



Ciência e Natura

ISSN: 0100-8307

cienciaenaturarevista@gmail.com

Universidade Federal de Santa Maria

Brasil

Fleig Saidelles, Ana Paula; Alves Paim, Rosana; Paim Benedetti, Ana Caroline; Kirchner, Rosane Maria; Cruz Copetti, Andre Carlos; Stoll Moraes, Beatriz

Indicativo sobre possíveis problemas de potabilidade em poços no município de Alegrete-RS

Ciência e Natura, vol. 36, núm. 3, septiembre-diciembre, 2014, pp. 511-518

Universidade Federal de Santa Maria

Santa Maria, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467546174027>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Indicativo sobre possíveis problemas de potabilidade em poços no município de Alegrete-RS

Indicative of possible problems potability from wells in the city of Alegrete-RS

Ana Paula Fleig Saidelles¹, Rosana Alves Paim², Ana Caroline Paim Benedetti³,
Rosane Maria Kirchner⁴, Andre Carlos Cruz Copetti⁵, Beatriz Stoll Moraes⁶

^{1, 5, 6} Universidade Federal do Pampa, São Gabriel, Brasil

² Mestranda, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, UFRGS. Porto Alegre, Brasil

³ Curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento, Santa Maria, Brasil

⁴ Universidade Federal de Santa Maria. Campus Palmeira das Missões, Brasil

Resumo

Nos últimos tempos, as ações antrópicas estão sendo apontadas como responsáveis por inúmeros problemas para saúde humana. O principal objetivo deste trabalho foi verificar indicativos para possíveis problemas da potabilidade de poços artesianos no município de Alegrete-RS. As amostras foram coletadas nos anos de 2011 e 2012, em diferentes localidades do município. Estas foram analisadas no laboratório de química e bioquímica da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), pelo método de potenciometria e titulação, onde os parâmetros analisados foram: pH, alcalinidade, cloretos e Ca^{2+} . Foram coletadas e analisadas 35 amostras e os resultados foram comparados com os órgãos vigentes. Algumas amostras apresentaram o pH abaixo do permitido, duas amostras com valores de alcalinidade acima do estabelecido e duas amostras abaixo do limite de detecção para técnica de alcalinidade. A análise de correlação identificou as variáveis com relação significativa entre a alcalinidade e Ca^{2+} , bem como entre alcalinidade com cloreto. Entretanto a profundidade e o pH não foram correlacionados com os outros parâmetros estudados. De acordo com esses resultados pode-se concluir que a água do município, apesar de algumas exceções, nestes parâmetros encontra-se dentro dos limites estabelecidos pela norma do Ministério da Saúde 2914/2011.

Palavras-chave: Alegrete; Águas; Parâmetro físico-químico.

Abstract

In recent times, anthropogenic actions are being identified as responsible several problems to human health. The main focus of this study was to check the quality of the water from drilled wells consumed in the city of Alegrete-RS, by analyzing some physicochemical parameters and correlation among them. The samples were collected during the years 2011 and 2012 in different locations of the city. These samples were collected and analyzed at the chemistry and biochemistry from the Federal University of Pampa (UNIPAMPA), using the potentiometric titration method where the considered parameters were: pH, alkalinity, chlorides and Ca^{2+} . A total of 35 samples were analyzed and the results were compared with those from the official agencies. Some samples showed a pH below the allowed limit, two samples with alkalinity values above the established parameters and, two other samples below the detection limit for the alkalinity technique. The correlation analysis identified the variables with significant relation between alkalinity and Ca^{2+} and also, between alkalinity and chlorides. However, depth and pH were not correlated with the other considered parameters. According to these results, we can concluded that the water in the city, despite some exceptions, these parameters lies within the limits established by the Ministry of Health 2914/2011 standard.

Keywords: Alegrete, water, physicochemical parameters.

1 Introdução

A água é considerada um recurso natural limitado e sua disponibilidade é cada vez menor, e pode ser considerada como muito importante para o surgimento e manutenção da vida (BARRETO & GARCIA, 2010). A preocupação com a contaminação das águas superficiais e subterrâneas tem crescido, principalmente quando relacionado com o consumo humano (MARQUES et al., 2007) e seu uso inadequado tem contribuído crescentemente na contaminação e escassez deste recurso, além de poder provocar problemas de saúde pública.

Vários são os fatores considerados como desencadeantes da poluição hídrica, como o crescimento urbano da população e o desenvolvimento tecnológico e industrial (SILVA, 2009), sendo esta última que causa maior preocupação para a sociedade, visto que pode comprometer as fontes de água doce disponíveis.

Considerando que a quantidade de água existente sobre a terra (aproximadamente 1,37 milhões de km³) encontra-se de forma de fácil para o consumo isso não seria um grande problema. Entretanto, a água total se divide em 97,2% de água salgada, 2,1% de neve ou gelo, 0,6% de água doce e o restante se encontra na forma de vapor atmosférico (FERREIRA, 2008).

Segundo Hidrata et al.(2008), a poluição de aquíferos é compreendida como a degradação das águas subterrâneas pela perda da qualidade potável quando a água apresenta níveis de concentração de substâncias nocivas superiores aos padrões de qualidade estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

Os maiores problemas de contaminação dos recursos hídricos em regiões rurais podem ser apontados os fertilizantes, esgotos domésticos e excrementos de animais (MIRLEAN et al., 2005). Normalmente, estes escorem

para os aquíferos sem tratamento, podendo infiltrar no solo atingindo o lençol freático ou cair diretamente nas águas superficiais e subterrâneas. Nessas regiões os efeitos da poluição são significativos por causa da ausência de outras opções de abastecimento (MIRLEAN et al., 2005).

Embora dependa da água para sobrevivência, a sociedade polui e degrada este recurso, provocando perdas na quantidade e principalmente na qualidade da água. A preservação da qualidade da água é fundamental para o equilíbrio aquático e o abastecimento da população.

Frente ao acima exposto, o presente trabalho tem como objetivo foi verificar indicativos para possíveis problemas da potabilidade de poços artesianos no município de Alegrete-RS, através de análises de parâmetros físico-químico, bem como realizar a correlação entre as mesmas.

2 Material e métodos

2.1 Áreas de estudo

O município de Alegrete está localizado na fronteira oeste do Rio Grande do Sul, possui uma área de 7.800 km², pluviosidade de 1525 mm anuais, com latitude de 29,7° ao sul e longitude de 55,7° a oeste.

2.2 Descrições das amostras coletadas no município de Alegrete

Para este estudo foram escolhidos diversos pontos identificados na Tabela 1 e Figura 1 onde as amostras foram coletadas.

Tabela 1. Localização geográfica dos pontos das amostras coletadas no município de Alegrete-RS.

Amostra	Ponto	Descrição	Profundidade (m)
1	4	Parte urbana	54
2	10	Usina de reciclagem de lixo	36
3	1	Parque de máquinas	70
4	11	2° Distrito Passo Novo	52
5	5	Parte urbana	80
6	9	Subdistrito Durasnal	56
7	7	Balneário Caverá	90
8	7	Balneário Caverá	60
9	2	Estádio Municipal	70

Continua...

Tabela 1. continuação...

Amostra	Ponto	Descrição	Profundidade (m)
10	8	Subdistrito Pinheiros	48
11	7	Balneário Caverá	18
12	9	Subdistrito Durasnal	18
13	11	2° Distrito Passo Novo	30
14	3	Parte urbana	20
15	11	2° Distrito Passo Novo	25
16	11	2° Distrito Passo Novo	80
17	11	2° Distrito Passo Novo	50
18	7	Balneário Caverá	60
19	7	Balneário Caverá	80
20	11	2° Distrito Passo Novo	70
21	7	Balneário Caverá	70
22	6	Parte urbana	50
23	7	Balneário Caverá	36
24	7	Balneário Caverá	80
25	7	Balneário Caverá	56
26	11	2° Distrito Passo Novo	100
27	11	2° Distrito Passo Novo	70
28	8	Subdistrito Pinheiros	70
29	7	Balneário Caverá	80
30	7	Balneário Caverá	40
31	7	Balneário Caverá	90
32	9	Subdistrito Durasnal	50

Na Tabela 1 estão identificados os números das amostras, a descrição da região onde as amostras foram coletadas e profundidade dos poços. Na Figura 1 está demonstrada a região correspondente ao município de Alegrete, com os pontos de local de coleta das amostras.

2.3 Amostragem e análise

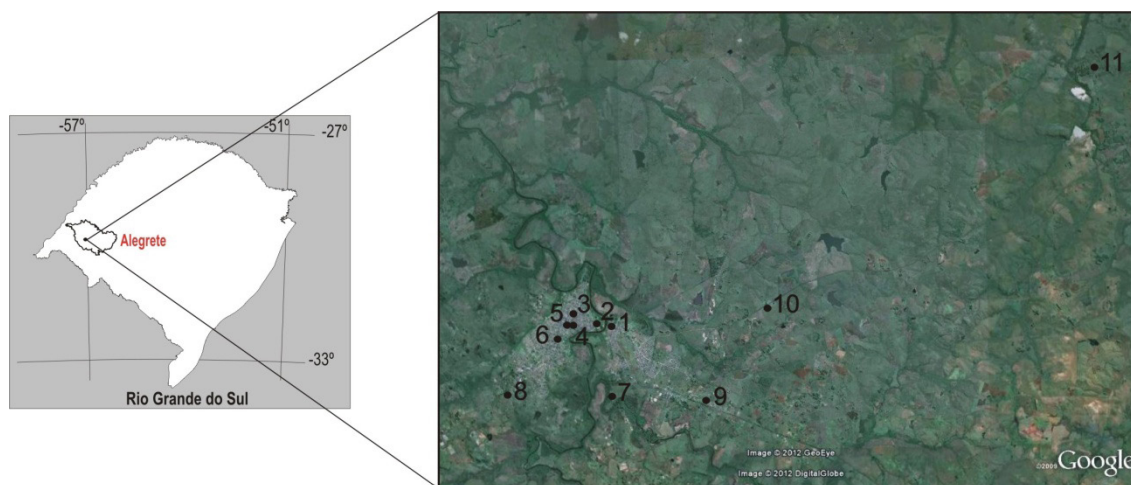
As trinta e cinco (35) amostras foram coletadas em vários poços distribuídos na parte urbana e rural, no período de 2011 e 2012 no município em estudo. As coletas foram realizadas diretamente nos frascos polietileno de um litro, e após foram acondicionadas em caixa de

isopor com gelo, para conservação em baixa temperatura e proteção contra a luz até chegarem ao Laboratório de Química e Bioquímica da Universidade Federal do Pampa, Campus São Gabriel, onde foram mantidas em geladeira e analisadas no mesmo Laboratório. Os parâmetros físico-químicos selecionados para análise foram pH, alcalinidade, cloretos e cálcio.

A análise de pH foi realizada pelo método potenciométrico com eletrodo de vidro, previamente calibrado com tampões de 4, 7 e 10, com isso fez-se a leitura das amostras.

A obtenção da alcalinidade foi realizada pelo método volumétrico. Titulou-se 50ml da amostra com ácido

Figura 1. Localização dos pontos de coleta das amostras no município de Alegrete-RS.



Fonte: Google Earth (2012).

clorídrico (HCl) 0,02 mol.L⁻¹, previamente padronizado até ponto final e o indicador empregado foi o alaranjado de metila.

A determinação de cloretos também foi realizada através do método volumétrico. Foram utilizados 50 ml da amostra, nesta ajustada o pH na faixa de 7 a 10 com hidróxido de sódio (NaOH). Após foi adicionado como indicador 7 gotas de cromato de potássio (K₂CrO₄) 50 g L⁻¹ e titulado com a solução de nitrato de prata (AgNO₃) 0,0141 mol.L⁻¹, previamente padronizado, com viragem de amarelo para rosa-amarelado.

Para análise de cálcio (Ca²⁺) foram utilizadas 100 ml da amostra pelo método de volumetria de complexação, utilizando ácido etilenodiaminatetracético (EDTA) como titulante. Foram adicionados a amostra, antes da titulação 10 ml da solução de NaOH 4% (m/v) para alcalinizar o meio e provocar a remoção do Mg por precipitação do hidróxido de magnésio (Mg(OH)₂). Como indicador utilizou-se murexida (misturado previamente com NaCl na proporção 1:500 (m/m)) com viragem de rosa para o violeta.

Todas as análises foram realizadas em triplicata.

3 Resultados e Discussão

A determinação da qualidade da água tem como objetivo, atestar sua conformidade com os padrões estabelecidos como ideais. As atividades de controle da qualidade visam saber se a água se mantém com a qualidade desejada para o consumo (KULCHESKI et al., 2004).

A qualidade da água é identificada por sua composição física, química, biológica e seus efeitos ao meio ambiente (BRITO, 2005). No Brasil, o Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) determina as normas de qualidade de água para consumo humano, por meio da Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011.

Na Tabela 2 estão demonstrados os resultados das análises dos parâmetros nas 35 amostras estudadas.

Observando-se a Tabela 2, em relação ao parâmetro pH, apenas a amostra nº 22 (pH 5,4) apresenta-se fora dos

Tabela 2. Resultados das análises das amostras coletadas no município de Alegrete-RS.

Amostras	pH	Alcalinidade ¹	Cloretos ²	Ca ²⁺ ³
1	7,2	388,6±5,2	41,6±1,5	210,3±3,0
2	6,3	54,0±3,0	1,3±0,5	16,6±1,5
3	6,9	232,0±2,5	8,3±0,3	117,6±1,0
4	6,7	180,0±6,6	20,6±1,2	114,0±3,0
5	6,8	58,0±4,1	12,3±0,2	15,3±1,5
6	6,7	178,0±3,2	17,7±0,5	117,3±1,0
7	7,0	< LD*	2,7±0,1	165,6±1,0
8	7,3	9,2±1,4	0,4±0,1	15,3±1,5
9	7,0	241,2±8,2	13,0±0,5	163,6±2,0

Continua...

Tabela 2. Continuação...

Amostras	pH	Alcalinidade ¹	Cloretos ²	Ca ²⁺ ³
10	7,2	63,2±1,2	6,0±0,1	53,3±1,0
11	7,2	168,0±5,3	5,6±0,1	91,6±2,0
12	6,7	154,0±7,5	5,4±0,1	67,0±1,0
13	6,8	180,0±5,5	1,4±0,1	70,0±1,0
14	6,8	144,0±1,8	22,0±1,0	145,0 ±2,0
15	7,3	84,0±4,2	16,0±0,5	9,0±0,5
16	6,8	108,0±5,8	8,0±0,5	57,0±1,0
17	7,2	52,0±1,9	5,0±0,1	11,0±1,5
18	6,9	< LD*	11,0±0,4	40,0±1,0
19	7,6	70,0±2,0	3,0±0,1	69,0±1,0
20	6,1	26,0±1,5	43,0±1,5	13,0±1,5
21	6,7	152,0±3,2	5,0±0,1	75,0±1,0
22	5,4	10,0±1,0	1,0±0,1	8,0±0,5
23	6,2	48,0±1,7	2,0±0,1	43,0±1,0
24	6,1	18,0±1,0	2,0±0,1	18,0±1,5
25	6,5	46,0±1,0	4,0±0,1	16,0±1,5
26	6,3	64,0 ±1,0	9,0±0,2	18,0±1,5
27	6,8	320,0±10,1	46,0±0,5	208,0±2,0
28	6,9	182,0±3,0	18,0±0,5	73,0±1,0
29	7,0	56,0±4,2	8,0±0,1	22,0±1,0
30	6,9	88,0±5,0	7,0±0,1	30,0±1,0
31	6,7	44,0±1,0	10,0±0,5	20,0±1,0
32	8,0	92,0±1,2	20,0±0,5	82,0±1,0
33	7,5	44,0±1,5	25,0±0,5	71,0±1,0
34	7,2	152,0±5,0	8,0±0,1	52,0±1,0
35	7,4	170,0±2,4	17,0±0,5	81,0±1,0

*< LD – Abaixo do limite de detecção (LD = 1 mg.L-1 CaCO3).

1- Alcalinidade em mg.L-1 CaCO3, 2- Cloretos em mg.L-1, 3- Ca2+em mg.L-1 CaCO3

limites estabelecidos pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) (pH entre 6,0 e 9,5), as demais encontram-se dentro do mesmo. As características da água em geral, como solvente, e seus processos físicos, químicos e biológicos são definidas pelo pH (ALVES & GARCIA, 2006). De acordo com Almeida (2003) o pH deve ser identificado como um dos principais parâmetros ambientais, entretanto pode ser considerado um dos mais difíceis de se explicar, principalmente relacionando sua complexidade na interpretação.

A amostra que apresenta um pH ácido, normalmente está relacionado a presença de íons H⁺, entretanto pode

estar relacionado a fatores como a baixa concentração de HCO₃⁻ ou CO₃²⁻ (BAIRD, 2002). Para a região da Paraíba foram analisados alguns parâmetros para verificar a qualidade das águas de amostras coletadas em poços os resultados encontrados para o pH foi de 7,5 a 8,8 (MEDEIROS *et al.*, 2009).

De um modo geral as alterações de pH podem ser originadas pelo consumo e/ou produção de CO₂ ou pela presença dos ácidos voláteis liberados durante a degradação da matéria orgânica (SILVEIRA, 2007).

Para o parâmetro alcalinidade as amostras n° 1 e 27 (valores de 388,6 e 320,0 mg.L⁻¹ respectivamente)

Tabela 3: Estatística descritiva de poços do município de Alegrete- RS

	N	Amplitude total	Limite Inferior	Limite superior	Media	Desvio Padrão
Profundidade	35	82,00	18,00	100,00	55,83	22,36
PH	35	2,60	5,40	8,00	6,86	0,49
Alcalinidade	35	387,60	1,00	388,60	110,81	91,17
Ca ²⁺	35	202,30	8,00	210,30	67,96	56,77
Cloreto	35	45,60	0,40	46,00	12,18	11,81

Tabela 4. Correlação entre análises dos poços do município de Alegrete – RS

Variáveis	Profundidade	PH	Alcalinidade	Cálcio	Cloreto
Profundidade	1	-0,108	-0,283	-0,177	-0,165
PH		1	0,220	0,279	0,132
Alcalinidade			1	0,775*	0,525*
Cálcio				1	0,514*
Cloreto					1

* Correlação significativa (p<0,01)

encontram-se acima dos limites da Portaria MS Nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011) (250 mg.L⁻¹), bem como, as amostras nº 7 e 18 apresentam-se abaixo do limite de detecção da técnica (LD = 1 mg.L⁻¹ CaCO₃) e as demais amostras encontram-se dentro dos limites estabelecidos (BRASIL, 2011).

A alcalinidade é devido à presença de carbonatos e bicarbonatos, e também da presença secundária de íons hidróxidos, silicatos, boratos, fosfatos e amônia, portanto a alcalinidade poderia ser definida como a soma de todos estes íons básicos presentes na água (FRANTZ, 2005). Barreto & Garcia (2010) salientam que a alcalinidade é a capacidade da água de neutralização de ácidos. Esta capacidade ocorre pela presença de sais derivados de ácidos fracos e bases fortes, que atuam formando uma solução tampão (FARIAS, 2007).

A alcalinidade pode estar relacionada ao pH (LI-BÂNIO, 2005). Assim sendo, a alcalinidade em águas quando o pH for entre 4,4 a 8,3 pode ser pela presença bicarbonatos, pH entre 8,3 a 9,4 pela presença de carbonatos e bicarbonatos e pH maior que 9,4 por hidróxidos e carbonatos (BARRETO & GARCIA, 2010). Segundo Bittencourt et al. (2003) as águas pertencentes ao aquífero da Serra Geral são predominantemente bicarbonatadas cálcicas, os valores de pH variam entre 6,0 e 9,5, com média de 7,32.

Para o parâmetro cloretos e cálcio todas as amostras

encontram-se abaixo do limite máximo permitido pela Portaria MS Nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011) (250 mg.L⁻¹ e 500 mg.L⁻¹ respectivamente).

Para Loiola et al. (2012) determinação de cloretos pode estar relacionada à poluição, assim sendo pode ser empregado como um indicador de contaminação para águas. Isso pode ocorrer pelo escoamento de esgotos domésticos ou aterros sanitários e lixões. Para Medeiros et al. (2009) a concentração de cloretos e teor de Ca²⁺, na região da Paraíba, em poços foram encontrados valores médios de 196,82 mg.L⁻¹ com grande variação de desvio padrão e 63,93 mg. L⁻¹, respectivamente.

A dureza da água é a medida da concentração de metais alcalinos terrosos (grupo II da tabela periódica) e pode ser decorrente da dissolução de minerais do solo e das rochas ou de resíduos industriais (ROCHA, et al., 2004). Diferentes regiões apresentam solos com baixo ou nenhuma concentração de íon carbonato (CO₃²⁻), consequentemente apresentam pH próximos a 7 e dureza em baixa concentração, ou seja águas denominadas “moles” (BAIRD, 2002). Para Macêdo (2002) a água mole ou branda são aquelas com teores de dureza menores que 50 mg.L⁻¹, dureza moderada entre 50-150 mg.L⁻¹, dura entre 150-300 mg.L⁻¹ e muito dura maiores que 300 mg.L⁻¹ de CaCO₃. Entretanto quando a quantificação é realizada com o indicador murexida as medidas identificam somente Ca²⁺, nesta pesquisa foi realizado

a determinação deste individualmente.

A determinação de cloretos é realizada para verificar a dissolução de sais e lançamentos de esgotos domésticos e industriais em um corpo hídrico (LIBÂNIO 2005). A alta concentração (maiores de 1000 mg.L⁻¹) de cloretos em água pode afetar o crescimento das plantas e também pode acarretar danos a saúde pública (FREITAS, 2001).

A Tabela 3 mostra a estatística descritiva dos parâmetros físico-químicos analisados para amostras de poço no município em estudo. A variável alcalinidade apresentou maior média, desvio padrão e amplitude total, enquanto o pH mostrou menor variabilidade.

Para Toledo & Nicolella (2002) que verificaram a qualidade da água em microbacia de Guaíba (SP) o resultado encontrado para o pH também foi de menor variação para média e desvio padrão.

A matriz de correlação possibilitou a escolha das variáveis mais significativas (Tabela 4), onde pode ser observado que existe uma relação entre a alcalinidade e o cálcio, também entre alcalinidade e cloreto, bem como entre alcalinidade com cloreto. Entretanto pode ser identificado que a profundidade e o pH não correlacionam-se com os outros parâmetros estudados.

4 Considerações Finais

A partir dos resultados gerados e, considerando-se os limites estabelecidos pelos órgãos vigentes, foi possível observar que no município de Alegrete para os parâmetros analisados, cinco amostras encontram-se fora dos limites estabelecidos pelo Ministério da Saúde, que pode estar relacionado à ação antrópica ou a diferença geológicas.

Foram poucos os parâmetros analisados, entretanto podem-se verificar sinais de possíveis problemas nas condições da água consumida pela população nesta região. Portanto novos estudos devem ser feitos nessas áreas e é imprescindível o monitoramento desses locais para garantir a potabilidade da água e prevenir o consumo de água em condições inadequadas.

Desta forma, pode-se concluir que o futuro do uso da água subterrânea deve ser controlado por análises mais frequentes. Com isso garantindo a qualidade da água utilizada pela população, identificado como um recurso natural e limitado, evitando maiores risco à saúde da humanidade.

Referências

- ALMEIDA, M. A. B.; SCHWARZBOLD, A. Avaliação Sazonal da Qualidade das Águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com Aplicação de um Índice de Qualidade de Água (IQA). RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 8, n.1, 2003, pp. 81-97.
- ALVES, J. P. H.; GARCIA, C. A. B. Qualidade da água. In: Diagnóstico e avaliação ambiental de sub-bacia hidrográfica do rio Poxim. Aracaju: UFS/FAPESE, 2006.
- BAIRD, C. Química Ambiental. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman. 2002. 622p.
- BARRETO, P. R.; GARCIA, C. A. B. Caracterização da qualidade da água do açude Buri-Frei Paulo/SE. Scientia Plena, v. 6, n. 9, pp. 01-21, 2010.
- BITTENCOURT, A. V. L. et al. A 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. Revista Águas Subterrâneas, n. 17, p. 67-75. 2003.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria MS nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância na qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da Saúde, 2011, 39 p. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2013.
- BRITO, L. T. L. et al. Influência das atividades antrópicas na qualidade das águas da bacia hidrográfica do Rio Salitre. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, n.4, p.596-602, 2005
- FARIAS, M. S. S. Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Cabelo. Campina Grande, 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - UFCG - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, 2006.
- FERREIRA, W. B. Solução Alternativa de Abastecimento de Água para Consumo Humano em Comunidades Difusas: Monitoramento e Controle de Qualidade da Água. 2008 Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Centro de Ciências e Tecnologia, Campina Grande, 2008.
- FRANTZ, L. C. Avaliação do Índice de Vulnerabilidade do Aquífero Guarani no Perímetro Urbano da Cidade de Sant' Ana do Livramento - RS. Santa Maria/RS. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria- UFSM, 2005.
- FREITAS, S. S. Eutrofização no Reservatório Marcela

- em Itabaiana – SE, e suas implicações ambientais. Universidade Federal de Sergipe, 50p. Monografia – Especialização em Gestão de Recursos Hídricos e Meio Ambiente, 2001.
- HIRATA, F. et al. Vulnerabilidade à poluição de aquíferos. In.: FEITOSA, F. A. C (org.) Hidrogeologia: conceitos e aplicações. 3. ed. Rio de Janeiro: CPRM: LABHID, 2008. 812p.
- KULCHESKI, E et al, C. Controle dinâmico da qualidade da água. Disponível em: < www.sanepar.com.br/sannepar/v16/controle_qualidade.html> acesso em 06 de setembro de 2012.
- LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. Campinas, SP: Editora Átomo. 2005.
- LOIOLA, H. G. et al. Influência dos íons cloreto na qualidade das águas subterrâneas de Crateús-CE. In: VII CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 2012. Anais... Palmas: SETEC, 2012.
- Disponível em: <http://propi.iftto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/272/1430> Acesso em: 07 de maio de 2013.
- MACÊDO, J. A. B. Introdução à química ambiental. Juiz de Fora: CRQ-MG. 2002
- MARQUES, M. N. et al. Avaliação do impacto da agricultura em áreas de proteção ambiental, pertencentes à Bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, São Paulo. Química Nova, v. 30, n. 5, p. 1171-1178, 2007.
- MIRLEAN, N. et al. O Impacto Industrial Na Composição Química Das Águas Subterrâneas Com Enfoque De Consumo Humano (Rio Grande, RS). Química Nova, v. 28, n. 5, p.788-791, 2005.
- Prefeitura Municipal de Alegrete. Disponível em<<http://www.alegrete.rs.gov.br/>