

CARACTERÍSTICAS DAS ÁGUAS DOS AQUIFEROS SERRA GERAL E GUARANI NO OESTE DE SANTA CATARINA

Facco Janete¹; Carasek Fabio Luiz²; Oliveira Junior Sival Francisco de³; Scheibe Luiz Fernando⁴; Smaniotto Mariano⁵; Klock Adriana Lídia Santana⁶

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

² Biólogo, pesquisador Projeto Rede Guarani/Serra Geral fabicarasek@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 Doutora, Química, Lab. de Águas, Epagri, Chapecó- SC e-mail adrianaklock@epagri.sc.gov.br

Palavras-chave: Águas subterrâneas; Diagrama Piper; Água para irrigação.

INTRODUÇÃO

Oeste de Santa Catarina sempre teve sua base da economia atrelada à agricultura e criação de animais e à disponibilidade dos recursos hídricos. Primeiro com a extração da erva-mate, em seguida o ciclo da madeira, logo após a agricultura e criação de suínos (conjugada à produção de milho, soja e trigo). Já na década de 1970 ocorre a implantação da criação em grande escala de aves e perus para suprir as agroindústrias de transformação. A partir do ano 2000, muitos produtores de aves e suínos migraram para as bacias leiteiras e criação de aves para produção de ovos também. Com a produção em escala através do sistema de fomento e integração pelas agroindústrias e por sistemas de cooperativas, surgiram novos nichos de mercado, como hortigranjeiros, moveleiros, de embalagens, metal mecânico entre outros, todos, com necessidade de consumo de muita água. Esses são fatores que influenciaram a utilização das águas subterrâneas no município de Chapecó, desde a década de 1960.

Considerando o modelo econômico, o aumento populacional e a despreocupação das autoridades competentes por legislar e fazer a gestão integrada dos recursos hídricos, somado ao desinteresse dos cidadãos pela preservação das águas superficiais no território, é que se constatou que a importância dos usos das águas subterrâneas não se dá apenas para a manutenção do sistema econômico local, no passado e no presente, mas também para dessedentação animal e consumo humano.

Diante do exposto, desenhou-se o objetivo dessa pesquisa, que foi o de caracterizar as águas dos aquíferos Serra Geral e Guarani no Oeste Catarinense. O intuito foi pesquisar também se as águas dos aquíferos Serra Geral e Guarani podem ser utilizadas na irrigação.

METODOLOGIA

Foram coletadas águas de 105 poços nas Regiões Hidrográficas 1 e 2, correspondentes ao Oeste Catarinense.

Para representar a classificação das águas quanto ao domínio de cátions e ânions, aplicou-se o programa QualiGraf, que está disponível gratuitamente no site da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME (<http://www3.funceme.br/qualigraf/>). O Diagrama de Piper foi utilizado para análise

hidroquímica das águas, o Diagrama USSSL (United States Salinity Laboratory) para classificação da água para irrigação (programa QualiGraf), (FUNCEME, 2015).

Quanto ao Diagrama de Classificação da água para irrigação USSSL- United States Salinity Laboratory, baseia-se na razão de adsorção de sódio (SAR) e na condutividade elétrica (CE) da água (FUNCEME, 2015). As categorias de água para irrigação segundo o USSSL são:

C0: águas de salinidade fraquíssima, que podem ser utilizadas sem restrições para irrigação;

C1: águas de salinidade fraca, CE compreendida entre 100 e $\mu\text{mhos/cm}$ a 25°C (sólidos dissolvidos: 64 a 160 mg/l). Podem ser utilizadas para irrigar a maioria das culturas, na maioria dos solos, com pequeno risco de incidentes provenientes da salinização do solo, exceto se a permeabilidade do solo for extremamente fraca;

C2: águas de salinidade média, CE entre 250 e $750 \mu\text{mhos/cm}$ a 25°C (sólidos dissolvidos: 160 a 480 mg/l). Devem ser usadas com precaução, podendo ser utilizadas em solos silto-arenosos, siltosos ou areno-argilosos quando houver uma lixiviação moderada do solo. Os vegetais de fraca tolerância salina podem ainda serem cultivados na maioria dos casos;

C3: águas de alta salinidade, CE entre 750 e $2250 \mu\text{mhos/cm}$ a 25°C (sólidos dissolvidos: 480 a 1440 mg/L). Só podem ser utilizadas em solos bem drenados. Mesmo em solos bem cuidados, devem ser tomadas precauções especiais para evitar a salinização, e apenas os vegetais de alta tolerância salina devem ser cultivados;

C4: águas de salinidade muito alta, com CE entre 2250 e $5000 \mu\text{mhos/cm}$ a 25°C (sólidos dissolvidos: 1440 a 3200 mg/L). Geralmente não servem para irrigação, podendo ser, excepcionalmente, utilizadas em solos arenosos permeáveis, bem cuidados e abundantemente irrigados. Apenas os vegetais de altíssima tolerância salina podem ser cultivados nestas condições;

C5: águas de salinidade extremamente alta, CE entre 5000 e $20000 \mu\text{mhos/cm}$ a 25°C (sólidos dissolvidos: 3200 a 12800 mg/L). São águas utilizáveis apenas em solos excessivamente permeáveis e muito bem cuidados. A única exceção, o cultivo de palmeiras;

S1: águas fracamente sódicas. Podem ser utilizadas em quase todos os solos com fraco risco de formação de teores nocivos de sódio susceptível de troca. Se prestam ao cultivo de quase todos os vegetais;

S2: águas medianamente sódicas, apresentam perigo de sódio para solos de textura fina e forte capacidade de troca de cátions. Podem ser utilizados nos solos de textura grosseira ou ricos em matéria orgânica), com boa permeabilidade;

S3: águas altamente sódicas. Há perigo de formação de teores nocivos de sódio na maioria dos solos, salvo os gipsíferos. Exigem tratamento especial do solo (boa drenagem, lixiviação e presença de matéria orgânica), e podem ser utilizadas em vegetais com alta tolerância ao sódio;

S4: águas extremamente sódicas, geralmente imprestáveis para a irrigação, salvo se a salinidade global for fraca, ou pelo menos média. Podem ser aplicadas em solos altamente drenáveis ricos em carbonatos.

Em relação às culturas e quanto ao grau de tolerância à salinidade da água, esse método assim classifica, (FUNCEME, 2015):

- **POUCO TOLERANTES:** laranja, limão, maçã, pera, amora, etc...
- **TOLERANTES:** uva, tomate, couve-flor, cebola, alfafa, trigo, arroz, girassol, azeitona, aveia, etc...

- MUITO TOLERANTES: aspargo, espinafre, algodão, cevada, etc...

ANÁLISE DOS RESULTADOS

O diagrama de Piper (Figura 1) definiu a distribuição das águas do SASG, onde as informações foram apresentadas em mg/L dos microcomponentes iônicos.

Perfazendo 96% das amostras analisadas, as águas bicarbonatadas é a principal característica do SASG com teor médio do íon de 68,23 mg/L, com valores para os 100 poços entre 0,00 e 173,20 mg/L, são águas que apresentam pouco tempo de residência, com recarga relacionada às precipitações pluviométricas através do manto de intemperismo (ATHAYDE, 2013).

Das 100 amostras coletadas do SASG a classificação apresentou-se com 38% bicarbonatadas sódicas. Em águas superficiais o sódio é frequentemente atribuído a contaminações antrópicas, o que pode ocorrer em alguns poços pouco profundos, cujo tempo de residência das águas é menor em face de sua constante renovação. Águas bicarbonatadas sódicas encontradas no SASG também sugerem a conexão com o SAG, entretanto é importante salientar que para a área de estudo é pouco provável, pois, o nível estático dos poços do SAG estão em torno de 350 metros (CARASEK, 2016). Com isso, dificulta o processo de mistura e alteração na composição química do SASG, apesar de que poços profundos que atingem o SAG, possuem seu recurso hídrico afetado devido a entradas de água do SASG que não foram isoladas. Outra fonte provável do sódio pode ocorrer do mineral zeólita (ATHAYDE, 2013), que ocorre em pequenas proporções nas rochas basálticas como a analcima onde o Na corresponde a cerca de 14,08% da composição deste mineral (MACHADO, et al, 2017).

Para 33% das amostras a classificação foi como bicarbonatadas cálcicas (concentração média de cálcio 17,70 mg/L). Estão diretamente relacionadas ao arcabouço químico-mineralógico do aquífero, pois reflete a remoção do cálcio dos plagioclásios e minerais ferromagnesianos dos basaltos (MACHADO, et al, 2017). A solubilidade do Ca^{2+} em águas naturais está vinculada à presença de espécies carbônicas dissolvidas como H_2CO_3 , HCO_3^- e CO_3 como produto da hidrólise dos silicatos dos basaltos.

Na sequência apresentam-se com 25% águas bicarbonatadas mistas onde englobam desde bicarbonatadas cálcio–magnesianas à bicarbonatadas cálcio–sódicas, para sódicas cloretadas somente 2% e 1% para sódicas mistas. Para as duas últimas classificações é provável uma alteração hidroquímica de efeito antrópico como a ocorrência de contaminação por esgotos ou produtos utilizados em sistemas de limpeza (detergentes e desengraxantes químicos). Segundo Feitosa e Manoel Filho (1997), a água subterrânea, ao lixiviar os solos e as rochas, enriquece em sais minerais em solução, provenientes da dissolução dos seus minerais.

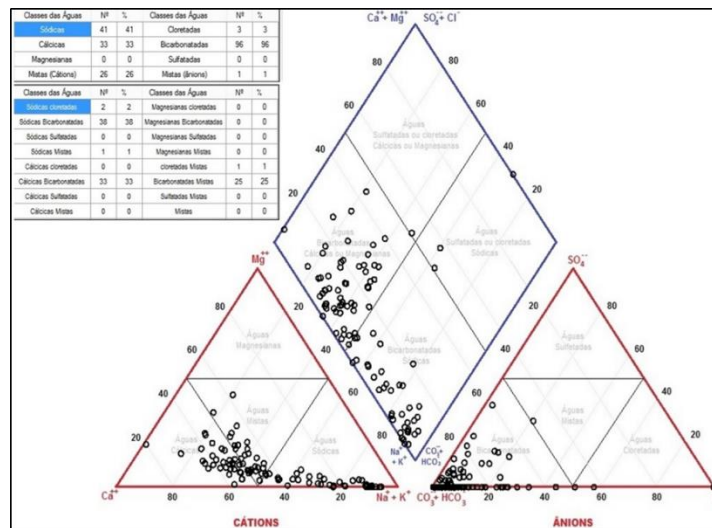


Figura 1: Diagrama Piper para poços SASG
Fonte: Autores

A classificação das águas do Sistema Serra Geral para irrigação, na área de estudo, ocorre a presença de rochas vulcânicas ácidas e básicas da Formação Serra Geral e o aquífero é do tipo fissural. Essas rochas apresentam uma variedade mineralógica, fornecendo minerais fontes para a água subterrânea. A constituição geológica de um aquífero determinará a qualidade da água, a capacidade de armazenamento e movimentação da água ao meio, (AUZANI, 2010).

“A avaliação da qualidade da água para fins de irrigação foi obtida pela aplicação do diagrama que relaciona a razão de adsorção de sódio (RAS) com a condutividade elétrica da água, indicando os riscos potenciais de sódio e salinidade” (ATHAYDE, 2011, p.1018).

Em geral as águas possuem baixa CE e baixo Sódio, o que permite que sejam utilizadas sem grandes problemas, esse baixo Sódio e CE são típicos do Serra Geral em áreas mais próximas da recarga, com menor tempo de percolação (quanto mais percola mais rico em sais e com isso aumenta a CE). A influência do SAG também pode prejudicar, pois ele é mais rico em sais. “A água de salinidade baixa pode ser utilizada para a irrigação da maior parte das culturas em qualquer tipo de solo, com muito pouca probabilidade de provocar salinização” (AUZANI, 2010, p. 114).

O diagrama da Figura 2 mostra a qualidade da água para irrigação utilizando as amostras de água subterrânea coletadas nos 100 poços tubulares. Desses, observa-se que:

- 19 poços têm risco nulo (C0-S1) com valores de condutividade abaixo de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Devido à escala do gráfico estas amostras não estão representadas.
- 55 poços têm riscos de sódio baixo e risco de salinidade baixa (C1-S1).
- 17 poços possuem risco de sódio baixo e de salinização médio (C2-S1).
- 9 poços possuem valores de sódio ou salinidade que indicam restrições.

Estes poços estão distribuídos da seguinte maneira:

- 8 poços têm risco de sódio médio e risco de salinidade média (C2-S2).
- 1 poço tem risco de sódio alto e salinidade médio (C2-S3).

Importante destacar que o uso da água subterrânea para irrigação é limitado pelos efeitos adversos ao solo e plantas, relacionados à presença de substâncias dissolvidas na água, associados à salinidade total da água e ao conteúdo de sódio em solução, (ATHAYDE, 2011).

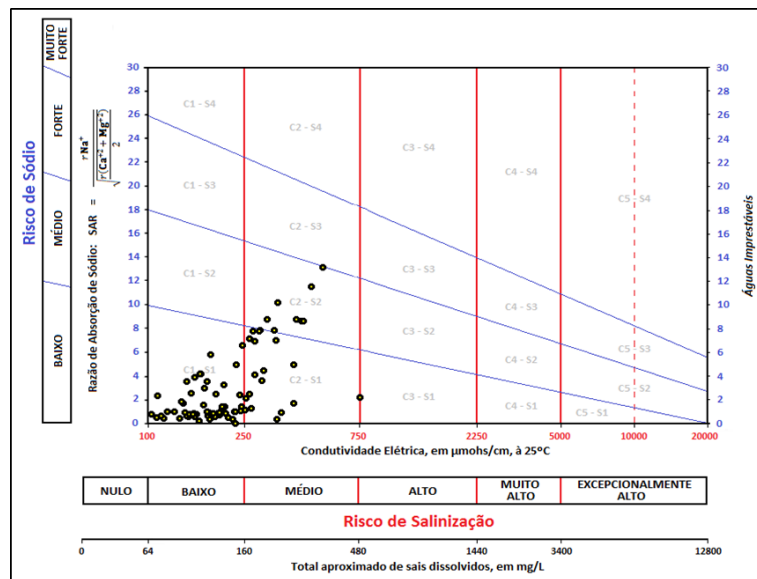


Figura 2: Classificação das águas do SASG para Irrigação
Fonte: Autores

Conforme a classificação para o tipo da água para os 5 poços tubulares profundos do SAG, o Diagrama de Piper (Figura 3) classificou-as no grupo de águas sódicas, subdividindo-as em 3 amostras como sódicas magnesianas sulfatadas e 2 amostras como sódicas magnesianas mistas. Em relação aos íons, 60% das amostras foram identificadas como sendo águas sulfatadas e 40% mistas (ânions).

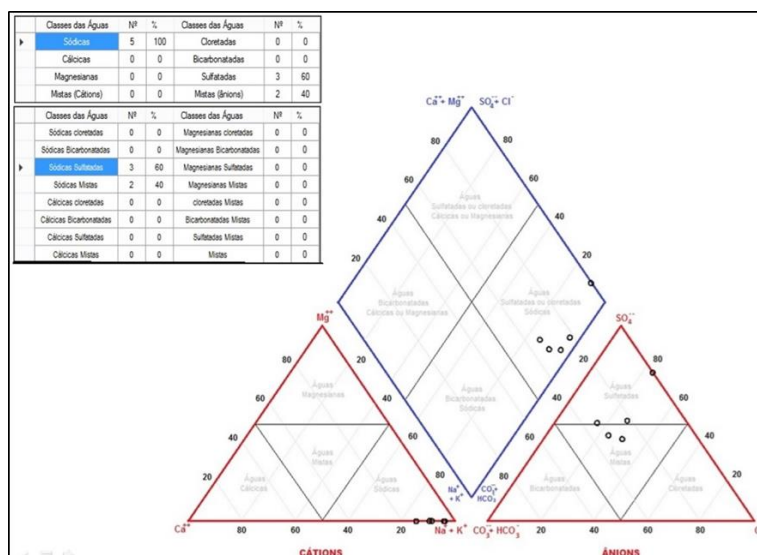


Figura3: Diagrama de Piper para águas do SAG
Fonte: Autores

O diagrama da Figura 4 identifica a qualidade da água para irrigação utilizando as amostras de água subterrânea coletadas nos 5 poços tubulares do SAG. Desses, observa-se que: Os 5 poços possuem valores de sódio ou salinidade que indicam restrições. Estes poços estão distribuídos da seguinte maneira:

- um poço tem risco de médio sódio e baixo risco de salinidade. Para P3, a concentração de sódio foi de 158 mg/L com CE de 159,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (C1-S2).
- um poço com 21 mg/L de sódio, tem risco de sódio muito alto e médio risco de salinidade (C2- S4), (P4)
- um poço com condutividade entre 750 à 2.250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ tem risco de salinidade alto (C3- S1), (P1). Para tal poço a CE apresentou-se em 766 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- um poço, (P2) apresentou risco de sódio médio e risco de salinização alto, com CE em 798 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e para o cátion sódio 158 mg/L (C3S2).
- um poço tem risco de salinidade alta e risco de sódio muito alto. Para sódio a concentração foi de 176 mg/L com CE em 754 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (C3-S4).

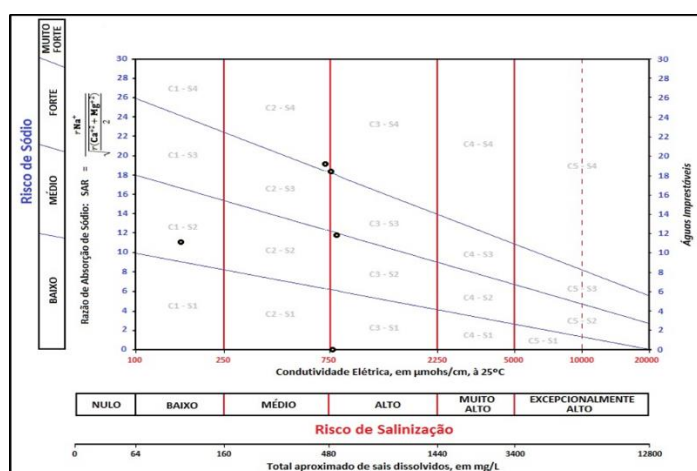


Figura 4: Classificação das águas do SAG para Irrigação
Fonte: Autores

CONCLUSÕES

Das 100 amostras coletadas do SASG a classificação apresentou-se com 38% bicarbonatadas sódicas; 25% águas bicarbonatadas mistas; 33% das amostras a classificação foi como bicarbonatadas cálcicas (concentração média de cálcio 17,70 mg/L); sódicas cloretadas somente 2% e 1% para sódicas mistas.

Dos 100 poços do SASG, 19 têm risco nulo de sódio; 72 poços têm riscos de sódio baixo e 9 poços possuem valores de sódio ou salinidade que indicam restrições.

Os 5 poços do SAG, possuem valores de sódio ou salinidade que indicam restrições, ou seja, não são indicados para irrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Athayde, G. B. et al. Estudo sobre os tipos das águas do aquífero Serra Geral, no município de Marechal Cândido Rondon – PR. *In: Águas Subterrâneas*, v.21, n.1, p.111-122, 2007. Disponível https://www.researchgate.net/publication/276383275_ESTUDO SOBRE OS TIPOS DAS AGUAS DO AQUIFER O SERRA GERAL NO MUNICIPIO DE MARECHAL CANDIDO RONDON - PR. Acesso 12/12/2017.
- Athayde, G. B. et. Al. Aptidão das águas do SASG no Estado do Paraná. *In: XIII Congresso Brasileiro de geoquímica. III Simpósio de Geoquímica dos Países do Mercosul*. 9/14 de Outubro de 2011: Gramado, RS, Brasil. Disponível www.sbgq.org.br/index.php?option=com_phocadownload&view...483&id. Acesso 14/12/2017.

Auzani, Gislaine, M.. Uso da terra e caracterização hidropedológica na região de Vila Kramer, São Francisco de Assis – RS. Tese de doutorado. Santa Maria, RS, 2010. Disponível <http://w3.ufsm.br/ppgcs/images/Teses/GISLAINE-MOCELIN-AUZANI-TESE.pdf>. Acesso 23-12-2017.

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.

Feitosa, Fernando A.; Manoel Filho, João. (Org). Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. 2ª Edição. – Fortaleza: CPRM/REFO, LABHID – UFPE, 2000. 391 p.

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.

Machado, F.B.; et al. Enciclopédia Multimídia de Minerais. (2017) [on-line].ISBN: 85-89082-11-3 Disponível <http://www.rc.unesp.br/museudpm..> Acesso em 13-12-2017.