

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO OESTE DE SANTA CATARINA

Facco, Janete¹; Carasek, Fabio Luiz²; Oliveira Junior, Sival Francisco de³; Scheibe, Luiz Fernando⁴; Smaniotto, Mariano⁵; Blank, Mariana Muniz⁶

¹ Geógrafa, pesquisadora Projeto Rede Guarani/Serra Geral e-mail janetefacco1@gmail.com

² Mestre, Biólogo, pesquisador Projeto Rede Guarani/Serra Geral e-mail fab_i_carasek@hotmail.com

³ Acadêmico Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul – Chapecó, SC e-mail jr_sival@hotmail.com

⁴ Geólogo, Coordenador Projeto Rede Guarani/Serra Geral em Santa Catarina e-mail scheibe2@gmail.com

⁵ Geólogo, pesquisador Projeto Rede Guarani/Serra Geral e-mail mariano@leaopocos.com.br

⁶ Geóloga, pesquisadora Projeto Rede Guarani/Serra Geral e-mail mariblack_1@hotmail.com

Palavras-chave: Aquíferos Guarani Serra Geral; Águas subterrâneas; Potabilidade.

INTRODUÇÃO

Existe necessidade de investir no conhecimento dos aquíferos e das águas subterrâneas para o desenvolvimento da gestão integrada dos recursos hídricos se tornar possível. Conhecedores da realidade do Oeste Catarinense (Regiões Hidrográficas 1 e 2) quanto a necessidade de usos de grande quantidade de água em todos os setores da economia é que o objetivo desse estudo foi conhecer a qualidade das águas subterrâneas dos Aquíferos Serra Geral e Guarani para que haja uma gestão eficiente dos mesmos. Uma vez que a exploração das águas subterrâneas são a grande fonte desse elemento tão importante na manutenção dos setores econômicos sejam eles primário (criação de animais para abate e gado leiteiro, irrigação de hortifrutí), setor de transformação de matéria-prima (agroindústrias de transformação de carnes, principalmente) e terceiro setor (comércio, abastecimento público e serviços).

METODOLOGIA

Foram coletadas águas de 105 poços nas Regiões Hidrográficas 2 e 1, correspondentes ao Oeste Catarinense. Realizou-se análises microbiológicas (coliformes totais e coliformes fecais *Escherichia coli*) e físico-químicas (oxigênio dissolvido, pH, turbidez, condutividade elétrica, alcalinidade, nitrato, cloretos, sulfato, potássio, sódio, cálcio, magnésio, manganês, ferro).

Para análise dos dados recorreu-se ao programa QualiGraf, que é uma ferramenta para auxiliar na parte gráfica das análises mais usuais de qualidade de amostras d'água. Foi desenvolvido em 2001 como ferramenta de uso interno no Departamento de Recursos Hídricos da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, do Ceará, (FUNCEME, 2015).

ANÁLISE DOS RESULTADOS

O ano de perfuração desses poços variam de 1978 até 2017, para os 100 poços pesquisados do aquífero Serra Geral, 50 localizam-se no rural, a profundidade média é 150,11 metros, a mínima 80 metros e a máxima 320 metros; os 50 poços desse aquífero situados no urbano possuem profundidade média de 162,25 metros, a mínima 83 metros e a máxima 408 metros.

A média de profundidade dos 100 poços do aquífero Serra Geral analisados ficou em 156,47 metros, a mínima é 80 metros e a máxima 408 metros. Observou-se que, com o decorrer das décadas, a profundidade das novas perfurações se acentuou também.

Os 5 poços analisados do aquífero Guarani possuem profundidade média de 742 metros, sendo o de menor profundidade com 580 metros e o de maior com 850 metros, localizados no território rural.

O Oxigênio Dissolvido baixo para as águas dos dois aquíferos pesquisados (Tabela 1), justifica-se por que são recursos hídricos que passaram por processos químicos e físicos de filtração e interação com outras moléculas onde o O² basicamente torna-se um combustível para várias destas reações químicas, e conforme vai se infiltrando para a zona saturada a disponibilidade de OD torna-se mais baixa devido a estes processos.

O. D. SASG	O. D. SAG
Máxima: 8,84	Máxima: 7,06
Mínima: 3,14	Mínima: 2,0
Média: 6,01	Média: 5,37

Tabela 1: Oxigênio Dissolvido para poços SASG/SAG
Fonte: Autores

Para o parâmetro físico turbidez os 3 poços que apresentaram alteração encontram-se na zona rural, observamos que a condutividade elétrica para tais poços estava em 227,0; 353,0 e 186,9 respectivamente demonstrando alta taxa de sólidos totais dissolvidos nas amostras colaborando para a alteração na turbidez.

Conforme sumário estatístico dos 105 poços do SASG, (Quadro 1) para quinze (15) e três (3) amostras apresentaram alterações para pH e turbidez respectivamente. Para as alterações no pH, 10 poços estão no perímetro rural e 5 no perímetro urbano. Para as 8 amostras que o pH apresentou-se ácido (abaixo de 6,0) percebemos que o NO³⁻ esteve presente com concentrações variadas desde 0,66 a 6,99mg/L com média para tais poços em 4,21 mg/L, este resultado demonstra que a probabilidade de águas superficiais estarem infiltrando nos poços é alta, pois em águas subterrâneas a concentração natural máxima está em cerca de 2,5mg/L, concentrações acima demonstram alguma alteração ou perturbação ambiental na área ou proximidades, desta forma, recursos hídricos superficiais com pH ácido misturam-se com as águas subterrâneas, conseqüentemente baixando o pH (CARASEK, 2016). Para todos os poços que apresentaram alterações com pH abaixo de 6,0 possuem potenciais agentes contaminantes e com fontes de NO³⁻ no entorno: (fossa negra, 30 metros, aviário a 20 metros, dentro de área de horta experimental, açude a 7 metros, lavoura 50 metros, fossa negra a 15 metros, dentro de área de plantio, fossa negra a 10 metros, dentro de área de posto de combustíveis, fossa negra a 50 metros, córrego urbano a 20 metros, lava-carros a 10 metros. Para os 8 poços em questão somente 3 apresentaram coliformes totais em concentrações baixas (1,0 e 4,2 NNP/100mL) demonstrando que a ocorrência de infiltração direta de águas superficiais é improvável, sendo mais plausível a ocorrência por saturação do solo nas áreas onde os poços estão inseridos colaborando diretamente para a alteração do pH.

Para os 7 poços que apresentaram pH alcalino acima de 9,5 buscamos um possível agente ou fatores ambientais que colaborassem diretamente ou indiretamente com tal anormalidade para as águas do SASG mas somente a condutividade elétrica apresentou-se positivamente relacionada para os resultados demonstrando-se alta (C.E = 147,9 a 339 com média para os 7 poços de = 202,14), investigamos a possibilidade de misturas

das águas do SASG com o SAG mas descartamos para tais poços pois analitos comumente encontrados no SAG não foram observados nas amostras dos 7 poços em questão.

Outros analitos não investigados nesta pesquisa provavelmente estão gerando a alteração do pH. As características naturais das águas mantêm-se com pH entre 5,5 a 8,5, (CPRM, 2012) (exceto para anomalias ambientais de áreas específicas como no caso o pH dos recursos hídricos do SAG que normalmente apresenta-se acima de 8,5) mas podem ser alteradas em função do uso e ocupação do meio físico. A disposição inadequada de resíduos domésticos, industriais, de mineração, a utilização de pesticidas e fertilizantes constituem as principais fontes de poluição ou contaminação dos recursos hídricos e por consequência podem gerar a alteração do pH.

Parâmetro	Unidade	Média	Mínimo	Máximo	*V.M.P.	Nº de Poços acima do V.M.P.
pH		7,40	4,32	9,90	6,0 a 9,50	15
Turbidez	**UT	1,17	0,00	18,00	5,000	3
CE	µS/cm	202,02	44,60	747,00		-
Alcalinidade	Mg/L	80,90	0,00	305,60		-
Cloreto	Mg/L	4,41	0,00	57,23	250	-
Flúor	Mg/L	0,28	0,00	0,98	1,50	-
Sulfato	Mg/L	12,87	0,00	115,24	250	-
Potássio	Mg/L	2,69	0,00	24,40		-
Sódio	Mg/L	32,41	0,00	142,00	200	-
Cálcio	Mg/L	17,70	3,50	60,38		-
Magnésio	Mg/L	2,19	0,005	14,46	***N.P.E	-
Ferro	Mg/L	0,25	0,004	1,92	0,300	20
Manganês	Mg/L	0,11	0,008	0,86	0,01	32
Colif. Totais	NNP/100mL	41,65	0,00	435,20	Ausência	56
C. E. Coli	NNP/100mL	2,68	0,00	155,30	Ausência	11
Nitrato	Mg/L	2,31	0,01	7,72	10,0	-
Benzeno	Mg/L	0,00	0,00	0,00	5	-
Tolueno	Mg/L	0,00	0,00	0,00	0,17	-
Etil-benzeno	Mg/L	0,00	0,00	0,00	0,2	-
Xilenos	Mg/L	0,00	0,00	0,00	0,3	-
Glifosato	µg/L	0,00	0,00	0,00	500	-

- Sem ocorrência de concentração acima do V.M.P. conforme Port. 2914/2011, MS.

*Valor Máximo Permitido

**Unidade de Turbidez

*** Não possui regulamentação brasileira específica para concentração de Mg

Quadro 1: Sumário estatístico das análises realizadas das águas subterrâneas para a área de estudo (oeste de SC)

Fonte: Autores

Conforme principais histogramas e médias foi observado a presença de Mg, Fe, Mn e NO³⁻ em todas as 100 amostras do SASG. Para os metais a resposta está diretamente associada à Formação Serra Geral, onde a composição da rocha tais estes metais são constituintes importantes, a presença nas águas subterrâneas provém do processo de intemperismo físico e químico do contato da água com a rocha carreando os metais e mineralizando cada vez mais o recurso hídrico chegando ao ponto de equilíbrio natural (CETESB, 2012). Conforme médias para os metais Mg, Fe e Mn observamos uma pequena diferença de concentração entre as zonas rural e urbana, corroborando para os resultados apresentados por Carasek (2016), onde a ocorrência de maior concentração para a zona rural foi atribuída ao fator da exploração das águas subterrâneas nesta área ser em menor escala justamente pelo menor número de poços em funcionamento comparado com a zona urbana. Conforme Bittencourt et al (2003) este fator influencia diretamente no tempo de residência da água subterrânea onde para a zona rural o tempo é maior comprado a zona urbana. Para o metal Mg e Mn a ocorrência nas águas subterrâneas dá-se de forma natural.

Para, 20 poços apresentaram concentrações acima da regulamentação brasileira conforme Portaria 2914 de 2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) onde para águas destinadas ao consumo humano recomenda-se concentrações de até 0,3mg/L. Dos 20 poços que apresentaram alterações 9 estão situados na zona urbana e 11 na zona rural. Buscamos analisar estatisticamente alguma relação entre os parâmetros analisados em laboratório e dados ambientais coletados em campo concluímos que os poços apresentam Fe de forma natural, mas para 5 os poços observamos problemas estruturais na construção civil onde possibilitam entrada de água superficial de forma direta para o interior do poço, sendo assim, como a concentração de Fe no solo da área de estudo possui teor alto, na ocorrência de precipitações pluviométricas de longo tempo ou de forte intensidade o Fe biodisponível no solo é carregado para o interior do poço colaborando para o aumento da concentração do metal, outro fator a ser considerado é a demanda de oxigênio disponível das águas superficiais influenciarem no processo de intemperismo químico acelerando os processos de oxidação das rochas ígneas liberando o Fe para o recurso hídrico, tais processos podem ter influência para os metais Mg e Mn.

Conforme padrão estabelecido pela Portaria 2914 de 2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), as águas analisadas se apresentam com boa qualidade e com referência de potabilidade em sua grande maioria.

Ainda, conforme Quadro 1, sumário estatístico das análises realizadas das águas subterrâneas para a área de estudo (Oeste Catarinense), a presença de coliformes fecais *Escherichia coli* foi positiva para 11 poços, sendo 8 para zona urbana e 3 para a zona rural, para coliformes totais dos 100 poços analisados 47 apresentaram contaminação por coliformes totais sendo 27 para a zona urbana e 15 para a zona rural, tais poços estão em desacordo referente a qualidade da água para consumo humano, conforme Portaria 2914 de 2011 MS.

Para as zonas urbanas os valores de coliformes fecais *Escherichia coli* variaram de 1,0 a 155,3 nmp/100m/L e para as rurais de 2,0 a 45,5 nmp/100m/L. Referente a coliformes totais a variação nas zonas urbanas e rurais foi de 1,00 a 2.419,6 (limite máximo de exatidão conforme método empregado), já para a média nas zonas urbanas ficou em 121,02 e para as rurais em 151. A grande concentração da população colabora para a produção de resíduos sólidos domiciliares o que afeta a qualidade da água (CARASEK, 2011). Para o restante da zona urbana bem como rural a forma mais comum de descarte de dejetos e esgotos domésticos é através de fossas negras, que por muitas vezes são subdimensionadas acometendo a área em sua volta com contaminantes saturando o solo e por consequência infiltrando para zonas saturadas de água subterrânea, atingindo poços mais vulneráveis conforme nível estático.

Apesar de somente 11 poços ter apresentado *Escherichia coli* é preocupante, pois destes, 7 são comunitários onde a principal utilização é para consumo humano e os outros 4 poços são particulares e nenhum poço possui sistema de tratamento, ou seja, a água é utilizada de forma in natura. Para as zonas rurais, somente 3 poços acusaram a presença de *Escherichia coli* alerta-se para o monitoramento constante, pois na grande maioria das propriedades a agropecuária prevalece, com a criação em confinamento de aves, suínos, gado de corte e leite além das áreas de plantio, todas estas práticas geram insumos como dejetos animais que por muitas vezes não há o descarte ou reutilização de forma consciente/adequada, onde o risco de contaminação dos solos, rios, lagos e por consequência as águas subterrâneas pode ocorrer.

Os microrganismos patogênicos podem sobreviver no solo por períodos de dias, meses e até anos, pois possuem em seu ciclo de vida formas de resistência que os protegem dos efeitos adversos do ambiente, tais

quais podem ser carreados juntamente com as águas superficiais até atingirem as zonas saturadas das reservas hídricas subterrâneas.

Outro fato que desperta o grande cuidado com as águas subterrâneas das zonas rurais e a relação com coliformes é o uso indiscriminado de antimicrobianos na produção animal em confinamento, onde tem desencadeado o aumento de microrganismos resistentes, os quais podem ser transportados para as águas superficiais e subterrâneas e, por conseguinte utilizada no uso de lavagem de alimentos (frutos, vegetais, grãos) e sistemas de armazenamento de laticínios que em seguida são revendidos no mercado regional, de forma in natura, pois, em caso de contaminação do recurso hídrico por coliformes podem se tornar potenciais contaminantes em larga escala, isso sem levar em consideração alguns tipos de vírus que não foram abordados nesta pesquisa onde há indícios de que podem percolar e atingir as águas subterrâneas, explicando os casos de hepatite em pessoas que consomem água de poço na zona rural (BERTONCINI, 2008).

Amostras de *Escherichia coli* resistentes a antimicrobianos têm sido observadas em águas subterrâneas (Mckeon et al., 1995; Gallert et al., 2005), rios (Webster et al., 2004) e esgoto (Reinthaler et al., 2003). Conforme Nanni (2014) a ocorrência de contaminações potenciais do SASG para a área de estudo é alta devido ao perfil econômico e agroindustrial, além do crescimento populacional que acompanha o desenvolvimento econômico da região.

Em nossa pesquisa buscamos analisar as concentrações de NO₃⁻, onde foi positivo para todos os 100 poços do Aquífero Serra Geral, tendo maior concentração para as zonas urbanas com média de 3,06 mg/L e 1,56 mg/L para as zonas rurais. Conforme resultados nenhuma das amostras extrapolou o limite máximo permitido conforme regulamentação do Ministério Saúde, Portaria 2914 de 2011, onde estipula para uso humano concentrações de até 10mg/L. Os poços que apresentaram valores altos acima de 5,0mg/L foram 6 para a zona rural e 12 para a zona urbana, e para 37 poços apresentaram concentrações acima de 3,0mg/L sendo 28 nas zonas urbanas e 9 nas rurais.

Nas zonas urbanas demonstram o quão alterado o ambiente se apresenta conforme resultados de NO₃⁻, fato explicado devido aos problemas urbanos como o excesso de fossas negras e a falta de sistema de captação de esgoto além de problemas de vazamentos e subdimensionamento dos sistemas de tratamento de esgoto residenciais e industriais, onde a liberação de águas com alta carga de nutrientes é despejada em ambientes naturais saturando rios e solos, e conseqüentemente a contaminação das águas superficiais, tais quais infiltrarão no subsolo sem a devida filtragem mecânica e química natural adequada, atingindo as águas subterrâneas. Outro fator refere-se a alta solubilidade do NO₃⁻ e a baixa retenção no solo colaborando diretamente para o aumento da concentração em águas subterrâneas.

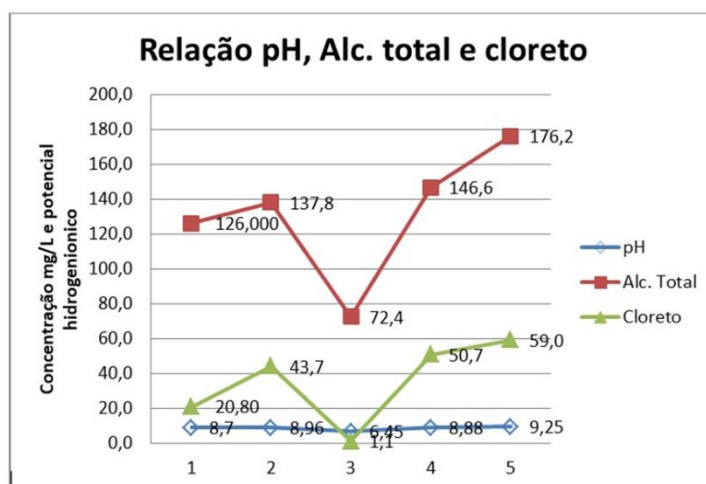
Os poços que apresentaram NO₃⁻ acima de 5,0mg/L no rural possuem uma relação referente a distância de criação de animais em confinamento e agentes de risco de contaminação, onde a maior distância é de 50 metros. A produção animal em confinamento em nossa região é uma prática setorial econômica, tal segmento gera insumos como dejetos que em grande parte dos casos o descarte e reutilização são feitas de forma inadequada.

Outro agravante é a falta de zonas ripárias e o uso de fertilizantes nitrogenados nas lavouras, pois, quando aplicado tais insumos no solo, o excesso pode ser lixiviado e conseqüentemente atingir áreas de

infiltração e de recarga de aquíferos bem como córregos e rios no entorno, quando não há mata ciliar e cobertura vegetal no entorno de áreas de plantio torna-se um agravante para o aumento da concentração de compostos nitrogenados nas águas subterrâneas, devido ao fato de não ocorrer a fixação pelas raízes de plantas, além de facilitar a lixiviação do excesso no solo, infiltrando-se juntamente com a água devido à alta mobilidade principalmente do NO₃⁻ (JU et al., 2006). A saturação do solo por compostos nitrogenados colabora diretamente para o aumento de NO₃⁻ nas águas subterrâneas, pois a filtragem natural ocorre pelo solo e quando saturado o processo de filtração acaba sendo ineficaz (CARASEK, 2016).

Em nossa pesquisa incluímos 5 poços do Sistema Aquífero Guarani, reserva hídrica que ainda em nossa região é pouco explorada devido a profundidade e dificuldade de atingir a Formação Botucatu, além de o valor de perfuração ser alto e em muitas vezes economicamente inviável para o setor agropecuário e para o consumo humano. Desta forma, as informações do SAG de no Oeste de Santa Catarina ainda precisam ser exploradas e discutidas. Referente a dificuldade de se perfurar poços no SAG em nossa região notadamente percebe-se, pois dos 5 poços, somente 1 é de uso coletivo e para consumo humano, o restante para a área agroindustrial.

Para o pH, o mínimo foi de 6,45, máximo de 9,25 e a média geral de 8,45. Para Cl⁻ a concentração nas amostras foi branda com mínimo de 1,1mg/L e máximo de 59,0mg/L e média geral de 35,07mg/L. A alcalinidade total mínima foi de 72,4mg/L e máxima de 176,2mg/L com média geral de 131,8mg/L. Analisamos a concentração de SO₄²⁻ nas amostras onde apresentaram as concentrações de <5,00mg/L, máxima de 134,7 e média geral de 113,63mg/L. O Na foi encontrado nas amostras e apresentou o mínimo de 0,7mg/L e máximo de 176,00 mg/L.



Quadro 2: Relação pH, Alcalinidade Total e cloreto
Fonte: Autores

Os resultados demonstram que o recurso hídrico se refere ao aquífero confinado pois o pH do SAG demonstra um aumento em relação à profundidade do topo do aquífero. Observa-se que conforme o pH aumenta, alcalinidade total e cloretos acompanham de forma exponencial. A presença de Cl⁻ refere-se a minerais como halita (NaCl) e silvita (KCl) onde possuem alta solubilidade e podem ser os responsáveis pela liberação deste ânion nas águas profundas do SAG (FREEZE; CHERRY, 1979).

Para o íon SO₄²⁻ diversos minerais podem ser responsáveis pela liberação ocorrida por dissolução. Os minerais gipso (CaSO₄.2H₂O) e anidrita (CaSO₄) são os mais comuns dos minerais sulfatados. Entretanto,

por ocorrerem geralmente em pouca quantidade no SAG, se torna necessário um maior tempo e profundidade de percolação para que o SO_4^{2-} se torne o ânion predominante (HISCOCK; BENSE, 2014; CETESB, 2001; SILVA, 1983).

Com relação ao Na a sua presença está relacionada devido a abundância deste metal alcalino no meio ambiente e sua solubilidade alta em água, desta forma o processo de infiltração das águas desde o solo até a percolação pela formação dos aquíferos enriquece e aumenta a concentração deste sal no recurso hídrico, além da ampla distribuição nas minerais fontes (CUSTÓDIO, 1976).

Os resultados para coliformes fecais (*Escherichia coli*) e totais das amostras dos 5 poços do SAG apresentaram valores negativos onde não acusaram a presença dos microorganismos, atendendo assim a Portaria 2914 de 2011 do MS. Os resultados eram esperados, pois o SAG possui uma barreira física que colabora para a filtragem mecânica e química das águas devido a formação Serra Gera se sobrepor ao SAG, além de que para a área de estudo o confinamento das águas do SAG é comprovado.

A importância do estudo do SAIG/SG de forma detalhada na região oeste de Santa Catarina é de necessidade política/ambiental, pois atualmente a grande exploração das águas subterrâneas na região se dá de forma desordenada, onde o SASG é a principal fonte de abastecimento (SCHEIBE; HIRATA, 2008). Sem a compreensão do sistema as águas subterrâneas continuarão sendo exploradas sem a devida atenção e responsabilidade para a proteção de um bem finito e importante para o futuro das gerações.

CONCLUSÕES

Através de indicadores microbiológicos e físico-químicos foi possível verificar que no que se refere ao aquífero SASG, este atende os critérios e as funções do uso social, econômico e ambiental. Enquanto que as águas do SAG não atendem, principalmente pelo excesso de sódio encontrado em alguns poços. A água nesse território é vista como recurso e a exploração dos aquíferos é uma fonte mais barata do que a recuperação das águas superficiais.

Outra questão que precisa ser acrescentada aqui é a despreocupação com os poços improdutivos e ou secos e abandonados, encontrados nos trabalhos de campo: são fontes diretas de poluição das águas subterrâneas.

De forma geral a qualidade das águas do SAG para a área de estudo demonstra-se satisfatórias para o uso coletivo humano.

Os resultados encontrados neste trabalho apontam para a necessidade de mais estudos no Oeste Catarinense e em todo Estado, que abordem a gestão integrada e compartilhada dos recursos hídricos nas bacias ou regiões hidrográficas estabelecidas nesse território.

Percebeu-se também que não há, por parte dos proprietários dos poços, uma preocupação com a limpeza, proteção e manutenção constante dos mesmos, entendendo que não é necessário. Serviços de limpeza, manutenção e prevenção dos poços poderiam ocorrer, pelo menos, a cada quatro anos, onde é possível observar problemas de oxidação e infiltração, conclui-se que há necessidade de medidas mitigatórias com extrema urgência nesse sentido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bertoncini, E. I. Tratamento de efluentes e reuso da água no meio agrícola. *In: Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária*. São Paulo- SP, junho de 2008.
- Bittencourt, A.V.L et al. Influência dos Basaltos e de misturas com águas de aquíferos sotopostos nas águas subterrâneas do Sistema Aquífero Serra Geral na Bacia do Rio Piquiri, Paraná – BR. *Rev. Águas Subterrâneas*, n. 17, p.67-75, 2003.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF, 2011.
- Carasek, F. L. Análises físico-química das águas subterrâneas do município de Chapecó-SC. Unochapecó: Junho de 2011.
- Carasek, Fábio Luiz. Qualidade da água subterrânea do Sistema Aquífero Serra Geral na região Oeste do Estado de Santa Catarina, Brasil. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Unochapecó, 2016.
- CETESB. (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) (São Paulo). Qualidade das águas subterrâneas 2013-2015 no Estado de São Paulo. São Paulo: CETESB, 2012. B - - (Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103). Disponível http://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/wp-content/uploads/sites/13/2013/11/Cetesb_QualidadeAguasSubterraneas2015_Web_20-07.pdf Acesso 12-11-2017.
- CETESB. Água subterrânea e poços tubulares. São Paulo: CETESB, 2001. 481 p.
- CPRM, Serviço Geológico do Brasil. MACHADO, José Luiz Flores. Mapa hidrogeológico do Estado de Santa Catarina . – Porto Alegre : CPRM, 2012. 1 CD-
- Custódio, E. & Llamas, M. R. Hidrologia Subterrânea. Barcelona, Omega, t.1, 1976.
- FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Governo do Ceará. Software QualiGraf. Fortaleza, CE, 2015. Disponível <http://www3.funceme.br/qualigraf/>. Acesso 20-10-2017.
- Gallert, C.; Fund, K.; Winter, J. 2005. Antibiotic resistance of bacteria in raw and biologically treated sewage and in groundwater below leaking sewers. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 69: 106-112.
- Hiscock, Kevin M.; Bense, Victor F. *Hydrogeology: Principles and practice*. 2. ed. Oxford: Wiley Blackwell, 2014. 545 p.
- Ju, X.T. et al. Nitrogen balance and groundwater nitrate contamination: Comparison among three intensive cropping systems on the North China Plain. *Environmental Pollution*. n. 43, v. 1, p. 117-125, sep. 2006.
- Mckeon, D. M.; Calabrese, J. P.; Bissonnette, G. K. 1995. Antibiotic resistant gram-negative bacteria in rural groundwater supplies. *Water Research*, 29 (8): 1902-1908.
- Nanni, A. S. Tipos de Aquíferos: aquíferos em Santa Catarina. Notas de aula da disciplina de Hidrogeologia. - UFSC: Florianópolis, 2014.
- Nicolai, G. Avaliação das concentrações de nitratos na água subterrânea do município de Chapecó – SC. 2001. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- Nicolai, Gilberto. (1998) Determinação físico/químico e bacteriológico da água de poços artesianos no município de Chapecó – SC. Chapecó: UNOESC, 1998. 51p. TCC graduação, Biologia.
- Reinthaler, F. F. *et al.* 2003. Antibiotic resistance of *Escherichia coli* in sewage and sludge. *Water Research*, 37: 685-1690.
- ROM. – (Cartas Hidrogeológicas Estaduais). ISBN 978-85-7499-208-2.
- Scheibe, L.F.; Hirata, Ricardo C. A.. Contexto tectônico dos Sistemas Aquíferos Guarani e Serra Geral em Santa Catarina: uma revisão. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**, 15., 2008, Natal. Anais.... São Paulo: ABAS, 2008. p. 1 - 14. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23794>. Acesso 25-01-2018.
- Silva, R.B.G. Estudo Hidroquímico e Isotópico das Águas Subterrâneas do Aquífero Botucatu no Estado de São Paulo. Tese de Doutorado. IGC/USP. 1983. 133 p.

Webster, L. F. *et al.* 2004. Identification of sources of *Escherichia coli* in South Carolina estuaries using antibiotic resistance analysis. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 298: 179-195.