procedures of Ambient Cadastre and Geo-processing, employing topographical maps, thematic maps and orthophotomaps. This research was also based on the survey of the Water Quality Index, which has been published by the Environmental Municipal Foundation since 1999, evaluating the physical, chemical and biological characteristics of the water quality. Thus we developed a Geographical Information System with the objective of integrate and analyze these geo-related informations, allowing the development of space complexes analyses, through the crossing of information plans, and the evaluation of the impacts due to the social and economic development processes.

Keywords: Geo-processing, Geographical Information System, Ambient Cadastre, Hydrographic Sub-basin, Monitoring, Water Quality Index.

1 Introdução

As águas de rios e bacias hidrográficas constituem-se em importantes objetos de estudo e planejamento, considerando o crescimento da população mundial e a conseqüente expansão na ocupação urbana, resultando na carência de água potável, um dos fatores limitantes do desenvolvimento harmônico da sociedade.

Esta expansão urbana desordenada leva ao aumento da superfície impermeabilizada, com alterações na hidrologia e geomorfologia dos cursos de água, a redução da quantidade/qualidade de água para abastecimento doméstico e industrial, ao lançamento de efluentes, em geral sem tratamento adequado, a disposição incorreta dos resíduos sólidos provocando a contaminação dos aquíferos e dos solos, a degradação das margens dos cursos de água pela retirada da mata ciliar, ao aparecimento de sulcos erosivos, ao lançamento de lixo e entulho e, muitas vezes, a ocupação das margens por edificações, fruto da especulação imobiliária (Calijuri et al, 2005).

Atualmente há uma grande carência de informações relacionadas aos recursos naturais, estruturadas em sistema de informações para o gerenciamento ambiental, através de técnicas e ferramentas que possibilitem a transformação de dados brutos coletados a campo, em informações úteis para um planejamento eficaz e para subsidiar políticas de investimentos públicos e privados.

Este trabalho tem como objetivos o levantamento e a identificação dos principais problemas ambientais encontrados na sub-bacia do ribeirão Garcia, a integração destas informações em base de dados e o desenvolvimento de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) como ferramenta de gerenciamento de sub-bacias urbanas, para o desenvolvimento de análises e a visualização e consulta dos dados obtidos.

2. Área de Estudo

A área de estudo é a sub-bacia do ribeirão Garcia, que é o maior em extensão de área de drenagem dentro do território de Blumenau e abrange uma área de 159,77 km² (15.977 hectares), correspondendo a 1,06 % da área total da bacia do Rio Itajaí-Açu (15.111 km²) e a 30,1 % da área total do município [SDS (1997)].

O ribeirão Garcia tem aproximadamente 40 km de comprimento desde a nascente principal até a foz, no rio Itajaí-Açu e atravessa a cidade no sentido sul para norte, compreendendo quase que totalmente a região sul. A densidade de drenagem foi estimada em 1,23 km/ km². As nascentes de seus principais formadores estão localizadas nas partes mais altas da bacia, na Serra do Itajaí, na zona rural. (Figura 1)

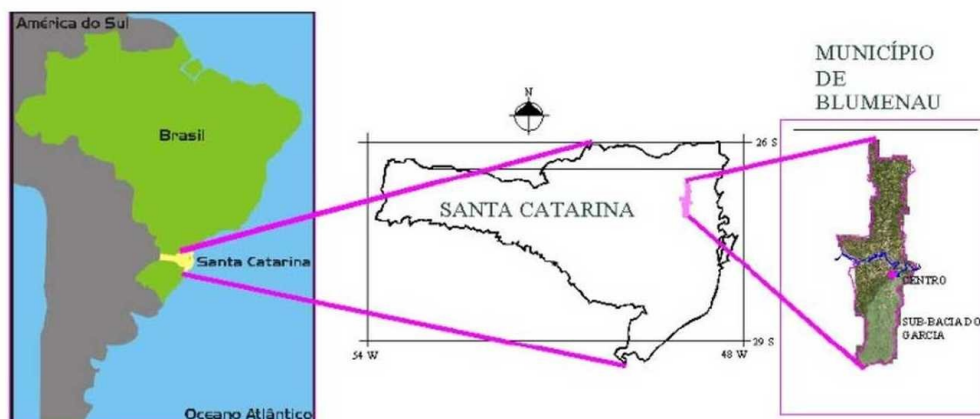


Figura 1 : Localização da área de estudo.

3 Materiais

Neste trabalho foram utilizados:

- a) cartas digitais 1:50.000 do Mapeamento Sistemático Brasileiro, Botuverá - SG-22-Z-D-1-2, Blumenau-SG-22-Z-B-IV-4/MI-2881-4, Pomerode - SG-22-Z-B-IV-2, Jaraguá do Sul - SG-22-Z-B-I-4/MI-2869-4 - IBGE;
- b) base cartográfica planialtimétrica digital do município, abrangendo a sub-bacia do ribeirão Garcia, com nível de informação compatível com a escala 1:2.000, restituída em 2003 a partir das aerofotos de 2003, cobertura de voo em escala 1:8000, Datum vertical - Imbituba/SC, Datum horizontal - Chuá (SAD 69) – MG e Projeção UTM;
- c) imagens das ortofotocartas do município na extensão tiff, abrangendo a sub-bacia do ribeirão Garcia, com nível de informação compatível com a escala 1:2.000;
- d) programa MicroStation SE – Bentley Systems Inc., para manipulação de dados espaciais em diferentes formatos;
- e) programa AutoCAD2000 – Autodesk, para edição de dados espaciais;
- f) programa ArcMap™ 9,00 – Esri, para desenvolvimento do SIG; e
- g) programa Access - Microsoft, para o desenvolvimento da base de dados alfanumérica.

4 Método

Na estruturação e desenvolvimento do SIG da área estudada, com características de um protótipo para sub-bacias, foram utilizadas as informações ambientais organizadas em base de dados, modeladas e armazenadas. Para Rafaeli Neto, da Silva Filho (2004), na instituição de políticas de gestão de recursos hídricos, o cadastro se constitui num dos primeiros passos rumo ao controle das ações antrópicas predatórias, procurando garantir sustentabilidade e sobrevida a este recurso, tendo a bacia hidrográfica por unidade espacial.

Para o gerenciamento dos recursos naturais e da qualidade ambiental, as informações deste cadastro ambiental da sub-bacia do ribeirão Garcia, foram então integradas no ArcMap, os atributos gráficos com os atributos descritivos (guardados na base de dados Access). Possibilitando então avaliar o potencial desta tecnologia para fornecer subsídios ao planejamento ambiental, no desenvolvimento de análises espaciais e de novas informações sobre os recursos naturais.

Conforme Wolski (1997), a estruturação da base de dados abrange os passos desde a coleta dos dados até sua introdução no sistema e preparação para a execução das análises. São definidas nesse momento, as características que vão interferir na posterior utilização dos dados: o referencial geográfico adotado (sistema de projeção cartográfica), a escala de trabalho, a organização dos diferentes tipos de dados e a ligação entre os componentes espaciais e descritivos da informação temática.

Para o mesmo autor a principal característica dos dados estruturados num SIG é o fato de qualquer atributo estudado estar referenciado a um elemento com posição geográfica conhecida sobre a superfície terrestre, ou seja, com geo-referenciamento. Camara et al. (1999) afirmam que o SIG é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial.

A base de dados abrange também os dados do monitoramento da qualidade das águas do ribeirão Garcia, realizado pela Fundação Municipal do Meio Ambiente - FAEMA desde fevereiro de 1999 até novembro de 2005, em quatro pontos de coleta de água. Estes pontos, selecionados conforme o grau de interferência ambiental das atividades industriais, comerciais e domésticas encontrados nesta região, estão mapeados na figura 2 e relacionados a seguir:

- 1 - montante - rua Santa Maria, entrada da Mina da Prata (ponte);
- 2 - intermediário - rua Progresso em frente ao n°. 3451 (ponte pencil);
- 3 - intermediário - rua Capinzal ao lado do n°. 273 (ponte centenário); e
- 4 – foz - rua XV de Novembro (ponte Grande Hotel).

Conforme Zumach (2003) nestes quatro pontos de coleta são analisados parâmetros físicos, químicos e

biológicos, indicativos de poluição, e as amostras de água são coletadas mensalmente no período matutino, tanto em estação chuvosa como seca. Para a determinação da qualidade do curso de água são utilizados nove parâmetros: DBO, PH, Turbidez, Temperatura, Sólidos Sedimentáveis, Oxigênio Dissolvido, Coliformes Fecais, Nitrogênio e Fósforo. O objetivo do monitoramento da água é avaliá-la qualitativamente e gerar o IQA - Índice de Qualidade de Água.

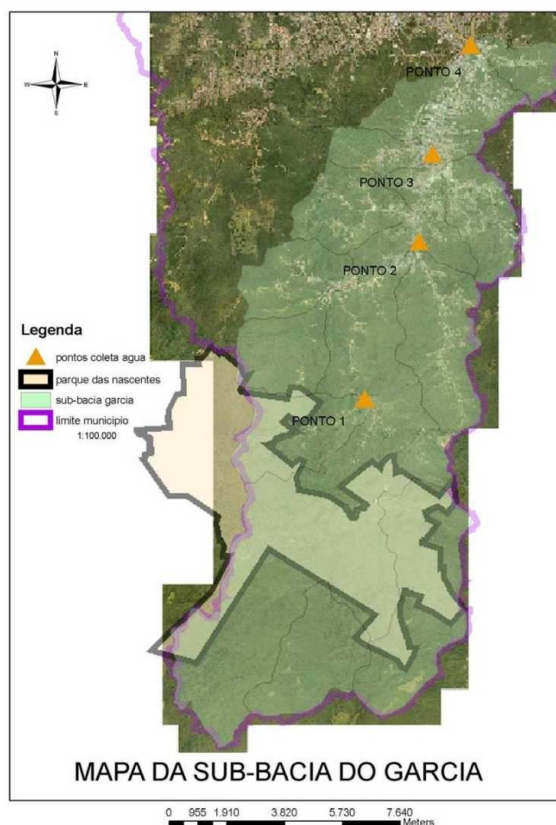


Figura 2 : A sub-bacia do ribeirão Garcia com quatro pontos de coleta de água (sul do município de Blumenau).

5 Diagnóstico Geoambiental

Atualmente esta região abrange o Distrito do "Grande Garcia", criado pela Lei Complementar nº. 251, de 17 de dezembro de 1999. Estão localizados nesta sub-bacia, os bairros Garcia, Progresso, Gloria, Valparaíso, Ribeirão Fresco e Vila Formosa, e parcialmente, os bairros Centro, Bom Retiro e Jardim Blumenau.

Apresenta uma situação heterogênea do ponto de vista sócio-econômico e abriga diferentes atividades econômicas; assenta-se em condições ambientais variadas, desde planícies fluviais até encostas de morro, ocorrendo tanto problemas localizados de alagamentos como de escorregamentos.

De acordo com Xavier (1996) do ponto de vista geomorfológico, esta sub-bacia está situada na unidade Serras do Tabuleiro, que se caracteriza por encostas íngremes e vales profundos, e pela passagem de cursos de água sinuosos, favorecendo os processos erosivos.

A topografia é bastante acidentada, apresentando grandes diferenças de altitude e declividade. O relevo da sub-bacia estudada é formado por ramificações da Serra do Itajaí, predominantemente acidentadas e com declividades médias superiores a 30%; e por planícies fluviais que correspondem às áreas planas situadas junto aos cursos de água, periodicamente inundadas.

Segundo Medeiros (1998) o clima é quente, úmido e chuvoso, sem estação seca. A temperatura apresenta uma variação média anual entre 16,1 e 27° C. A precipitação média anual é de 1450 mm e a umidade relativa do ar de 84,2 %.

Nas áreas predominantemente montanhosas, caracterizadas por um relevo com acentuados declives, existe uma boa cobertura vegetal natural (Mata Atlântica) concentrada em áreas da Fazenda Faxinal, do morro do Spitzkopf, da Artex e em extensas áreas de reflorestamento de pinus e eucaliptos, bem como, de recente reflorestamento com diversas espécies.

As principais atividades humanas encontradas na porção rural desta sub-bacia concentram-se na agricultura de subsistência, na pecuária, na piscicultura e no lazer.

Existem duas importantes unidades de conservação ambiental nesta sub-bacia, o Parque Nacional da Serra do Itajaí e o Parque Natural Municipal Nascentes do Garcia, conforme observado na figura 2. Este parque municipal está localizado em área rural e possui 5.350 ha. de cobertura de floresta Atlântica (Figura 3).

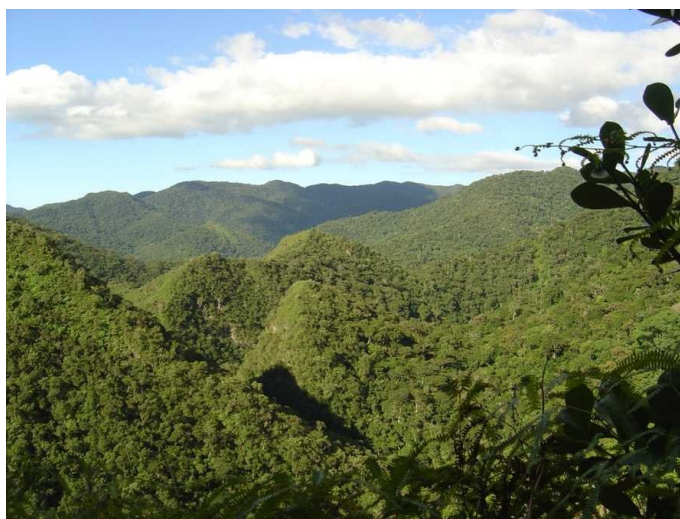


Figura 3 : Parque Natural Municipal Nascentes do Garcia (fonte Ipan).

Conforme Fernandes (2000) nas décadas de 70 e 80, o processo de urbanização e de industrialização do município, com grande concentração de capitais, transformou a cidade em pólo regional, e gerou grande fluxo migratório de mão de obra. Além disso, a consolidação do município como pólo industrial trouxe também o êxodo rural, e provocou o adensamento em áreas inundáveis, a expansão da área urbana em áreas sem infra-estrutura, e a ocupação de encostas suscetíveis à erosão, resultando na ocorrência de diversos deslizamentos trágicos na década de 90.

De acordo com o mesmo autor, a ocorrência de enchentes influenciou fortemente o uso do solo na sub-bacia estudada, provocando um processo de verticalização nas áreas atingidas, mesmo sem a infra-estrutura necessária, e muitas vezes a substituição do uso residencial pelo comercial. Segundo Vieira (1999) após enchentes catastróficas de 1983 e de 1984, a procura por áreas não inundáveis provocou também a ocupação de áreas periféricas, levando à formação de áreas semi-urbanas, áreas rurais com características urbanas, sem nenhuma infra-estrutura, onde se instalou principalmente a população de baixa renda.

A área urbana da sub-bacia ocupa aproximadamente 22,7 km² e a maior parte da população residente encontra-se na porção central do ribeirão em direção à foz, e é estimada em 45.000 habitantes, conforme o Censo IBGE/2000.

A excessiva ocupação antrópica nesta sub-bacia tem contribuído para a desfiguração da paisagem, expondo os terrenos de alta declividade a um processo contínuo de erosão, que se agrava após fortes e/ou contínuas precipitações pluviométricas.

Nesta sub-bacia existe uma Estação de Tratamento de Esgoto – ETE, instalada desde dezembro de 1997, abrangendo unicamente o bairro do Garcia. Conforme o Serviço Autônomo Municipal de Águas e Esgotos -

SAMAE a ETE está conectada a uma rede coletora de 30,8 km de extensão, ligando 1.294 economias.

Constatou-se ainda que entre os problemas urbanísticos e ambientais encontrados na área de estudo, destacam-se os inúmeros loteamentos e ocupações irregulares iniciados nas décadas de 80 e 90; e o aumento da ocupação de terrenos em áreas de risco de erosão e de deslizamento.

Conforme observado no Mapa Temático de Adequabilidade à Ocupação Urbana, o levantamento e mapeamento da ocupação urbana nesta área, apresentaram o seguinte resultado: áreas inadequadas à urbanização, tais como, encostas de maior declividade e fundos de vale sujeitos a inundação, estão sendo ocupados. Ali existem também áreas suscetíveis à erosão com ocupação urbana em área rural (observar polígonos das áreas de risco, áreas com ocupação irregular e áreas com deficiência de energia), sendo necessárias ações controladoras que impeçam o avanço destes processos de degradação e ocupação indiscriminadas (Figura 4).

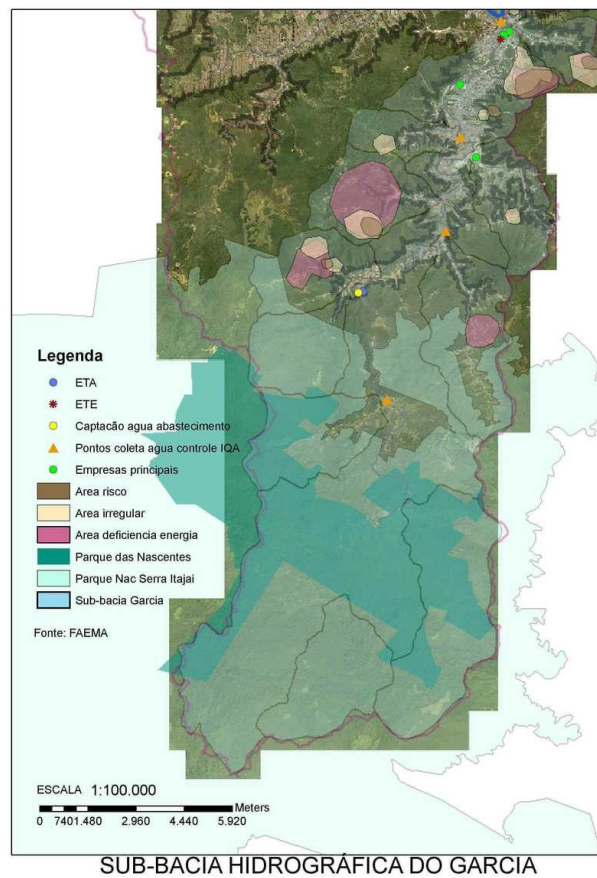


Figura 4 : Mapa de Adequabilidade à Ocupação Urbana.

Dessa maneira, constata-se que a ocupação do solo implementada no município, desconsiderando a declividade acentuada, impondo o desmatamento, a mutilação de encostas, a formação de aterros e a alteração de cursos de água, constituem-se nos condicionantes básicos para o agravamento dos fenômenos de escorregamentos e inundações existentes na sub-bacia estudada.

É importante considerar que nessas áreas de risco, que legalmente não poderiam ser ocupadas, habita grande parte da população desprovida de recursos econômicos. Assim, além da perda de elementos naturais importantes, que poderiam atribuir um ambiente mais agradável à população do entorno, existe a possibilidade dos riscos à saúde e à vida das pessoas devido à ocupação de áreas impróprias a habitação humana (Girardi, 2004).

6 Conclusões

Neste estudo, a partir da avaliação dos resultados de sete anos de monitoramento da qualidade da água do ribeirão Garcia, realizado pela FAEMA, foram encontrados valores de IQA acima do permitido na legislação ambiental, apresentando uma diminuição da qualidade da água, da montante para jusante, resultado em parte justificável pelo crescimento populacional e a falta de saneamento básico.

Portanto a ocupação antrópica e o conseqüente crescimento da demanda, levaram ao decréscimo das fontes de suprimento e a deterioração da qualidade da água, com o lançamento de efluentes industriais e esgotos domésticos in natura nos cursos de água.

Constatou-se também que os principais problemas ambientais da sub-bacia estudada são a poluição hídrica provocada por efluentes industriais e esgotos domésticos; e o assoreamento dos rios e ribeirões com sedimentos e lixo. Recomenda-se então que haja maior investimento em saneamento básico para manutenção e expansão do sistema já implantado e o desenvolvimento de um programa de tratamento de esgotos domésticos em todos os núcleos urbanos localizados nesta região, como forma de evitar lançamentos “in natura” desses resíduos e amenizar a situação ali encontrada. Também é urgente que o município estabeleça uma maior fiscalização através dos órgãos competentes, em residências e em outras atividades geradoras de resíduos, para que haja conexão à rede de esgotos existente, ligando as economias desta sub-bacia à Estação de Tratamento de Esgotos – ETE já implantada, atualmente operando com capacidade subutilizada.

É também fundamental:

- a implantação de novas Unidades de Conservação Ambiental;
- o controle da ocupação irregular de Áreas de Preservação Permanente – APP e áreas de risco;
- a implantação de ações para a drenagem urbana a fim de prevenir a ocorrência regular de enchentes;
- a implantação de programas de educação ambiental;
- a ampliação do sistema de coleta seletiva municipal; e
- a escolha de áreas para deposição e tratamento de lixo domiciliar.

Considera-se ainda que somente a conscientização da população e do poder público sobre a importância da preservação dos recursos hídricos, poderá evitar a continuidade da prática de poluição dos cursos de água, com lixo, detritos, efluentes industriais, detergentes e esgotos domésticos, que destroem todo o ecossistema, provocam o assoreamento dos rios e inviabilizam o uso das águas superficiais para o abastecimento.

O SIG da sub-bacia estudada possibilitou a reunião e integração, num mesmo referencial geográfico, de diversos planos de informações, permitindo o desenvolvimento de processos de análise das informações espaciais existentes e a caracterização deste espaço geográfico. Além disso, tornou viável a obtenção de novas informações através do cruzamento de dados espaciais (cartográficos) e alfanuméricos (tabulares). A partir da estruturação deste Sistema, constata-se a impossibilidade de compreender perfeitamente os fenômenos ambientais, sem analisar seus componentes e as relações entre eles, para aplicar uma visão integrada da questão ambiental.

Portanto as tecnologias de geoprocessamento permitiram a organização e estruturação da informação geográfica para a análise ambiental, constituindo-se na grande vantagem encontrada num SIG para a gestão urbana ambiental - a obtenção de dados integrados que possibilitam os mais diversos tipos de análises espaciais sobre a área de estudo.

7 Referências Bibliográficas

Camara, G, Davis, C. & Monteiro, A. M. V. *Fundamentos de Geoprocessamento.* <http://www.dpi.inpe.br/dpi/tutoriais/fundamentos/> 1999.

Calijuri, M. L. et al. *Ferramenta para o Gerenciamento de Bacias Hidrográficas Urbanas* In: Urbenviron 2005 International Congress on Environmental Planning and Management. Anais - CD-ROM. Brasília, DF, 2005.

Fernandes, G. M. O. *Estruturação de Sistema de Informações Geográfico-Ambiental da Sub-Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Velha Blumenau/SC.* Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis, 2000. 128 p.

Girardi, R. V. *Identificação de Áreas de Preservação e Conflitos de Ocupação do solo em Zonas Urbanas Utilizando a Tecnologia SIG.* In: COBRAC 2004 Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário Anais - CD-ROM. UFSC Florianópolis, SC, 2004.

Medeiros, M. G. L. de. *Caracterização Geral das Bacias Hidrográficas de Blumenau / SC.* Joinville, 1998. Monografia (Curso de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano e Ambiental) – Universidade da Região de Joinville.

Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. *Bacias Hidrográficas de Santa Catarina: diagnóstico geral.* Florianópolis - SC, 163 p.1997.

Rafaeli Neto, S. L., Da Silva Filho, J. B. *Sistemas de Informações Piloto para Gestão de Recursos Hídricos no Planalto Serrano de Santa Catarina.* In: COBRAC 2004 Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário Anais - CD-ROM. UFSC Florianópolis, SC, 2004.

Vieira, R. *Interpretação Integrada da Paisagem para Identificar a Qualidade Ambiental na Sub-bacia do Ribeirão Garcia – Blumenau/SC.* Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis, 1999. 173 p.

Wolsk, M. S. *Contribuição à Cartografia Geotécnica de Grandes Áreas com Uso de Sistema de Informações Geográficas: uma Aplicação à Região do Médio Uruguai/RS.* Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis, 1997. 93 p.

Xavier, F. F. *Caracterização Geotécnica do Município de Blumenau: Dados Preliminares.* 8º Congresso Brasileiro de Geologia Anais. Florianópolis. Volume 2, pg. 561-570. 1996.

Zumach, R. *Enquadramento de Curso de Água: Rio Itajaí-Açu e seus Principais Afluentes em Blumenau.* Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis, 2003. 133 p.