

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO PEIXE <sup>1</sup>

Eduarda de Magalhães Dias Frinhani<sup>2</sup>

José Carlos Azzolini<sup>3</sup>

Fabiano Nienov<sup>4</sup>

### INTRODUÇÃO

A região hidrográfica Vale do rio do Peixe, localizada no Oeste de Santa Catarina, integra a bacia do rio Uruguai. Com uma área de drenagem de 5.123 km<sup>2</sup> e uma vazão média de 110 m<sup>3</sup>/s, o Rio do Peixe nasce na Serra do Espigão (município de Calmon) e possui uma extensão de 290 km até a sua desembocadura junto ao rio Uruguai. Seus principais afluentes são os rios do Bugre, Quinze de Novembro, São Bento, Estreito, Tigre, Pato Roxo e Pinheiro, pela margem direita, e os rios Cerro Azul, das Pedras, Castelhana, Caçador, Bonito, Veado e Leão, pela margem esquerda. A bacia do rio do Peixe drena 22 municípios antes de desaguar no rio Uruguai. (FREITAS, 2002). Entre as cidades da bacia destacam-se Caçador, Videira, Tangará, Herval d' Oeste, Joaçaba, Luzerna, Capinzal, Ouro, Piratuba e Ipira.

O Rio do Peixe é o principal manancial de captação de água da região. No ano de 1980, a FATMA desenvolveu um projeto na bacia do Rio do Peixe, monitorando a qualidade da água, tendo com objetivo avaliar e desenvolver medidas de controle de poluição das águas do rio. Segundo Ruver et al (1990) 75% das atividades cadastradas na região eram causadoras de poluição. O rio recebia diariamente uma carga orgânica seis vezes superior à produzida por toda população local. Segundo o levantamento, nos anos 1980, 1984, e 1985 e 1989 foram constatadas as seguintes fontes de poluição: resíduos da suinocultura, esgotos sanitários, despejos industriais e usos excessivos de fertilizantes e agrotóxicos. A ocorrência desses tipos de poluição se explica pela presença de óleos, graxas, espumas, elevado número de coliformes fecais, altas concentrações de fosfato e nitrato, o elevado número de algas dominantes e pela presença de mercúrio no tecido muscular dos peixes.

O programa abordou três tipos de poluição de forma simultânea: controle da poluição industrial, controle da poluição urbana e controle da poluição rural. Ruver et al (1990) consideram que o programa obteve resultados positivos, obtendo 68,9% de redução de carga

---

<sup>1</sup> - Pesquisa financiada pela FAPESC e CT Hidro/ANA/CNPq, Projeto Rede Guarani/Serra Geral (Convênio FUNJAB/FAPESC 15.915/2007-8).

<sup>2</sup> Dra em Ciências Florestal. Professora Universidade do Oeste de Santa Catarina eduarda.frinhanni@unoesc.edu.br

<sup>3</sup> Ms em Engenharia de Produção. Professor da Universidade do Oeste de Santa Catarina jose.azzolini@unoesc.edu.br

<sup>4</sup> Ms em Engenharia Civil. Professor da Universidade do Oeste de Santa Catarina fabiano.nienov@unoesc.edu.br

orgânica, medida em Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). Vinte anos depois, observa-se que o uso múltiplo das águas da Bacia do Rio do Peixe continua sendo uma realidade. Entretanto, não mais se procedeu ao monitoramento sistemático da qualidade da água do rio do Peixe.

A qualidade das águas superficiais influencia na qualidade das águas subterrâneas. A Bacia do Rio do Peixe encontra-se em uma área densamente fraturada da formação Serra Geral, aquífero sobreposto ao Aquífero Guarani, reservas de água potável para a região Oeste.

Zanata e Coitinho (2002) consideram que as regiões aflorantes, na borda da formação Serra Geral, constituem áreas de alta vulnerabilidade à contaminação, necessitando de monitoramento e controle, especialmente evitando-se o estabelecimento de atividades com alto potencial poluidor, que utilizem pesticidas e herbicidas e certos efluentes industriais contendo elementos de alta persistência.

Visando a realização de pesquisas que integrem o monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas foi elaborado o Projeto Aquífero Guarani / Serra Geral. O projeto envolve várias instituições dos Estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul. Coube a UNOESC Joaçaba o monitoramento da qualidade das águas do rio do Peixe.

## **1 QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS**

A qualidade da água é definida por quais substâncias e em qual quantidade estão dissolvidas na água, sendo afetada pela biota, pelas formações geológica e geográfica do corpo d'água, pela cobertura vegetal da bacia de drenagem, pelo comportamento dos ecossistemas terrestres e também pela forma como outros recursos naturais são explorados, em particular o solo. Assim, os recursos hídricos apresentam elevada sensibilidade a flutuações climáticas, podendo vir a ser bastante impactados por diversas ações antrópicas e por mudanças climáticas (CHRISTOFODIS, 2006; NASCIMENTO e HELLER, 2005; TUCCI, HESPANHOL e NETTO, 2001)

Os padrões de qualidade da água variam para cada tipo de uso. Assim, os padrões de potabilidade são diferentes dos de balneabilidade, os quais, por sua vez, não são iguais aos estabelecidos para a água de irrigação ou destinada ao uso industrial.

Dentre os múltiplos usos da água doce, destacam-se aqueles empregados para abastecimento humano e industrial, higiene pessoal e doméstica, irrigação, geração de energia elétrica, navegação, preservação da flora e fauna, aquíicultura e recreação (BRAGA et al., 2005). Desses usos, o abastecimento humano é considerado prioritário.

Um modo de definir critérios ou condições a serem atendidos pelos mananciais é estabelecer uma classificação para as águas, em função dos seus usos. Os mananciais são enquadrados em classes, definindo-se, para cada uma, os usos a que se destina e os requisitos a serem observados.

Atualmente vigente, a resolução CONAMA 357 de 2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluente. As águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade. As águas doces, foco deste trabalho, são classificadas em classe especial, classes I, II, III e IV, tendo a classe especial usos mais exigentes.

Para o enquadramento dos rios nas respectivas classes, a resolução CONAMA 357/2005 considera cinco parâmetros físicos: oxigênio dissolvido, turbidez, pH, cor verdadeira e sólidos dissolvidos; mais de cinquenta compostos orgânicos, nos quais estão incluídos os agrotóxicos e mais de trinta compostos inorgânicos. Os parâmetros biológicos considerados são coliformes totais e termotolerantes e densidade de cianobactérias.

De acordo com a Resolução 357 (2005), as possíveis interações entre as substâncias e a presença de contaminantes não listados nesta resolução, passíveis de causar danos aos seres vivos, deverão ser investigadas utilizando-se ensaios ecotoxicológicos, toxicológicos, ou outros métodos cientificamente reconhecidos. (CONAMA, 2005)

Segundo Tucci, Hespanhol e Netto (2001) as ações do homem que mais podem influenciar a qualidade da água são: (a) lançamento de cargas nos sistemas hídricos; (b) alteração do uso do solo rural e urbano; (c) modificações no sistema fluvial.

Nascimento e Heller (2005) acreditam que a urbanização produz impactos distintos de natureza física, química e biológica sobre os meios receptores. Esses impactos repercutem sobre os usos da água, impondo restrições e riscos ou majorando custos ao abastecimento de água potável, à piscicultura, ao turismo e ao lazer, entre outros.

Os impactos físicos de maior monta estão relacionados com aumentos em volumes e velocidades de escoamento e com reduções de recarga de aquíferos decorrentes da impermeabilização de superfícies, canalizações de cursos d'água, entre outras ações. Os impactos de natureza física têm resultado em aumentos de frequência e gravidade de inundações, intensificação de processos erosivos com aumento da produção, transporte e deposição de sedimentos, mudanças de morfologia fluvial e impactos sobre os ecossistemas aquáticos.

Os lançamentos indevidos de esgotos sanitários e, em alguns casos, esgotos industriais, sem tratamento ou com tratamento insuficiente, nos sistemas de drenagem pluvial

ou diretamente nos meios receptores são responsáveis pelos impactos de natureza química e biológica, tais como: poluição visual por corpos flutuantes, poluição microbiológica de praias e lagos urbanos, efeitos crônicos e acumulativos como a eutrofização dos meios receptores ou sua contaminação por metais pesados, efeitos de choque de poluição, como os resultantes de depleção de oxigênio na água (NASCIMENTO e HELLER, 2005).

Tucci, Hespanhol e Netto (2001) consideram com uma das maiores preocupações em nível mundial a deterioração do solo rural devido ao uso intensivo e às práticas agrícolas que tendem a favorecer a perda da camada fértil do solo, com o conseqüente assoreamento de rios e lagos. Esses solos empobrecidos são, então, recuperados com adição de componentes químicos que poluem os rios.

Buss, Baptista e Nessimian (2003) consideram que o primeiro passo para a resolução dos problemas sócio-ambientais gerados pela má gestão dos recursos hídricos é o desenvolvimento de metodologias de diagnóstico eficientes.

Para uma boa caracterização da qualidade de água para definir padrões qualitativos, faz-se necessário realizar campanhas contínuas de amostragem e análises de diversos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos dos recursos hídricos, bem como de medições das vazões diárias dos rios. Esses serviços impõem custos elevados e são, normalmente, desenvolvidos somente em algumas bacias hidrográficas do país, embora sejam fundamentais para subsidiar os planos integrados das ações que fazem parte do processo de gestão.

Temos como exemplo o monitoramento da qualidade da água do Estado de São Paulo, realizado pela CETESB, que contempla 239 pontos de amostragem na rede. A CETESB adota o IAP - Índice de Qualidade de Água para fins de Abastecimento Público e o IVA - Índice de Proteção da Vida Aquática (<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/monitoramento.asp>). Acesso em: 22 set.2009).

De forma semelhante, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) e a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC) realizam o monitoramento da qualidade das águas superficiais do Estado de Minas Gerais. O Projeto denominado “Águas de Minas” adota o IQA – Índice de Qualidade das Águas, a CT – Contaminação por Tóxicos e os Testes Ecotoxicológicos como indicadores para refletir a situação ambiental dos corpos hídricos, representados por 256 estações de monitoramento distribuídos nas unidades de gerenciamento de recursos hídricos do Estado. (IGAM, 2008).

## 1.1 INDICADORES DE QUALIDADE DE ÁGUA

O IQA – índice de qualidade de água foi desenvolvido pela National Sanitation Foundation (NSF), dos Estados Unidos com o intuito de desenvolver um indicador que, por meio dos resultados das análises físicas, químicas e biológicas, pudesse fornecer ao público em geral um balizador da qualidade das águas de um corpo hídrico.

Definiu-se um conjunto de nove parâmetros e a cada qual foi atribuído um peso, de acordo com a sua importância relativa no cálculo do IQA, conforme Quadro 1, e traçadas curvas médias de variação da qualidade das águas em função da concentração do mesmo (REIS, 2007).

<b>Parâmetros</b>	<b>Pesos Relativos</b>
Oxigênio Dissolvido	0,17
Coliformes fecais	0,15
pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio	0,1
Fosfato total	0,1
Temperatura	0,1
Nitrogênio nitrato	0,1
Turbidez	0,08
Sólidos totais	0,08

Quadro 1: Parâmetros e pesos relativos do IQA-NSF.

Fonte: MINAS GERAIS (2005)

No cálculo original do IQA-NSF considera-se o nitrogênio nitrato. A CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) realizou uma adaptação desse índice para o nitrogênio total no Estado de São Paulo, uma vez que nesse caso os rios se mostram comprometidos por esgotos domésticos, que são ricos em outras formas de nitrogênio, tais como nitrogênio orgânico e o amoniacal. Sendo assim, utiliza-se a curva de nitrogênio, considerando o nitrogênio total.

A partir do cálculo do IQA, definem-se os níveis de qualidade do corpo d'água relacionando intervalo de variação do IQA de 0 a 100, qualificando a água de péssima a ótima. No Quadro 2 são apresentados os níveis de qualidade e a faixa de IQA adotadas pelo NSF e CETESB.

IQA-NSF		IQA-CETESB	
Nível de qualidade	Faixa	Nível de Qualidade	Faixa
Excelente	$90 < IQA \leq 100$	Ótima	80 – 100
Bom	$70 < IQA \leq 90$	Boa	52 – 79
Médio	$50 < IQA \leq 70$	Aceitável / regular	37 - 51
Ruim	$25 < IQA \leq 50$	Ruim	20 - 36
Muito ruim	$0 < IQA \leq 25$	Péssima	0 -19

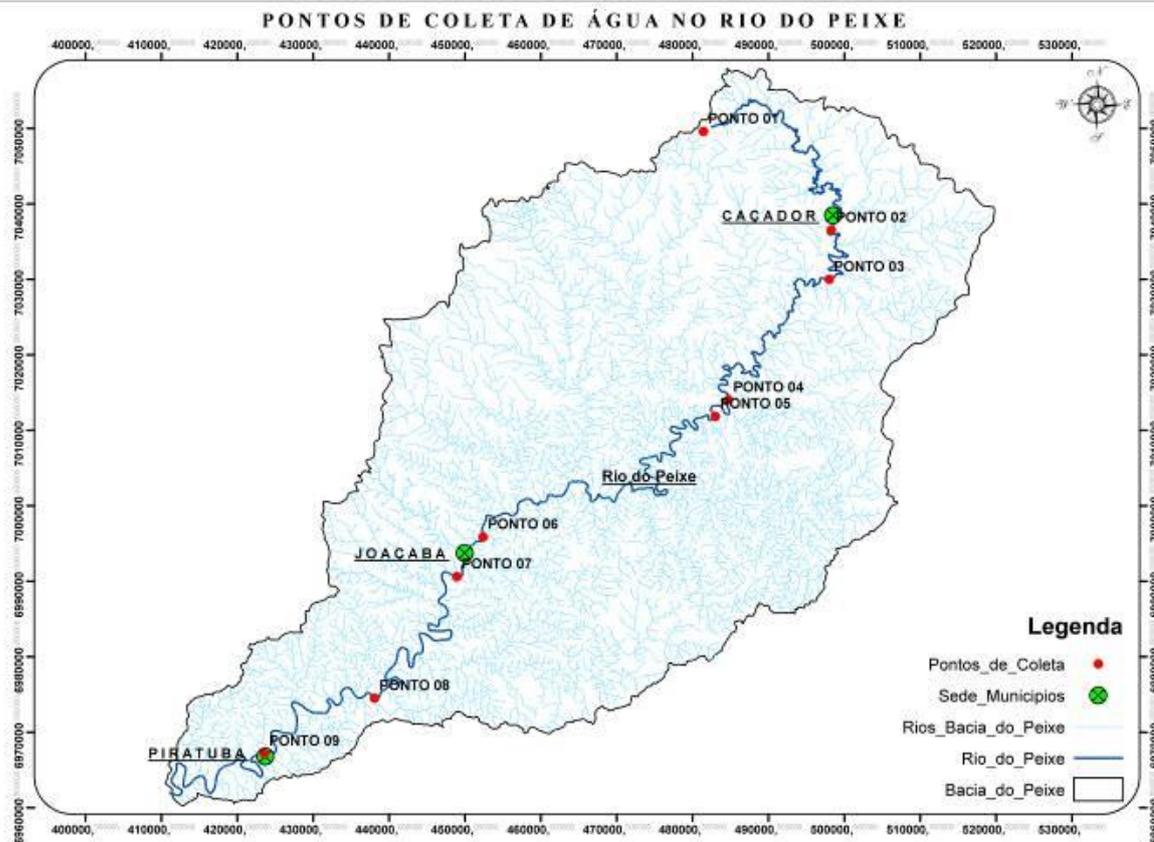
Quadro 2: Níveis de qualidade e faixas de IQA adotadas pelo NSF e CETESB

Fonte: MINAS GERAIS (2005) e ([www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp)).

As principais vantagens dos índices de qualidade de águas são a facilidade de comunicação com o público não técnico, o status maior do que os parâmetros individuais e o fato de representar uma média de diversas variáveis em um único número, combinando unidades de medidas diferentes em uma única unidade. ([www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp)). Acesso em: 22 set. 2009).

Elmiro et al (2005) considera que a limitação do IQA relaciona-se à perda na interpretação das variáveis individuais e da relação destas com as demais. Soma-se a isto o fato de que este índice foi desenvolvido visando avaliar o impacto dos esgotos domésticos nas águas utilizadas para abastecimento público, não representando efeitos originários de outras fontes poluentes.

Como uma das metas do Projeto de Pesquisa “Rede Guarani/Serra Geral” vem sendo realizado desde março de 2009 a coleta de água de nove pontos de amostragem no rio do Peixe (Mapa 1), com a finalidade de se determinar o IQA-NSF.



Mapa 1. Pontos de coleta de águas no Rio do Peixe.

Conforme descrição do mapa 1, o ponto 1 refere-se ao ponto de coleta na nascente do Rio. O ponto 2, refere-se ao a jusante do município de Caçador. Quanto ao ponto 3, este localiza-se a 20 Km do município de Caçador. O ponto 4 localiza-se a montante do município de Videira e o ponto 5 refere-se ao a jusante do município de Videira. Os pontos 6 e 7 referem-se ao montante e a jusante do município de Joaçaba, respectivamente. Os pontos 8 e 9 referem-se ao a jusante do município de Capinzal e ao montante do município de Piratuba, respectivamente.

As análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Saneamento e Águas da UNOESC campus de Joaçaba. Os resultados das quatro coletas realizadas entre os meses de março e setembro são apresentados no gráfico 1.

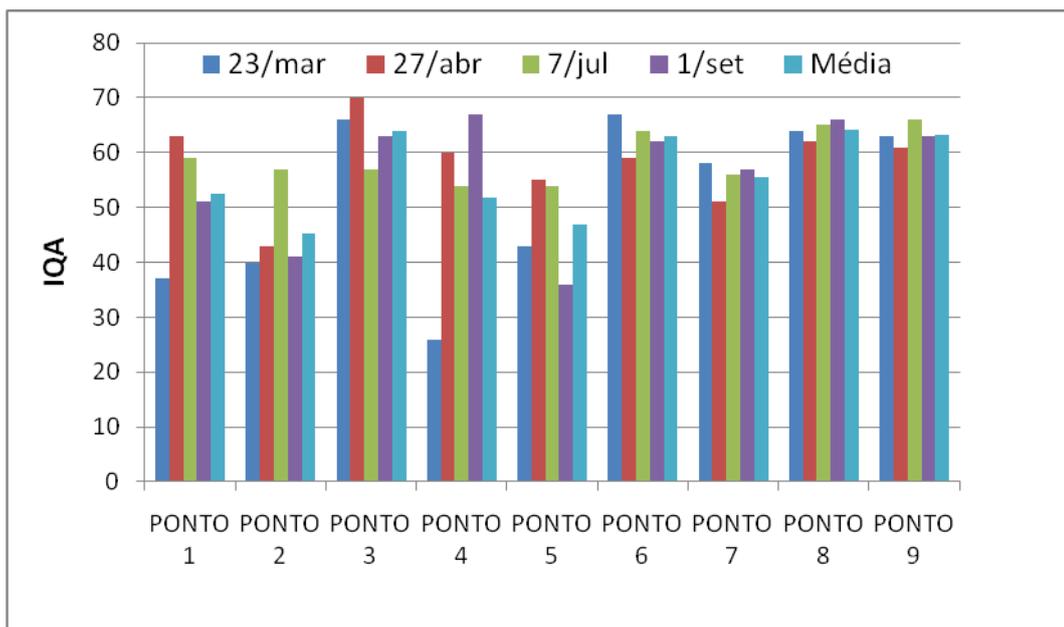


Gráfico 1. Valores médios de IQA-NSF e para as quatro campanhas realizadas nos nove pontos de amostragem do Rio do Peixe.

Os menores valores médios de IQA foram encontrados a jusante das cidades de Caçador (ponto 2) e Videira (ponto 5), sendo as águas classificadas como ruim nestes dois pontos. Nos demais pontos a qualidade das águas foi classificada como média.



Fotografia 1: Ponto 5 – a jusante do município de Videira.

O Rio do Peixe de acordo com a Portaria nº 0024/79 de 19/09/79, do Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral do Governo do Estado de Santa Catarina, está incluído na classe 2. A análise individual dos parâmetros analisados e comparação com a Resolução CONAMA 357 (2005) indicam que o teor médio de fósforo não atendeu aos padrões estabelecidos em nenhum dos pontos amostrados.

Com exceção do ponto 3 (20 km a jusante de Caçador) todos os demais apresentaram concentração média de coliformes termotolerantes acima do recomendado pela Resolução CONAMA 357 e Decreto Estadual 14.250 (1981).

Segundo CETESB (2008) o fósforo aparece em águas naturais devido principalmente às descargas de esgotos sanitários. Nestes, os detergentes superfosfatados empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais.

Ainda segundo a CETESB (2008), bactérias coliformes termotolerantes estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratífóide, desintéria bacilar e cólera.

Dos municípios localizados as margens do rio do Peixe somente Herval D'Oeste, Joaçaba e Luzerna contam com tratamento de cerca de 44% do esgoto doméstico coletado nos três municípios.

Os resultados apresentados são preliminares e não devem ser tomados como definitivos. Mais seis campanhas de amostragem estão previstas dentro do Projeto Aquífero Guarani/Serra Geral, o que possibilitará uma análise do rio nas diferentes estações do ano.

Metcalf (1989) apud Buss, Baptista e Nessimian (2003) consideram que o uso das respostas biológicas como indicadores de degradação ambiental é vantajoso em relação às medidas físicas e químicas da água, pois estas registram apenas o momento em que foram coletadas, como uma fotografia do rio, necessitando assim de um grande número de análises para a realização de um monitoramento temporal eficiente.

Buss, Baptista e Nessimian (2003) defendem que mesmo em casos de lançamentos contínuos dentro das normas estabelecidas por lei, o uso da biota aquática é uma importante ferramenta na avaliação da qualidade da água. Isso se deve a um processo natural denominado biomagnificação, que é a transmissão de compostos que não são metabolizados ou excretados pelos organismos para o nível superior da cadeia trófica. Em alguns casos esses compostos podem ser tóxicos se acumulados, como no caso de metais pesados e de pesticidas organoclorados.

Portanto, mesmo estando dentro das normas legais de lançamento, esses efluentes podem estar degradando as inter-relações biológicas, extinguindo espécies e gerando problemas de qualidade de vida para as populações que utilizam aquele recurso.

## **1.2 QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

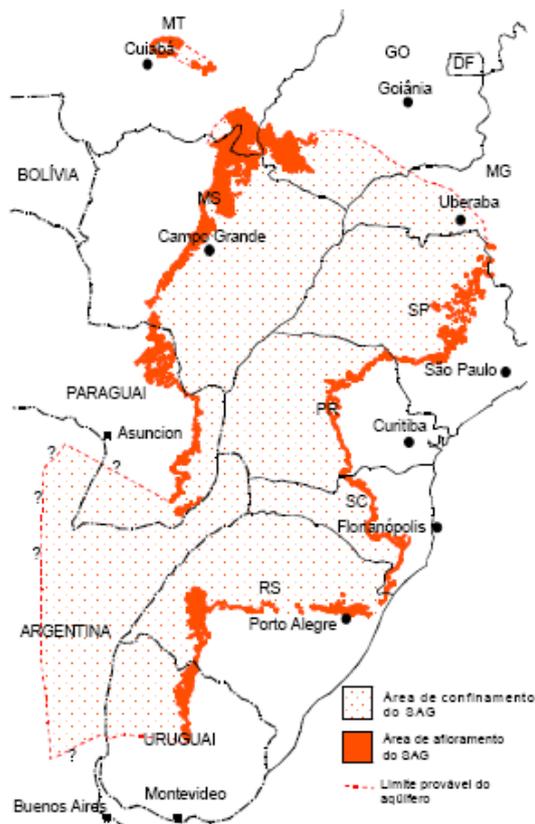
De acordo com Freitas (2002), a degradação das águas superficiais e as freqüentes estiagens ocorridas nos últimos anos na região Oeste de Santa Catarina deram início a uma crescente corrida em busca das águas subterrâneas.

Segundo Tucci, Hespanhol e Netto (2001) os recursos hídricos subterrâneos em uma determinada região dependem da recarga do aquífero, que é função do balanço hídrico e da capacidade do aquífero em armazenar água e em regularizar os períodos de estiagens dos rios. O desmatamento, as práticas agrícolas intensas e a conseqüente compactação do solo, alteram as relações de escoamento superficial e infiltração prejudicando a recarga dos aquíferos. (FREITAS, 2002).

Entre 1998 e 2002, como parte dos objetivos do PROESC – Projeto Oeste de Santa Catarina foram cadastrados 2.729 poços tubulares, 101 captações de fontes e 12 poços escavados, totalizando 2839 pontos d' água. O estudo abrangeu uma área continental de 22.500 km<sup>2</sup> (23,56% da superfície territorial do Estado), escolhida em função da maior carência de água potável, englobando as regiões hidrográficas do Extremo Oeste, Meio Oeste e a parte baixa da região do Vale do Rio do Peixe (FREITAS, 2002).

## **2 SISTEMA AQUIFERO GUARANI (SAG)**

No Estado de Santa Catarina o sistema Aquífero Guarani (SAG) surge como uma importante alternativa de abastecimento público, especialmente nas cidades de médio porte do meio-oeste e oeste catarinense (Mapa 02). Formado pelos arenitos das formações Botucatu e Pirambóia, distribui-se numa área de aproximadamente 49.200 Km<sup>2</sup> de um total de 1.600.000 km<sup>2</sup>, e encontra-se recoberto, em quase toda sua extensão, por rochas da Formação Serra Geral, o que o torna pouco vulnerável à contaminação. (ZANATTA e COITINHO, 2005; BORGUETTI; BORGUETTI; FILHO, 2004)



Mapa 02: Área de ocorrência do Sistema Aquífero Guarani

Fonte: HINDI (2007)

Na região Oeste de SC, o aquífero Guarani ocorre em profundidades que variam de cerca de 360 m, registrada no poço profundo de Itá, a 1.267 m, no poço profundo em São João do Oeste. Dos 2.729 poços tubulares cadastrados pelo PROESC, apenas 10 poços de água atingiram o Aquífero Guarani com profundidades que variam entre 511,40 e 1410,0 metros, sendo que 7 estavam em funcionamento. (FREITAS, 2002, p. 64).

Zanata e Coitinho (2002) consideram que a espessura do Aquífero Guarani é variável, desde ausente, em Treze Tílias, até 200 metros em São Miguel do Oeste.

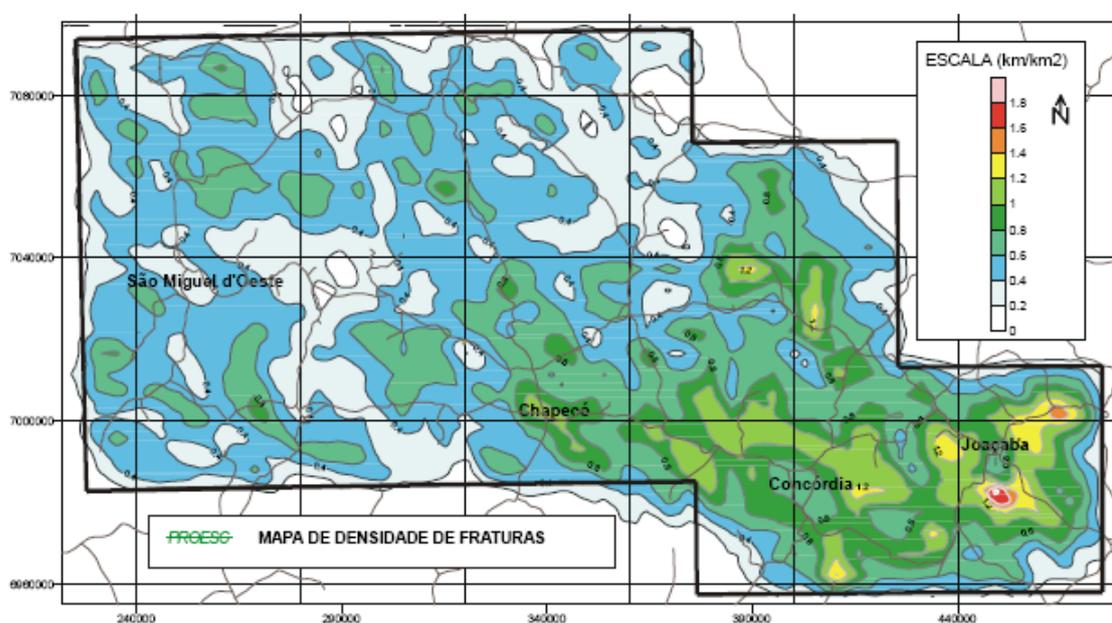
Já de acordo com Freitas (2002), a espessura do Aquífero Guarani atinge valores da ordem de 450 metros. Localmente os arenitos correlacionados com a Formação Botucatu, apresentam espessuras muito reduzidas, como no município de São João D'Oeste, onde alcançam tão somente 8 metros. Já no município de Galvão todo o conjunto aquífero soma cerca de 502 metros. O valor médio obtido dos dados conhecidos indica valores de espessura da ordem de 164 metros.

Na região oeste de Santa Catarina o Aquífero Guarani encontra-se totalmente coberto por rochas originadas pela solidificação das lavas basálticas da Formação Serra Geral, comportando-se em toda sua extensão como um aquífero confinado (FREITAS, 2002).

Segundo Zanata e Coitinho (2002) a recarga natural do SAG ocorre segundo dois mecanismos: por meio de infiltração das águas de chuva nas áreas de afloramentos e, de forma retardada, em parte da área de confinamento, por filtração vertical (drenança), ao longo de descontinuidades das rochas do pacote confinante.

Pequenas faixas aflorantes, na borda da Serra Geral, constituem áreas de alta vulnerabilidade à contaminação, necessitando de monitoramento e controle, especialmente evitando-se o estabelecimento de atividades com alto potencial poluidor, que utilizem pesticidas e herbicidas e certos efluentes industriais contendo elementos de alta persistência. (ZANATTA e COITINHO, 2005)

No Mapa 03 verifica-se que as áreas mais densamente fraturadas encontram-se na Bacia do Rio do Peixe, mais precisamente na Barra Fria (Campos Novos), Ibicaré, Linha Santa Helena em Joaçaba, Alto Bela Vista; e no vale do Rio Jacutinga a norte de Concórdia, no limite dos municípios de Irani e Ponte Serrada e em Passos Maia (FREITAS, 2002).



Mapa 03: Mapa de densidade de fraturas. As cores “quentes” indicam áreas mais fraturadas. Fonte: FREITAS, M. A., Org., 2002.

Na área de abrangência do PROESC, os poços apresentam águas com temperaturas entre 28° C (poço ITÁ-06-CPRM) e 54° C (topo da Formação Botucatu no poço 2-AI-01-SC de Abelardo Luz), com média de 39,8° C. Os balneários mais conhecidos, e de maior importância da região Oeste, são: o Balneário de Piratuba e o da Estância das Águas Quentes, em Chapecó, onde a água é extraída do Aquífero Guarani e atinge temperaturas de até 42° C; Águas de Pratas em São Carlos, Ilha Redonda em Palmitos, Águas de Chapecó e Quilombo,

cujas águas atingem em média 38 °C, são captadas no Aquífero Fraturado Serra Geral e estão relacionadas com fraturas profundas (FREITAS, M. A., Org., 2002, pg 15).

Zanata e Coitinho (2002) discorrem que o SAG está saturado por água doce de boa potabilidade. Localmente pode ocorrer alteração na potabilidade, basicamente, devido ao aumento da salinidade e/ou do conteúdo de flúor. Porém, segundo Borguetti, Borguetti e Filho (2004), nas áreas de maior confinamento, as águas do Guarani não são, sem tratamento, adequadas ao consumo humano devido ao alto teor de sólidos totais dissolvidos, bem como uma elevada concentração de sulfatos e presença de flúor acima dos níveis recomendáveis.

Zanata e Coitinho (2002) também constataram um aumento da condutividade específica das águas do Aquífero Guarani em direção ao oeste do Estado de SC, isto é, em direção ao centro da bacia, onde o grau de confinamento aumenta. O pH está entre 6 e 8 (pouco ácidas a levemente alcalinas). Em profundidades maiores as águas tornam-se alcalinas. Nas áreas onde ocorre a pouca profundidade a salinidade apresenta-se baixa. Nas porções onde a profundidade é maior, a salinidade traduzida em termos de sólidos totais dissolvidos é alta, chegando a valores em torno de 800 mg.L<sup>-1</sup>. Mesmo assim, a maioria das amostras está dentro do padrão de potabilidade da Portaria 518 do Ministério da Saúde (2004). Todas as amostras apresentaram flúor, valor que não ultrapassou a 0,8 mg.L<sup>-1</sup>, dentro do padrão de potabilidade.

## **2.1 SISTEMA AQUÍFERO SERRA GERAL (SASG)**

O aquífero mais utilizado e mais importante para a região Oeste, devido a sua acessibilidade e baixo custo de captação, é o Aquífero Fraturado Serra Geral, que supre satisfatoriamente as comunidades rurais, indústrias e até sedes de pequenos municípios. (ZANATA e COITNHO, 2002; FREITAS, 2002).

A profundidade dos poços tubulares que captam água do Aquífero Fraturado Serra Geral varia entre 24,00 e 310,00 m e média de 117 metros e vazão média de 7,7 m<sup>3</sup>/h (FREITAS, 2002). Os poços nessa formação são de vazões variáveis, podendo chegar, localmente, a mais de 100 m<sup>3</sup>/h. (ZANATA e COITNHO, 2002).

De acordo com Rebouças (1978 apud ROSA FILHO, 2006b) o Sistema Aquífero Serra Geral (SASG) devido às suas características litológicas não possui porosidade e permeabilidade primárias importantes para o armazenamento de volumes significativos de água. O armazenamento e a circulação da água ocorrem segundo as descontinuidades físicas

da rocha (juntas, falhas geológicas e superfícies interderrames), constituindo-se em um meio heterogêneo e anisotrópico.

Os resultados de 183 análises físico-químicas de águas subterrâneas durante a execução do PROESC indicaram que um pequeno número de poços e fontes apresentou problemas relacionados com a potabilidade e para o uso industrial.

Portela Filho (2005) em seu estudo sobre a conectividade do SASG com o SAG na região central do arco de Ponta Grossa – PR faz a seguinte observação:

A avaliação de dados hidroquímicos provenientes de poços completados na Formação Serra Geral, revelou que, por vezes, a composição resultante não reflete as características esperadas para estas rochas. Tais variações implicam na mistura com águas de outros aquíferos sotopostos conforme demonstrado por Bittencourt (1978), Fraga (1986,1992), Rosa Filho *et al.* (1987) e Bittencourt *et al.* (2003), sugerindo que o Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), além de seu caráter de barreira hidráulica do Sistema Aquífero Guarani (SAG), deva ser tratado em conjunto com o SAG, em conformidade à provável conexão hidráulica e ao caráter de similaridade de alguns padrões de fluxo.

De acordo com Rosa Filho (2006a), a influência mais nítida do SAG sobre o SASG no Estado do Paraná ocorre nos poços igualmente penetrantes apenas no SASG, mas que apresentam sólidos totais dissolvidos (STD) entre 1.000 e 2.000 mg.L<sup>-1</sup>, com teores de cloreto e sulfato acima de bicarbonato, bem como com predominância do sódio sobre o cálcio. As concentrações de fluoreto variam de 5,4 a 7,35 mg.L<sup>-1</sup>, sendo que os sólidos totais dissolvidos (STD) apresentam teores entre 1.650 a 2.208 mg.L<sup>-1</sup>, os valores do pH situam-se entre 8,14 a 8,70 e a temperatura da água atinge valores entre 38 a 41 °C.

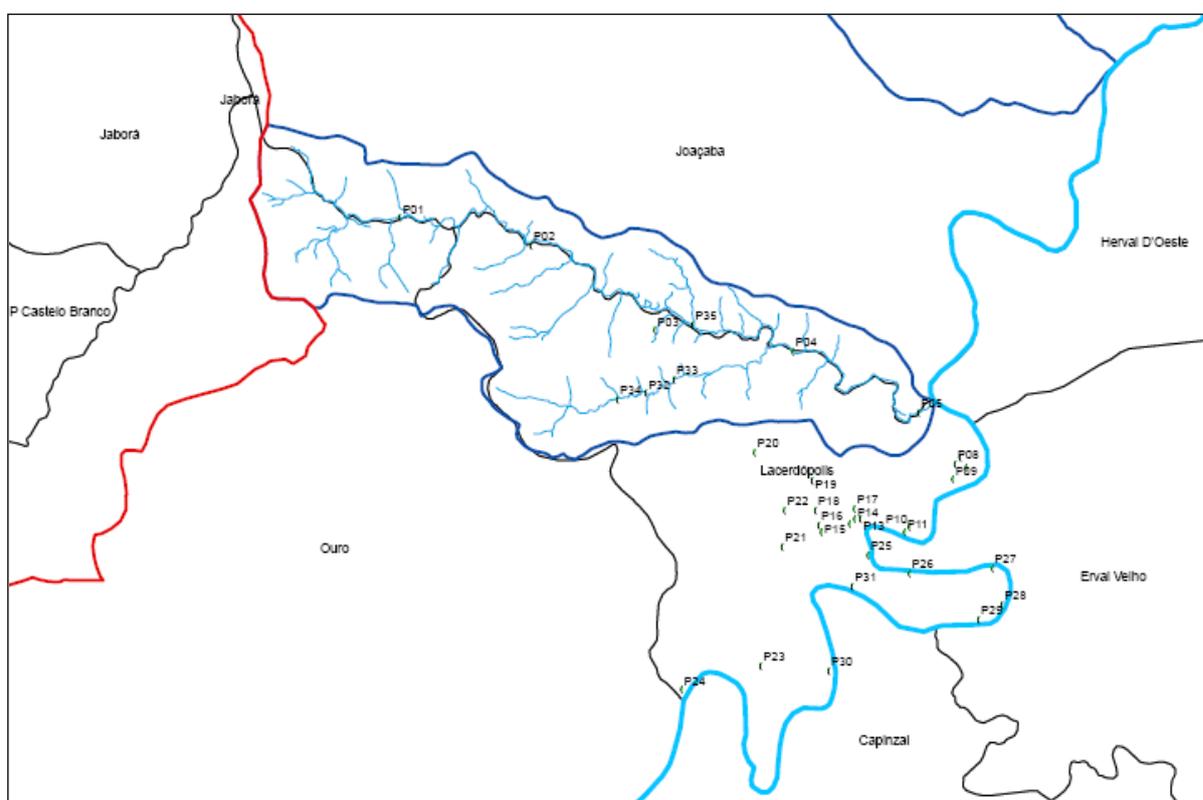
As águas coletadas nos poços penetrantes apenas no SASG, sem forte influência do SAG, são do tipo bicarbonatadas cálcicas, onde os STD variam de 161 a 176 mg.L<sup>-1</sup>, predominando o cálcio sobre o sódio, sendo o pH máximo igual a 7,89 e o conteúdo de fluoreto é inferior a 0,1 mg.L<sup>-1</sup>. Esses poços apresentam profundidades inferiores a 180 m, mas a temperatura da água, em vez de se situarem na faixa de 21 a 22 °C, apresentam valores de até 28°C; essas temperaturas mostram que existe uma influência, mesmo que não tão significativas, do SAG sobre o SASG, resultando numa água do tipo mista (ROSA FILHO, 2006a).

FREITAS (2002) também encontrou as mesmas características citadas por Rosa e Filho (2006a) nos 183 poços analisados na região Oeste de Santa Catarina. As águas do Aquífero Guarani na área, apesar de possuírem baixos teores de flúor, apresentam restrições a

potabilidade, principalmente no tocante ao conteúdo de sólidos totais dissolvidos. Suas águas geralmente muito salinas e fortemente sódicas também são inadequadas para a irrigação.

Também como parte do projeto Aquífero Guarani/Serra Geral foram analisadas amostras de água de 35 poços tubulares localizados no município de Lacerdópolis – SC, no período de maio a setembro de 2008 (Mapa 4). O município de Lacerdópolis está localizado na bacia do rio do Peixe e tem sua economia baseada na agropecuária, com destaque para a criação de suínos e de aves e para as lavouras de milho. Observou-se que cerca de 71% dos poços são utilizados para dessedentação animal: avicultura, suinocultura e pecuária; 40% para abastecimento humano e 11% para agricultura.

Os poços apresentaram profundidade média de 156m, com mínima de 48 m e máxima de 498 m. De acordo com Freitas (2002), na região de Joaçaba a profundidade estimada para poços perfurados no Aquífero Guarani esta entre 400 e 600m. Quatro dos poços estudados apresentaram profundidades entre 414 e 498m, que podem ter atingido o aquífero Guarani.



Mapa 4 – localização dos poços no município de Lacerdópolis.

Em relação ao aspecto construtivo dos poços analisados, constatou-se a falta de um sistema de proteção e limpeza da área ao redor do poço, que muitas vezes está localizado em área de lavouras ou pastagens (Fotografia 2) próximas a despejos de dejetos de suínos e aves, ou em locais encobertos pela vegetação. Poucos foram os poços cadastrados que apresentaram adequada proteção com cerca de arame.



Fotografia 2: Poço localizado próximo a um rio e em área de lavoura.

De acordo com FREITAS (2002), para todos os poços, e principalmente para aqueles construídos em áreas de vulnerabilidade, como as de afloramento de basalto muito fraturado, deve existir uma área delimitada em sua volta, sempre que possível com raio de 10m, definido como perímetro de proteção do poço. Nesta área deve ser proibido qualquer tipo de atividade, armazenagem, manipulação ou aplicação perigosa que possa causar contaminação da água subterrânea.

As análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Saneamento e Águas e os seguintes parâmetros foram determinados: temperatura, pH, turbidez, condutividade, sólidos totais dissolvidos (STD), alcalinidade, cálcio, ferro, cloreto, sulfato, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, coliformes totais e termotolerantes.

Constatou-se que as águas apresentaram pH médio de 7,9. O pH e o teor de flúor foi superior ao recomendado pela Portaria 518 do Ministério da Saúde (2004) para amostra de água de 4 poços. Cinco poços apresentaram teor de ferro superior ao recomendado.

O teor máximo de nitrato determinado foi  $5,28 \text{ mgNO}_3\text{-N.L}^{-1}$ . Com teores médios de sulfato na ordem de  $20,94 \text{ mgSO}_4\text{-L}^{-1}$  e cloreto  $11,56 \text{ mgCl.L}^{-1}$ . O valor médio de sólidos totais dissolvidos (STD) foi  $219 \text{ mg.L}^{-1}$ .

Dos poços analisados, 86% apresentaram águas predominantemente bicarbonatadas, com teor médio de bicarbonato de  $130,49 \text{ mg.L}^{-1}$ . Somente 4 poços apresentaram água predominantemente carbonatadas, com valores médios na ordem de  $100,65 \text{ mg.L}^{-1}$ .

Contaminações por coliformes totais e termolerantes foram detectadas em dois dos poços analisados.

Conforme Nanni (2006), a ocorrência de teores de flúor (F) impróprios ao consumo humano em águas exploradas do Sistema Aquífero Serra Geral (SASG) têm causado uma intensa discussão quanto a sua origem e distribuição no aquífero. O aparecimento de teores anômalos em algumas regiões do Rio Grande do sul vem causando sérios problemas de saúde pública e dispêndio de finanças públicas na busca de alternativas para o abastecimento das comunidades, sobretudo rurais.

Os resultados encontrados no município de Lacerdópolis vão de encontro com o exposto por Freitas (2002):

Do ponto de vista físico-químico e químico, as águas captadas dos poços nos aquíferos fraturados apresentam boa qualidade, no entanto merecem maiores cuidados quanto a sua preservação. Apesar das condições ambientais adversas a que os aquíferos fraturados estão sujeitos na região, os problemas relacionados com contaminação deste recurso hídrico ainda são muito incipientes e localizados, geralmente relacionados a poços mal construídos ou abandonados.

Para confirmação da influência do Sistema Aquífero Guarani no Sistema Aquífero Serra Geral são necessárias outras análises físico-químicas, como a determinação de sódio, potássio e manganês.

## REFERENCIAS

BORGHETTI, Nadia Rita Boscardin; BORGHETTI, José Roberto; ROSA FILHO, Ernani Francisco da. **Aquífero guarani: a verdadeira integração dos países do Mercosul**. Curitiba, PR: s.n., 2004. 214 p.

BRAGA, Benedito, et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2ª Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 318p.

BRASIL. Decreto Estadual n 14.250, de 05 de junho de 1981. Regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes à proteção e a melhoria da qualidade ambiental. D.O.E. - **Diário Oficial do Estado**, Santa Catarina, SC, 09 jun.1981.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, v. 141, n. 59, p.266, 26 mar. 2004. Seção 1.

BUSS, Daniel Forsin Buss; BAPTISTA, Darcílio Fernando; NESSIMIAN, Jorge Luiz. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.19, n.2, p.465-473, mar/abr, 2003.

CETESB. **Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental**. <Disponível em [www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp)>. Acesso em 03 de out. 2009.

CETESB. **Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental**. Apêndice A - Significado Ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. In: Relatório de Qualidade das águas no Estado de São Paulo, 41p, 2008.

CHRISTOFIDIS, Marina. **O enquadramento participativo de corpos d'água como um instrumento de gestão de recursos hídricos com aplicação na bacia do rio Cubatão Sul – SC**. 2006. 180p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso em: 6 de ago. 2009.

ELMIRO, Marcos Antônio Timbó et al. **Análise da Redução do Índice de Qualidade da Água (IQA) Utilizando Ambientes de Geoprocessamento**, In:XXII Congresso Brasileiro de Cartografia, 2005, Macaé, RJ. Anais... SBC, 9p. Set.2005.

FATMA – Fundação do Meio Ambiente. **Levantamento Preliminar da Qualidade das Águas no Rio do Peixe**. Florianópolis, 1980. 207 p.

FREITAS, Marcos Alexandre de (Org). **Diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos do oeste do Estado de Santa Catarina - Projeto Oeste de Santa Catarina**. Organizado por Marcos A. de Freitas; Bráulio R. Caye; José L. F. Machado. Porto Alegre: CPRM/SDM-SC/SDA-SC/EPAGRI. 2002. 110 p.

HINDI, Eduardo Chemas. **Hidroquímica e hidrotermalismo do Sistema Aquífero Guarani no Estado do Paraná**. 2007. 156p. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental) - Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **IGAM**. Monitoramento da qualidade das águas superficiais na bacia do Rio Doce em 2007 - Relatório Anual. Belo Horizonte: 2008. Xp.

MAGALHÃES, Paulo Canedo de. Cap. 01 - A Água no Brasil e os instrumentos de gestão e o setor mineral. Tendências tecnológicas do Brasil 2015 – Geociências e Tecnologias Mineraias, 2007. 380p. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007.

MINAS GERAIS, **Sistema de cálculo da qualidade da água**. Estabelecimento das Equações do índice de Qualidade das Águas (IQA). Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais – SEMAD: Programa Nacional do Meio ambiente – PNMA II Subcomponente Monitoramento da Qualidade da Água, junho 2005.

NANNI, Arthur Schmidt. O Flúor em águas subterrâneas do Sistema Aquífero Serra Geral no Rio Grande do Sul: origem e condicionamento geológico. In: SEMANA ACADÊMICA DOS ALUNOS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS, 1. 2006, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: UFRGS, 2006. p. 101-104.

NASCIMENTO, Nilo de Oliveira; Léo HELLER. Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento. **Eng. sanit. ambient.** vol.10, n 1, p.36-48, jan/mar 2005.

PORTELA FILHO, Carlos Vieira et al. Compartimentação magnética-estrutural do sistema aquífero Serra Geral e sua conectividade com o sistema Aquífero Guarani na região Central do arco de Ponta Grossa (Bacia do Paraná). **Revista Brasileira de Geociências.** v.35, n.3, p.369-381, set. 2005.

REIS, Fabio Martins dos, **Cálculo do Índice de Qualidade de Águas – IQA**, SBRT: Serviço Brasileiro de Resposta técnica, CETEC, 2007.

ROSA FILHO, Ernani Francisco da et al. Estudos sobre as condicionantes estruturais e as tipologias das águas do Sistema Aquífero Guarani no extremo oeste do Estado do Paraná. **Águas Subterrâneas**, v.20, n.2, p.39-48, 2006<sup>a</sup>.

ROSA FILHO, Ernani Francisco da et al. A importância do Sistema Aquífero Serra Geral para a cultura da soja no Estado do Paraná. **Águas Subterrâneas**, v.20, n.2, p.49-56, 2006<sup>b</sup>.

ROSA FILHO, Ernani Francisco da et al. Caracterização Hidroquímica do Aquífero Guarani na Porção Centro-Norte do Estado do Paraná, Brasil. **Rev. Águas Subterrâneas**, v. 19, n. 1, p. 87-94, 2005.

RUVER, Heliete Rocha dos Santos et al. **POLUIÇÃO INDUSTRIAL: Considerações sobre a atuação da FATMA no Projeto “RIO DO PEIXE”**: 1990. Trabalho de Pós-graduação em Sociologia Política (Disciplina Modelos de Desenvolvimento Alternativo) Universidade Federal de Santa Catarina, 1990.

TUCCI, Carlos E. M., HESPANHOL, Ivanild e NETTO, Oscar de M. Cordeiro. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001, 156p.

ZANATTA, Lauro César; COITINHO, João Batista Lins Coitinho. A utilização de poços profundos no aquífero Guarani para abastecimento público em Santa Catarina. **In: XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2002, Florianópolis: ABAS.** <Disponível em: <[www.aquiferguarani.ufsc.br/artigos/zanatta.pdf](http://www.aquiferguarani.ufsc.br/artigos/zanatta.pdf)> Acesso em: 28 ago. 2008.