

Título: A crise da água em um contexto local: análise do sistema de abastecimento público de Sarandi, Pr

Elaine Aparecida Rodrigues
IPEN/USP – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Pós-graduação em Perícia e Auditoria Ambiental
Rua Inácio de Araújo, 20, bl 04 – apto 43 – CEP 03053010 – São Paulo-SP
e-mail: elainearodrigues@globocom.com

Antonio Carlos Saraiva da Costa Ph.D.
Universidade Estadual de Maringá
Coordenador da pós-graduação em Agronomia
Departamento de Agronomia
Av. Colombo, 5790 – CEP 87020-900 - Maringá-Pr
e-mail: acscosta@uem.br

SUMÁRIO

- 1 O MUNICÍPIO DE SARANDI: CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO
- 2 A UTILIZAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA EM SARANDI
 - 2.1 A vulnerabilidade natural do Aquífero Serra Geral
 - 2.2 Risco de poluição da água subterrânea
 - 2.3 Avaliação da alteração da qualidade hídrica
- CONSIDERAÇÕES FINAIS
- BIBLIOGRAFIA

RESUMO

O recurso hídrico é essencial para a manutenção dos ecossistemas e para o desenvolvimento econômico e social das atividades humanas, todavia, em geral as gestões municipais pouco ou quase nada têm feito para racionalizar o uso da água. Em Sarandi, no estado do Paraná, a contaminação das águas subterrâneas que abastecem o município constitui um risco futuro generalizado, pois a ocupação da cidade deu-se de forma totalmente desordenada, exercendo demasiada pressão sobre o meio ambiente natural. O objetivo do estudo é analisar o risco de contaminação das águas subterrâneas frente as atividades antrópicas. Devido ao intenso processo de urbanização observa-se o incremento significativo da quantidade de resíduos deslocados e descarregados no meio ambiente tornando-se vetores de contaminação das águas superficiais e subterrâneas. Para atingir os objetivos propostos, foram feitas visitas técnicas *in loco*, essenciais na diagnose dos riscos de contaminação; destaca-se, ainda, o mapeamento da vulnerabilidade natural do aquífero, locação e caracterização dos poços responsáveis pelo abastecimento público e a coleta de amostras de água para análises físico-químicas e bacteriológicas. Conclui-se que, em Sarandi, a prática da gestão ambiental apresenta pouca eficiência, deixando muito a desejar quanto ao uso racional dos recursos naturais e a gestão sustentável sobre tudo em relação ao recurso hídrico. Embora os resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas estejam dentro dos padrões de referência, sua variabilidade serve como alerta, indicando a necessidade de comprovar a tendência de contaminação, avaliar suas causas e providenciar medidas de controle e proteção desses poços de abastecimento público, preservando, ao mesmo tempo, o potencial hídrico da região.

PALAVRAS-CHAVE: 1. Abastecimento público. 2. Gestão ambiental. 3. Qualidade de vida. 4. Saneamento básico. 5. Recurso hídrico subterrâneo. 6. Crise da água.

1 O MUNICÍPIO DE SARANDI: CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO

Sarandi localiza-se na região Norte do Paraná, abrangendo uma área de 113.350 km², sendo sua sede municipal definida pelas coordenadas geográficas 23°25'00" de latitude sul e 52°53'00" de longitude oeste, encontrando-se a uma altitude média de 590 metros acima do nível do mar. A hidrografia é formada pela bacia do Rio Pirapó, que passa a cerca de 15 km da área urbana de Sarandi. Os municípios limítrofes são Maringá e Marialva. A sede municipal localiza-se a 425 km de distância de Curitiba, capital do estado, e 516 km do porto de Paranaguá. Sarandi apresenta uma população com característica urbana, concentrando 71.422 habitantes (Censo IBGE, 2000).

O município teve sua origem através da Companhia Melhoramentos Norte do Paraná, cuja fundação como distrito pertencente à Comarca de Marialva ocorreu em maio de 1947. Sarandi foi criado através da Lei Estadual n. 7.502, de 14 de outubro de 1981 e instalado a 01 de fevereiro de 1983. A partir da década de 80, com a intensificação da concentração urbana em Maringá, a população se espalhou pelos municípios periféricos, fenômeno denominado êxodo cidade-cidade, no qual um acentuado percentual da população instala-se na periferia, deficitária em infra-estrutura e equipamentos urbanos. Em 1998, Sarandi, juntamente com outros municípios vizinhos (Paiçandu, Mandaguaçu, Marialva, Mandaguari, Iguaraçu e Ângulo) passou a integrar a região metropolitana de Maringá.

O município apresenta inúmeros e complexos problemas que limitam seu desenvolvimento, já que cresceu de forma desorganizada e sua infra-estrutura não acompanhou o intenso crescimento demográfico. Atualmente os moradores são obrigados a conviver com falta de pavimentação, moradias precárias, atendimento de saúde deficitário, sendo que os problemas que assumem maior notoriedade dizem respeito ao saneamento básico e ao abastecimento de água na cidade. Observa-se, ainda, a falta de indústrias e empresas de grande porte que, devido à proximidade com Maringá, preferem instalar-se na cidade vizinha absorvendo a mão-de-obra barata que existe na região e que acaba residindo na periferia. Todavia, esses moradores não gastam seus recursos onde moram, dificultando ainda mais a implementação do orçamento necessário para a melhoria na qualidade de vida local.

Como a rede de captação da água pluvial, ao invés de ser construída até o corpo receptor é interrompida, em vários pontos, dentro do perímetro urbano da cidade, verifica-se a existência de voçorocas profundas com quilômetros de extensão, comprometendo inúmeras residências com risco de vida para moradores, animais de estimação e, sobretudo, para as crianças que brincam nas proximidades. Devido ao escoamento de grande concentração de água, em determinado ponto, a voçoroca provoca o afloramento do lençol freático, passando a ser denominada de ravina, como ilustra a figura 1.

FIGURA 1. VOÇOROCA PROVOCADA POR INTERRUPÇÃO NA REDE PLUVIAL DENTRO DO PERÍMETRO URBANO DE SARANDI.



Fonte: Pesquisa de campo, nov. 2002.

Para agravar ainda mais essa situação, apenas 3% da cidade está ligada à rede de

esgoto, tal deficiência tem como causas principais o crescimento desordenado, loteamentos construídos sem fiscalização, insuficiência de recursos e administração inadequada da questão que, desde a emancipação municipal, raramente foi tratada de forma integral e comprometida.

Ainda que se considere os 3% de captação das águas residuais, a estrutura da rede apresenta sérios problemas de infiltração de águas pluviais, inclusive provocando vazamento do efluente produzido. Já, na estação de tratamento de esgoto, não há nenhum controle ou monitoramento e sua localização, muito distante e em local alto, a torna dependente da energia elétrica para bombeamento do efluente.

A situação do esgotamento sanitário constitui um dos maiores desafios postos às políticas públicas governamentais, tendo em vista suas implicações sobre a população e sobre o meio ambiente. A figura 2 denuncia a falta de infra-estrutura urbana, apontando as graves consequências para a saúde infantil.

O esgoto doméstico é a origem dos três mais sérios problemas de poluição hídrica no Brasil: coliformes fecais, poluição orgânica (DBO), e fósforo (SANTOS & CÂMARA, 2002). Os coliformes fecais e outros microorganismos patogênicos, nos esgotos, são a maior fonte de mortalidade e morbidade, sobretudo em crianças. O dramático quadro de esgotamento sanitário em Sarandi pode ser melhor visualizado quando comparado com as estimativas nacionais. De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2002), a região Sul apresenta o percentual de 44% de domicílios urbanos ligados à rede geral.

FIGURA 02. FISIONOMIA DO SUBÚRBIO DE SARANDI



Fonte: Pesquisa de campo, fev. 2003.

Em contraposição, o município de Sarandi, com apenas 3% de atendimento, têm um índice semelhante aos estados do Pará, Tocantins, Piauí e Rondônia, que se encontram em situação de maior precariedade. Como o abastecimento de água em Sarandi é feito por poços, pode-se inferir que existem maiores riscos de contaminação da água, já que a cidade é densamente povoada e a população utiliza as fossas com infiltração direta para o solo.

A falta de cuidado com o recurso hídrico e com os efluentes produzidos pode ser confirmada através de um índice preocupante: a ocupação de 70% dos leitos hospitalares no Brasil é decorrente da ingestão de água contaminada (KISS, 2002). A utilização em larga escala das fossas negras (poço ou buraco) propicia o escoamento de fezes e urina direto para o lençol freático que, em consequência, contamina os poços de abastecimento humano, cuja água pode veicular doenças como cólera, hepatite e salmonelose.

Existem, porém tecnologias que podem prevenir o aparecimento de doenças de veiculação hídrica, impedindo a contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas. Como exemplos, pode-se destacar a **fossa séptica** que, para livrar a água de coliformes, procura retardar ao máximo seu retorno à terra, impondo-lhe barreiras físicas (CARINI, 2002) e a **fossa séptica biodigestora**, sistema de baixo custo desenvolvido pela Embrapa Instrumentação Agropecuária; neste sistema as tubulações do vaso sanitário são desviadas

para caixas-d'água, através da biodigestão os coliformes fecais se transformam em adubo orgânico; trata-se de um processo onde ocorre a fermentação anaeróbica – ausência de oxigênio – de forma controlada; esses sistemas oferecem ainda a extração do biogás, uma fonte de energia. Outra técnica que contribui para a melhoria na qualidade de vida e para o bem da natureza é a **estação de reciclagem**, também conhecida como biossistema, que trata o esgoto com a ajuda de aves, peixes e plantas aquáticas (KISS, 2002).

Entre os problemas observados no município de Sarandi, o gerenciamento dos recursos hídricos merece destaque, pois é sensivelmente agravado pela concentração urbana desordenada. A água que abastece a cidade é administrada pela própria prefeitura municipal e compreende um complexo de 46 poços semi-artesianos abastecendo setores isolados.

O sub-sistema típico é composto por poço profundo, cloração, reservatório elevado e distribuição. A independência dos sistemas leva a falta de água em algumas regiões que não podem ser compensadas pelo excedente de oferta em outras (SANTOS, 1999).

A água encanada é fornecida para 19.518 ligações, sendo estimada cerca de 3.000 ligações clandestinas. A captação e a distribuição opera com a capacidade média de 190 milhões de litros de água potável através de captação subterrânea, que recebe tratamento nas respectivas estações de cada poço.

Outra séria dificuldade enfrentada pelo abastecimento público municipal diz respeito aos sérios problemas de perdas e vazamentos no setor urbano. A média de perda no município é estimada entre 50% a 60%. Esses vazamentos ocorrem mais acentuadamente na periferia da cidade devido a problemas na estrutura e decorrentes do consumo não contabilizado. A dimensão deste problema pode ser visualizada através da figura 3, que retrata o estado precário de milhares de registros adulterados pela população, todavia além deste problema, em toda a cidade existem redes sem registro e mal dimensionadas, que dificultam a manutenção e a ampliação do sistema.

FIGURA 3. REGISTROS ADULTERADOS, LOCALIZADOS E SUSTITUÍDOS PELO DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO DE SARANDI, EM 2002



Fonte: Prefeitura Municipal de Sarandi, 2002

A quantidade *per capita* de recursos hídricos no município é avaliada em 140 litros/habitante/dia, de acordo com as informações da prefeitura municipal, para o ano de 2002; sendo possível observar que o uso residencial é responsável por 18.089 ligações (92,68%), o uso comercial/industrial responde por 1.295 ligações (6,64%), o uso de utilidade pública e o uso pelo poder público demanda 134 ligações (0,68%); assim, nota-se que os maiores demandantes no município de Sarandi são os consumidores residenciais.

Evidenciando o quanto o índice de crescimento demográfico é elevado, é pertinente quantificar o número de novas ligações de água feitas entre janeiro de 2001 e janeiro de 2002, que equivale a 1.153 ocorrências. Somente no mês de fevereiro de 2002 a Prefeitura Municipal atendeu a 150 solicitações para esse tipo de serviço, caracterizando uma séria problemática existente no município: a dificuldade em absorver todo esse contingente populacional que procura a cidade, principalmente devido à falta de qualificação da maioria,

que deixa o setor rural em busca de melhores oportunidades.

Ademais, em Sarandi verifica-se que 42,23% dos domicílios são formados por mais de 5 moradores, comprometendo seriamente a qualidade de vida devido ao elevado nível de carência. A concentração urbana também demanda os serviços públicos. Assim, com o crescente desenvolvimento das comunidades urbanas torna-se cada vez mais necessário a utilização dos serviços comunitários de oferta de água com qualidade e de saneamento básico, por exemplo.

A Tabela 1 salienta a complexidade do crescimento demográfico em Sarandi. Enquanto a média estadual é de 1,50%, o município apresenta um índice de 4,35% ao ano – cabe ressaltar que, para municípios paranaenses com população entre 50.001 e 100.000 habitantes, a taxa média de crescimento segundo o IBGE, é de 2,7%. Caso a tendência de crescimento demográfico em Sarandi se mantenha, a população de 1996, estimada em 60 mil habitantes, deverá ser duplicada em 2013.

TABELA 1. CRESCIMENTO DEMOGRÁFICO: TABELA COMPARATIVA ENTRE O ESTADO DO PARANÁ E O MUNICÍPIO DE SARANDI, NOS ANOS DE 1996 E 2000.

Unidade da Federação e município	População Residente						Taxa de crescimento anual
	1996	2000					
	Total	Total	Homens	Mulheres	Urbana	Rural	
Paraná	9.003.804	9.563.458	4.737.420	4.826.038	7.786.084	1.777.374	1,50
Sarandi	60.212	71.422	35.557	35.865	69.493	1.929	4,35

Fonte: IBGE – Contagem da população 1996 e Censo demográfico 2000.

Entre as conseqüências da explosão demográfica, cita-se a geração de resíduos sólidos municipais, todavia, os agravos à poluição ambiental decorrente da disposição inadequada destes resíduos sólidos não são percebidos imediatamente, já que seu efeito é menos visível – ou mesmo invisível – mas gradativo e, muitas vezes, cumulativo. Por isso, freqüentemente esta questão não é considerada prioritária e a solução é deixada em segundo plano. A saúde pública em Sarandi é outra questão extremamente relevante principalmente analisando os problemas enfrentados pela população mais pobre que aceita com passividade as imposições de um sistema socialmente mortífero, dada a precariedade do sistema público de saúde, caracterizado pela insuficiência de serviços e pela falta de capacitação técnica e administrativa.

As condições ora apresentadas salientam que a destinação inadequada dos resíduos sólidos urbanos, o desmatamento, a ocupação e o uso irracional do solo, o desperdício e a falta de conscientização sobre a importância do recurso hídrico, a falta de comprometimento com o gerenciamento das águas residuais, os problemas de infra-estrutura e pobreza generalizados entre outras considerações apresentadas, são fatores altamente impactantes ao meio ambiente, sobretudo em relação ao recurso hídrico subterrâneo que abastece o município.

Salienta-se, por conseguinte, que a contaminação das águas subterrâneas que abastecem Sarandi é um risco futuro generalizado, já que a ocupação da cidade deu-se de forma totalmente desordenada. São mais de 20 mil fossas negras em funcionamento e, apesar dos poços semi-artesianos estarem a uma profundidade média de 120 metros, torna-se necessário um intensivo monitoramento em relação ao comprometimento da qualidade dos recursos hídricos a longo prazo.

2 A UTILIZAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA EM SARANDI

At the dawn of the 21st century, we find ourselves facing formidable challenges: rapid population growth; increasing demands for water to satisfy people's needs, both in

agriculture and in expanding urban centers; failing water quality, pollution, and associated health and environment impacts; groundwater depletion; and international conflict over transboundary water resources (Duda & El-Ashry, 2000, p. 115-116).¹

Ao relacionar os grandes problemas da humanidade, Duda & El-Ashry (2000) assinalam que 29 países sofrem com a escassez de água. Todavia, as duras previsões em relação à crise da água são ainda mais assustadores que a atual realidade: até o ano de 2025 estima-se que quase dois terços da humanidade sofrerá algum tipo de privação e, para mais um bilhão de indivíduos a escassez será severa e socialmente perturbadora.

Duda e El-Ashry tratam a crise da água como um problema amplo, que engloba a falta de alimentos, a perda da biodiversidade, degradação ecológica, poluição, salinidade, desertificação, desmatamento, comprometimento das águas superficiais e subterrâneas.

Nota-se que as políticas para a gestão da água não são desenvolvidas de forma integral, de modo que um único setor procura implementar suas diretrizes ou vários setores econômicos e sociais entram em conflito no tocante ao gerenciamento do recurso, ao invés de promoverem um gerenciamento integral para um recurso que é indispensável e fator limitante ao próprio desenvolvimento.

Em virtude da precariedade das informações sobre a exploração da água subterrânea em Sarandi, foi realizada uma série de atividades visando o diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos que abastecem a região. Entre essas atividades, destaca-se o mapeamento da vulnerabilidade natural do aquífero, a caracterização dos poços responsáveis pelo abastecimento público e a coleta de água para análises físico-químicas e bacteriológicas.

As visitas e trabalhos em campo foram essenciais para a verificação das atuais condições de funcionamento do abastecimento público municipal fornecendo subsídios para a proposta de diretrizes que melhor atendam ao gerenciamento do recurso.

O abastecimento por poços em Sarandi criou entre a população local a idéia de que estes garantem um suprimento de água de boa qualidade em quantidade ilimitada, aparentemente imune a todo processo de degradação ambiental que se passa na superfície.

De acordo com a relação fornecida pela Prefeitura do Município de Sarandi, a população conta com 46 poços em funcionamento para garantir o abastecimento de água. As unidades desativadas - no total de 08 poços, também merecem atenção, uma vez que podem constituir focos de contaminação caso não tenham sido devidamente lacrados.

A situação problemática percebida na área de estudo repete-se em nível global. Com a intensificação do processo de globalização, muitos países se viram em uma espiral econômica descendente, dificultando a implementação e manutenção de programas de caráter social básico, inclusive relacionados à água potável e esgotamento sanitário. De acordo com o relatório Vision 21² (WSSCC, 1999), ocorrem 250 milhões de casos de doença por ano relacionados a água contaminada, provocando mais de 3 milhões de mortes anualmente; somente a diarreia mata mais de 2 milhões de crianças pequenas nos países em desenvolvimento. Um número ainda maior apresenta peso abaixo da média; retardo mental e distúrbios psicológicos; vulnerabilidade a outras doenças fatais e também dificuldade na aprendizagem escolar.

Nas estratégias desenhadas para mudar este quadro dramático, o referido estudo propõe a incorporação de três elementos chaves: higiene, educação e comunicação para a

¹ “Ao iniciar o século 21, nós nos achamos enfrentando formidáveis desafios: incremento acelerado da população; demandas crescentes de água para satisfazer as necessidades humanas, tanto relacionadas à agricultura como para a expansão dos centros urbanos; perda na qualidade de água, poluição e impactos ambientais associados à saúde; degradação da água subterrânea e conflitos internacionais devido ao uso do recurso hídrico transfronteiriço”.

² O Conselho Mundial da Água lançou o processo da Visão Mundial da Água no I Fórum Mundial da Água, em Marrakech. O modelo tem como meta garantir a segurança da água a partir da definição do termo ‘água segura’ considerado nos níveis local, nacional e regional.

mudança de comportamento, através de programas que contemplem as necessidades específicas, culturais e locais de cada comunidade. O nível de desperdício dos recursos naturais, sobretudo da água é insustentável, de modo que a reutilização e a reciclagem merecem atenção urgente, assim como a melhoria nos sistemas de esgotamento sanitário se faz necessária para ampliar sua aplicação sem agredir o meio ambiente. Cabe salientar a estimativa de 90% das águas residuais coletadas pelos sistemas de esgoto que são devolvidas aos corpos receptores sem nenhum tipo de tratamento.³ A alteração deste cenário requer investimentos em pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias, bem como em sua implementação.

Complementa a Fundação Nacional da Saúde (2000) que o saneamento ambiental atende às necessidades de um modo de vida urbano, evita a ação predatória sobre os recursos hídricos e faz com que as cidades convivam de maneira harmônica com três ambientes diferentes: o natural (recursos naturais), o artificial (infra-estrutura e equipamentos coletivos) e o social (homem e atividades). Estas análises remetem à conclusão de que a água e os serviços de saneamento devem ser concebidos como direito humano básico intrinsecamente vinculados à higiene, tendo como condição principal a redução da pobreza.

A falta de tratamento das águas residuais em Sarandi, bem como sua disposição inadequada em sumidouros e os freqüentes vazamentos de esgotos domésticos que ocorrem em determinados pontos da rede de esgotamento sanitário representam riscos de contaminação, tanto da água superficial como da água subterrânea, particularmente nas áreas onde o solo é altamente permeável. De acordo com as considerações apresentadas, esta grave problemática trás como consequência problemas de saúde pública.

Os assentamentos urbanos irregulares, sem nenhuma infra-estrutura também aumentam as possibilidades de contaminação podendo, ainda, diminuir as áreas de recarga natural do aquífero. Apesar da água subterrânea encontrar-se melhor protegida da contaminação imediata em relação às águas superficiais; quando contaminada, é mais difícil e caro recuperá-la, sendo que muitas vezes o custo inviabiliza o tratamento do aquífero. A super-exploração do aquífero em Sarandi é outra questão que necessita estudos em profundidade, uma vez que a captação da água é feita de forma totalmente amadorística e indiscriminada, podendo ocasionar um rebaixamento no nível de água levando inclusive à exaustão do aquífero.

2.1 A vulnerabilidade natural do Aquífero Serra Geral

O termo vulnerabilidade à contaminação do aquífero é usado para representar as características intrínsecas que determinam a suscetibilidade de um aquífero de ser adversamente afetado por uma carga contaminante (FOSTER & HIRATA, 1993).

Com a intensificação do ritmo de urbanização e industrialização, são crescentes os problemas de contaminação da água subterrânea, contudo, os dados disponíveis em relação a essa forma de poluição ambiental são escassos, bem como os conhecimentos das causas, mecanismos e métodos de caracterização. Os mesmos autores postulam que a caracterização mais aproximada da idéia de risco de poluição de água subterrânea consiste na associação e interação entre a vulnerabilidade natural do aquífero e a carga contaminante aplicada no solo ou em sub-superfície.

A metodologia GOD (*Groundwater occurrence, Overall lithology of the unsaturated zone, Depth to the water table*) desenvolvida pela Organização Mundial de Saúde procura utilizar informações comumente disponíveis em países em desenvolvimento para

³ Organización Panamericana de la Salud/ División de Salud y Ambiente. Informe Regional sobre la Evaluación 2000 en la Región de las Américas. Washington D.C., Septiembre 2001.

caracterizar a vulnerabilidade natural. Foster *et al.* (1988) com base na metodologia GOD, utilizam três parâmetros para tal análise: a) o tipo de ocorrência da água subterrânea (ou a condição do aquífero); b) as características dos estratos acima de zona saturada, em termos de grau de consolidação e tipo litológico; c) a profundidade do nível da água.

Os índices são multiplicados entre si para produzir a classificação final, que é então transformada em vulnerabilidade de aquíferos, variando entre extrema (por exemplo aquíferos livres, rasos e de litologia grosseira) a baixa (aquíferos confinados ou aquíferos livres profundos com solos impermeáveis).

O aquífero em estudo pode ser considerado livre com cobertura devido a presença de lentes argilosas que podem fornecer alguma proteção ao sistema, porém, cabe lembrar, que esta proteção atua de forma localizada, portanto, para o índice “G”, foi adotado o valor de 0,6. Os sedimentos da área apresentam-se bastante uniformes, havendo predominância de material areno-siltoso com intercalações de lentes argilosas, sendo encontrados casos de rochas metamórficas, lavas vulcânicas e calcários, bem como rochas duras consolidadas, de modo que o índice “O” varia de 0,3 a 1,0. Já, ao índice “D” foi atribuído o valor 0,5, uma vez que as águas subterrâneas encontram-se em profundidade superior a 35 metros.

Definidos os três parâmetros, de acordo com a metodologia proposta e multiplicados entre si os índices inferidos a cada um, foi obtido o grau de vulnerabilidade final para o aquífero Serra Geral no município de Sarandi, com valor de 0,09 a 0,3, correspondendo a índices de negligenciável a baixa vulnerabilidade. Vale ressaltar que para maior exatidão da metodologia ora apresentada, o estudo precisa ser aprofundado por meio de análises individualizadas de cada parâmetro descrito, contemplando várias áreas de exploração do aquífero. Dentre as diversas atividades humanas que poderiam gerar cargas contaminantes às águas subterrâneas, as originadas pelo sistema de saneamento *in situ* são as que merecem maior atenção. Todavia, pode-se inferir que estes problemas têm sido tratado com descaso por parte dos técnicos e principalmente das autoridades responsáveis pelo setor.

A inexistência de informações hidrogeológicas sobre o aquífero, a completa ausência de dados referente a exploração atual, o desconhecimento da área de recarga também podem ser apontados como fatores que tendem a elevar o índice de vulnerabilidade do sistema Aquífero Serra Geral. Como existe uma grande concentração de fossas, mesmo o índice de vulnerabilidade sendo baixo, há uma elevada geração de carga contaminante. A partir daí conclui-se que mesmo os locais com baixos índices de vulnerabilidade serão suscetíveis à contaminação, quando sujeitos à disposição elevada e contínua de contaminantes (FERREIRA & HIRATA, 1993).

2.2 Risco de poluição da água subterrânea

A caracterização mais aproximada da idéia de risco de poluição de água subterrânea consiste na associação e interação entre a vulnerabilidade natural do aquífero e a carga contaminante aplicada no solo ou em sub-superfície.

A interação destes fatores permite avaliar o grau de risco de poluição a que um aquífero está sujeito. Nesta avaliação deve ser ponderada, ainda, a escala e a magnitude do episódio de poluição assim como a essencialidade do recurso hídrico afetado.

Verifica-se que na região mais antiga da cidade, muitos poços particulares que eram utilizados para abastecimento de água domiciliar acabaram transformando-se, com o decorrer do tempo, em fossas para esgoto doméstico. Deve-se considerar, ainda, que certas práticas de manejo da terra podem causar uma séria contaminação difusa das águas subterrâneas, com altas taxas de lixiviação de nitratos e outros íons móveis e persistentes. Considera-se que, mesmo com as dificuldades de se caracterizar a carga contaminante em relação às águas subterrâneas, é possível estabelecer uma gradação em termos de sua periculosidade.

Ao lado do mapa de vulnerabilidade, deve-se organizar um cadastro de fontes de poluição, com dados mais completos. A intensificação do processo de urbanização traz sérias

consequências em relação à disponibilidade e à qualidade da água potável, bem como em relação à disposição final das águas residuais geradas. Como esta pesquisa consiste em um estudo preliminar, para facilitar a diagnose das áreas de maior risco, sugere-se a utilização do método proposto por Ferreira & Hirata (1993). O método proposto objetiva priorizar áreas onde a atenção dos serviços sanitários são mais necessárias. A técnica parte da idéia de exclusões sucessivas de áreas até se definir regiões ou zonas de maior interesse.

O exame conjunto, em mapa, das áreas mais vulneráveis em associação com fontes de contaminação potencialmente perigosas, ressaltará áreas críticas que devem ser objeto de estudos em detalhe, com programas de monitoração e de medidas especiais de proteção.

2.3. Avaliação da alteração na qualidade hídrica

Embora as águas subterrâneas sejam naturalmente mais protegidas dos agentes contaminantes do que as superficiais, a grande expansão das atividades antrópicas tem provocado a poluição pontual das águas subterrâneas, sobretudo em locais com deposição inadequada de resíduos sólidos; armazenamento, manuseio e descarte inadequados de produtos químicos; uso indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes, bem como disposição inadequada de efluentes industriais e domiciliares.

Com o propósito de diagnosticar a qualidade da água subterrânea que abastece Sarandi e discutindo os indícios de contaminação expostos nesta pesquisa, foram coletadas amostras de 13 diferentes poços, com base na captação de água em diferentes derrames basálticos. As amostras de águas subterrâneas foram coletadas em maio de 2003, para determinação de 14 parâmetros a saber: pH, Cromo Total (Cr), Ferro Total (Fe), Cádmio (Cd), Manganês (Mn), Coliformes Totais, Coliformes Fecais, Nitrito, Nitrato, Cobalto (Co), Níquel (Ni), Cobre (Cu), Zinco (Zn) e Chumbo (Pb).

TABELA 2. RESULTADOS DAS ANÁLISES: AMOSTRAS COLETADAS EM POÇOS QUE ABASTECEM OS MORADORES DO MUNICÍPIO DE SARANDI/PR.

Poço	Pb	Cd	Cr	Co	Ni	Fe	Cu	Mn	Zn	pH	Nitrito	Nitrato	Col. Tot.	Col. Fec.
Unidade	mg/mL	mg/mL	mg/mL	mg/mL	mg/mL	mg/mL	mg/mL	mg/mL	mg/mL		mg/mL NO2-N	mg/mL NO3-N		
1- III Parte	0,005	0,001	nd	0,002	0,004	0,019	0,001	0,004	0,021	8,00	0,003	1,5	Ausente	Ausente
2- Paróquia São Paulo	0,005	0	nd	0,002	0,004	0,017	0,002	0,004	0,007	6,95	0,006	4,7	Ausente	Ausente
3- AFUMUSA	0,003	0	nd	0,003	0,003	0,013	0,007	0,003	0,004	6,84	0,003	2,2	Ausente	Ausente
4- Alvamar	0,004	0	nd	0,003	0,002	0,011	0,002	0,004	0,003	6,64	0,003	4,2	Ausente	Ausente
5- Terra Guelfi	0,008	0	nd	0,004	0,003	0,064	0,016	0,005	0,028	6,67	0,012	6,0	Ausente	Ausente
6- Jd. Europa	0,004	0	nd	0,004	0,002	0,008	0,002	0,004	0,002	6,88	0,003	3,2	Ausente	Ausente
7- Califórnia	0,003	0	nd	0,004	0,004	0,007	0,014	0,003	0,045	7,26	0,004	1,1	Ausente	Ausente
8- Floresta	0,002	0	nd	0,004	0,002	0,008	0,002	0,003	0,009	7,05	0,005	0,6	Ausente	Ausente
9- Sarandi I	0,005	0	nd	0,005	0,002	0,008	0,001	0,004	0,007	7,20	0,005	0,5	Ausente	Ausente
10- Cruzeiro	0,004	0	nd	0,005	0,002	0,008	0,001	0,004	0,001	7,51	0,004	1,5	Ausente	Ausente
11- Nova Aliança	0,003	0	nd	0,005	0,002	0,008	nd	0,003	0,001	7,20	0,005	0,8	Ausente	Ausente
12- Pq. Industrial	0,012	0,001	nd	0,005	0,015	0,010	0,021	0,003	0,018	7,10	0,005	0,8	Ausente	Ausente
13- Belem	0,005	0	nd	0,006	0,007	0,020	nd	0,004	0,002	6,81	0,004	2,0	Ausente	Ausente
Referência	0,01*	0,005*	0,05*	0,2**	0,025**	0,3*	2*	0,1*	5*	6,0/9,5*	1*	10*		
nd - Não Detectado														
* - Portaria 1469, do MS														
** - Resolução CONAMA 20														

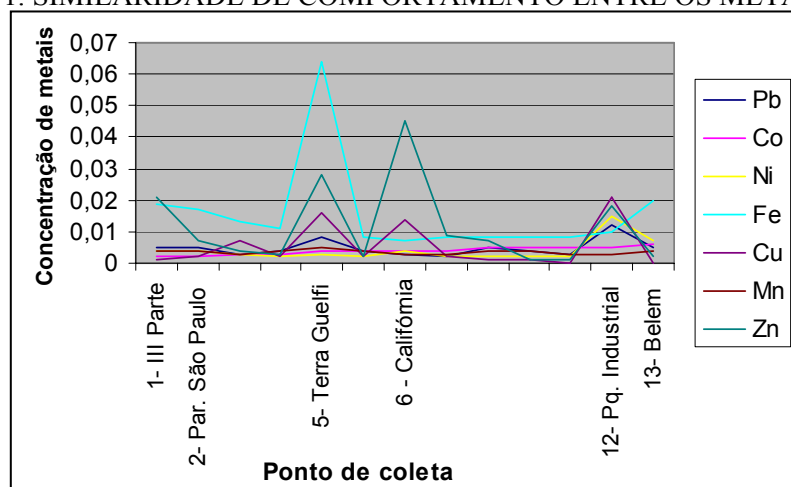
Fonte: Amostras para análise físico-químicas coletadas em 30/04/2003, e para análises bacteriológicas coletadas em 06/05/2003. As análises foram realizadas no Laboratório de Engenharia Química e no Departamento de Análises Clínicas da Universidade Estadual de Maringá, em maio de 2003

Para definir se o resultado indicava contaminação, comparou-se os resultados obtidos com os padrões de potabilidade da Portaria nº 1469, de 29.12.2000, do Ministério da Saúde,

que dispõe sobre procedimentos de responsabilidade inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano, estabelece o padrão de potabilidade para consumo humano e dá outras providências. Além dos padrões estabelecidos pelo referido regulamento, para os índices Cobalto (Co) e Níquel (Ni) foram utilizados parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA 20.

Quanto aos metais Chumbo, Cobalto, Níquel, Ferro, Cobre, Manganês e Zinco, estes foram detectados em todos os pontos de amostragem, sendo seus principais valores de pico identificados nas unidades Terra Guelfi e Parque Industrial, apesar de estarem abaixo do valor máximo permissível pela Portaria 1469/2000, conforme resultados apresentados na tabela 2. Na área de estudo, todos os poços analisados apresentam indicativos de contaminação por chumbo, sendo que 01 unidade apresentou concentração acima do teor permitido.

GRÁFICO 1. SIMILARIDADE DE COMPORTAMENTO ENTRE OS METAIS ANALISADOS



Fonte: Elaboração da própria autora.

Como o poço que apresentou esta concentração está localizado no Parque Industrial, a alteração pode estar relacionada a resíduos sólidos e solúveis provenientes das indústrias, bem como de atividades relacionadas com o uso excessivo de pesticidas e herbicidas das áreas agrícolas existentes em torno do perímetro urbano.

A contaminação do aquífero torna-se, por tanto, uma questão vital a ser cuidadosamente analisada e discutida, já que, normalmente, existe uma certa omissão com a problemática das águas subterrâneas. Tal omissão, conforme advoga MILARÉ (2001), começa com a escassa vigilância exercida sobre os riscos de contaminação e chega a uma quase inexistência de controle de qualidade para com esse precioso recurso.

A figura 5 procura representar as áreas potencialmente críticas em relação à contaminação por nitrato. Verifica-se, que a região Norte da cidade, densamente povoada e agregando os bairros mais antigos, é a que apresenta maiores indícios de contaminação.

Os contaminantes se movimentam tanto na zona saturada como na zona insaturada, acompanhando o fluxo da água. Entre os contaminantes inorgânicos considerados nocivos à saúde o nitrato é o que apresenta ocorrência mais generalizada e problemática, devido à sua alta mobilidade. Como o tipo de rocha não influi substancialmente na variação do teor de nitratos, a elevação da sua concentração indica a influência de fontes de contaminação como esgoto doméstico (fossas), lixo, fertilizantes agrícolas e efluentes ou resíduos industriais.

Embora as concentrações de nitrato na água subterrânea estejam dentro dos limites estabelecidos pela portaria 1469 do Ministério da Saúde, os valores anômalos associados a áreas densamente povoadas são um forte indicativo da contaminação pelas fossas. Como este parâmetro é acumulativo, caso a fonte poluidora não seja controlada, a tendência é que, com o tempo, os limites de tolerância sejam ultrapassados.

FIGURA 5. ESQUEMA REPRESENTATIVO DA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS QUE ABASTECEM SARANDI



Fonte: Elaboração da própria autora

Outro indicativo de poluição pelas fossas é a presença de Nitrito em todas as amostras de água subterrânea coletada. A presença deste elemento é considerada indício de contaminação recente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Sarandi localiza-se sobre um aquífero fraturado que desenvolve sistemas de fraturas interligadas, permitindo a livre circulação de água e das substâncias contaminantes. O intenso desenvolvimento da urbanização em Sarandi representa um dos elementos centrais da problemática e ao mesmo tempo conota a necessidade de se administrar eficazmente os recursos hídricos.

Em Sarandi, a prática da gestão ambiental apresenta pouca eficiência, deixando muito a desejar quanto ao uso racional dos recursos naturais e gestão sustentável sobretudo em relação ao recurso hídrico. Os problemas sociais e ambientais, tais como a deficiência dos serviços básicos, emprego, moradia, saneamento, saúde e segurança se multiplicam, particularmente entre os grupos sociais mais vulneráveis. Ademais, o abastecimento por poços criou entre a população local a idéia de que estes garantem um suprimento de água de boa qualidade em quantidade ilimitada, aparentemente imune a todo processo de degradação ambiental que se passa na superfície.

Nos estudos *in loco* a realidade percebida é grave e carece de uma mudança de paradigma urgente, pois, em decorrência da forma amadorística de gerenciamento verifica-se uma série de problemas relacionados ao uso irracional e inadequado da água. De forma sintética, pode-se desenhar o seguinte quadro em relação à exploração das águas subterrâneas em Sarandi:

- a construção de poços sem locação geológica e geofísica adequada, resulta em um número elevado de poços com baixas vazões, o que encarece e dificulta a administração e manutenção das unidades de exploração;
- poços com revestimento inadequado, podem provocar a entrada de águas contaminadas para o aquífero;

- muitos poços são abandonados sem o devido lacre, tornando-se vetores de contaminação das águas subterrâneas;
- apesar dos poços terem uma área delimitada de proteção imediata, a mesma não recebe manutenção adequada;
- não é feita manutenção e limpeza nos reservatórios de água, que podem tornar-se vetores de contaminação além de ter sua vida útil diminuída;
- não há qualquer registro dos poços perfurados, dificultando a outorga dos mesmos;
- a Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental - SUDERHSA mostra-se completamente inoperante no tocante à fiscalização e administração dos poços; contribuindo com a proliferação de projetos inadequados de poço, abandono das obras desativadas, falta de responsabilidade técnica das empresas de perfuração. Na verdade, a SUDERHSA sequer tem informação do número de poços em funcionamento no município, o que evidencia um completo descaso com o recurso hídrico subterrâneo sob sua responsabilidade.
- Apesar do município contar com 46 poços em funcionamento, carece de um banco de dados hidrogeológico para facilitar a outorga e o licenciamento das atividades de perfuração de poços.

No tocante ao comprometimento da qualidade da água consumida, esta análise preliminar foi realizada com o embasamento de que o crescimento urbano desordenado, a falta de infra-estrutura em relação à exploração do recurso hídrico, a disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos e dos efluentes líquidos domésticos e industriais pressionam em excesso o meio ambiente. Embora os resultados das análises físico-químicas estejam dentro dos padrões de referência, sua variabilidade serve como alerta, indicando a necessidade de comprovar a tendência de contaminação, avaliar suas causas e providenciar medidas de controle e proteção desses poços de abastecimento público, preservando, ao mesmo tempo, o potencial hídrico da região. Entre estas medidas, destaca-se as diversas alternativas para racionalização do consumo da água, que podem ser agrupadas da seguinte forma: a) identificação e eliminação dos vazamentos e perdas; b) instalação de equipamentos hidráulicos/sanitários de baixo consumo e alta eficiência; c) reutilização das águas “cinzas”; d) aproveitamento da água da chuva.

O trabalho de educação ambiental também pode ser utilizado como um poderoso instrumento no esforço de racionalização no gerenciamento do recurso hídrico, orientando o uso responsável da água potável, a prevenção de perdas e vazamentos, estimulando a cidadania tendo em vista a recuperação de áreas degradadas e a conservação dos recursos naturais.

Como o gerenciamento adequado dos recursos hídricos constitui um dos tópicos principais do gerenciamento ambiental, o monitoramento e a determinação da qualidade da água constitui ponto central do planejamento subsidiando a avaliação de impactos, tendências e alternativas. Seguindo os postulados de Tundisi (2001), embora existam inúmeras dificuldades na transição entre os conceitos teóricos da gestão ambiental e a gestão e a práticas de respectivas políticas, cabe observar que os avanços na organização institucional e regulamentadora, as inúmeras experiências bem sucedidas em diferentes regiões e países e o desenvolvimento de novas tecnologias possibilitam uma integração maior entre conceitos e ações.

Em Sarandi, o crescimento urbano precedeu o estabelecimento de uma base econômica sólida e diversificada para apoiar o incremento da infra-estrutura, habitação e emprego, caracterizando a baixa prioridade dada aos problemas urbanos desde a emancipação municipal, aumentando a deficiência dos recursos necessários para construir, manter e administrar o município.

Como proposta para viabilizar o desenvolvimento sustentável e, sobretudo o

gerenciamento hídrico responsável são apresentadas as seguintes considerações: 1) enfatizar a educação ambiental nas escolas do município; 2) incentivar a discussão na comunidade sobre o uso racional da água potável; 3) estabelecer intercâmbio de conhecimentos técnicos na área ambiental, sobretudo relacionados às técnicas de reuso da água; 4) fomentar pesquisas e estudos dos recursos naturais municipais; 5) fortalecer a fiscalização para promover a preservação ambiental e para evitar o desperdício do recurso hídrico; 6) analisar as principais causas de desperdício hídrico e implementar ações para minimizá-lo; 7) utilizar os meios de comunicação para ampliar a conscientização sobre a necessidade de preservar os recursos naturais; 8) incentivar práticas agrícolas e industriais que não agredam o meio ambiente; 9) desenvolvimento do turismo ecológico; 10) promover a inclusão das comunidades carentes e marginalizadas, que são ao mesmo tempo vítimas e agentes da degradação ambiental; 11) incentivar a criação de ONGs locais de proteção ambiental para atuar junto a comunidade.

É imprescindível adotar um novo enfoque na administração dos recursos hídricos, considerando questões como qualidade e quantidade sob uma análise integrada que visualize a complementariedade entre gestão das águas e o setor de saneamento básico, bem como vincular o uso da terra aos critérios de sustentabilidade da água, reconhecendo os recursos hídricos como um conjunto contínuo de uso que influencia e é influenciado pelas estratégias, planejamento e administração pública e empresarial.

BIBLIOGRAFIA

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 1469 de 29 de dezembro de 2000. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília. 2000, 17 p.

CARINI, M., *Fossa séptica: para o bem da natureza*. In: **Revista Arquitetura e Construção**, jun. 2002, <mcارين@abril.com.br>

CORRALES, M. E. C., *Gestão Integrada dos Recursos Hídricos*. Abr. 2002. Centro Panamericano de ingeniería Sanitária e ciência del ambiente, saúde e ambiental. Disponível em <<http://www.cepis.ops-oms.org>>.

CORRALES, M. E., **Gobernabilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en América Latina**, 2002, 11 p. Centro Panamericano de ingeniería Sanitária e ciência del ambiente, saúde e ambiental. Disponível em <<http://www.cepis.ops-oms.org>>.

DOUROJEANNI, A., JOURAVLEV, A., **Crisis de gobernabilidad en la gestión del agua: desafíos que enfrenta la implementación de las recomendaciones contenidas en el capítulo 18 del Programa 21** – Série 35: recursos naturales e infraestrutura, CEPAL/ECLAC: NAÇÕES UNIDAS: Santiago de Chile, 2001, 83 p. Centro Panamericano de ingeniería Sanitária e ciência del ambiente, saúde e ambiental. Disponível em <<http://www.cepis.ops-oms.org>>.

DUDA, A. M. & EL-ASHRY, M. T., *Addressing the global water and environment crisis through integrated approaches to the management of land, water and ecological resources*. In: **International Water Resources Association: Water Internacional**, Vol. 25, number 1, p. 115-126, march 2000, Centro Panamericano de ingeniería Sanitária e ciência del ambiente, saúde e ambiental. Disponível em <<http://www.cepis.ops-oms.org>>.

FERREIRA, L. M. R., HIRATA, R.C.A., *Determinação de riscos de contaminação das águas subterrâneas por sistemas de saneamento in situ; estudo de caso: Município de Campinas São Paulo*: Instituto Geológico/SMA 1993, disponível em <http://www.cepis.ops-oms.org/muwww/fulltext/repind46/determin/determin.html>

FOSTER, S., ADAMS, B., MORALES, M., TENJO, S., **Estrategias para la proteccion de aguas subterraneas: una guía para su implementación**, UK Overseas Development Administration, British Geological Survey, 1982, 108 p. Centro Panamericano de ingeniería Sanitária e ciência del ambiente, saúde e ambiental. Disponível em <<http://www.cepis.ops-oms.org>>.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Manual de Saneamento, 3^a ed – Ministério da Saúde. Brasília, 1999.

GARCIA, L. E., **Manejo integrado de los recursos hídricos en América Latina y el Caribe**: Informe Técnico, Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID: Washington, 1998, 81 p. Centro Panamericano de ingeniería Sanitária e ciência del ambiente, saúde e ambiental. Disponível em <http://www.cepis.ops-oms.org>.

GLEICK, P. H., *The changing water paradigm: a look at twenty-first century water resources development*. In: **Water Internacional**, International Water Resources Association. Vol. 25, Number 1, p. 127-128, marc. 2000.

GUIGUER, N & KOHNKE, M. W., *Métodos para determinação da vulnerabilidade de aquíferos*. In: **XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas: Aquíferos transfronteiriços**, Florianópolis: ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, 10 a 13 de set. de 2002.

HALL, A., *Uma governabilidade eficaz para el agua*. **Global Water Partnership**, 20 p. Centro Panamericano de ingeniería Sanitária e ciência del ambiente, saúde e ambiental. Disponível em <http://www.cepis.ops-oms.org>.

HERCULANO, S., PORTO, M. F. de S. *Qualidade de Vida e Riscos Ambientais*. Rio de Janeiro: Ed. UFF, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, disponível em <http://www.ibge.com.br>

KISS, J., *Solução na fossa: sistema de baixo custo desenvolvido pela Embrapa Instrumentação Agropecuária transforma resíduos do esgoto humano em adubos; No sertão de Carangola: estação de reciclagem, conhecida como biossistema e instalada na periferia de Petrópolis, RJ, trata o esgoto com a ajuda de aves, peixes e plantas aquáticas*. In: **Globo Rural: tecnologia**, mai. 2002, p. 30-34.

KRAEMER, R. A., CHOUDHURY, K., KAMPA, E., *Protecting water resources: pollution prevention: thematic background paper*. In: **International Conference on freshwater**, Bonn, 2001, 30 p. Centro Panamericano de ingeniería Sanitária e ciência del ambiente, saúde e ambiental. Disponível em <http://www.cepis.ops-oms.org>.

LEAL, A. de S., **AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO BRASIL**, Ocorrências, disponibilidades e Usos, o estado das água no Brasil, disponível em <http://www.mma.gov.br/port/srh/acervo/publica/doc/oestado/texto/139-164.html>

LOPES, J. C. de J. L., **Água, fator limitante do desenvolvimento: a região de Maringá – PR**, Dissertação de mestrado, Departamento de Economia, Universidade Estadual de Maringá, 2001, 152 p.

PARANÁ. Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR, Home Page. Disponível em www.sanepar.pr.gov.br

REBOUÇAS, A. da C., Conferências: Desenvolvimento das águas subterrâneas no Brasil: in: X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, São Paulo: ABAS, 1998.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. *Recursos hídricos subterrâneos da bacia do Paraná – análise de pré-viabilidade*. Tese (Livre-docência), Universidade de São Paulo, São Paulo, 1976.

SANTOS, T. C. C. & CÂMARA, J. B.D., **Geo Brasil 2002: Perspectivas do meio ambiente no Brasil**, Brasília: Edições IBAMA, 2002.

SANTOS, J. C. R. **PREFEITURA M de Sarandi: Proj. Bás. de Eng. do Sist. de Água e Esgoto**, 1999.

SANTOS, J. C. R. ENTREVISTA realizada no dia 13 de março de 2002 (técnico químico responsável pela parte técnica e de qualidade do sistema de água do município de Sarandi)

TUCCI, C. E. M., *Gestão da água no Brasil*. Brasília: UNESCO, 2001, 156 p.

VIANA, T. R. & CELLIGOI, A., *Análise das reservas de águas subterrâneas do aquífero Serra Geral em Londrina: recarga e consumo*. In: **XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas: Aquíferos transfronteiriços**, Florianópolis: ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, 10 a 13 de set. de 2002.

WATER SUPPLY AND SANITATION COLLABORATIVE COUNCIL – WSSCC, Vision 21: a shared vision for hygiene, sanitation and water supply and a framework for mobilisation fo action: also forming the water for people component of the World Water Vision, 1999. Centro Panamericano de ingeniería Sanitária e ciência del ambiente, saúde e ambiental. Disponível em <http://www.cepis.ops-oms.org>.