



Tipo de trabalho: TRABALHO COMPLETO (MÍNIMO 08 PÁGINAS, MÁXIMO 15 PÁGINAS)

A POTABILIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS UTILIZADAS PARA ABASTECIMENTO HUMANO NA ÁREA RURAL DE UM MUNICÍPIO DA REGIÃO MISSÕES, RS¹

Lize Elena Kaufmann Back², Fernando Agnes³, Alcione Aparecida De Almeida Alves⁴, Aline Raquel Müller Tones⁵

¹ Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental e Sanitária

² Acadêmica do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis pela Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Cerro Largo, lize-kaufmann@hotmail.com

³ Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Cerro Largo; fernandoagnes93@gmail.com

⁴ Doutora em Engenharia Ambiental, Professora Adjunta da Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Cerro Largo, alcione.almeida@uffs.edu.br

⁵ Doutoranda em Engenharia Química, Professora Adjunta da Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Cerro Largo, aline.tones@uffs.edu.br

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar as características físico-químicas e biológicas da água subterrânea de poços utilizados para abastecimento humano, na área rural do Município de Campina das Missões/RS. Foram analisadas amostras de água de dez poços artesianos em dez comunidades rurais, nas quatro estações do ano, considerando os parâmetros: absorvância (254 nm), alcalinidade, coliformes totais, condutividade elétrica, cor aparente, oxigênio dissolvido (OD), pH, sólidos totais, temperatura e turbidez. Os resultados indicam valores em dissonância com a Portaria N° 05/2017 do Ministério da Saúde para o parâmetro pH (10 % das amostras nas estações de inverno e primavera); turbidez (70 % das amostras no outono) e; coliformes totais (100 % das amostras nas três estações do ano). Os resultados demonstram a necessidade de melhora da proteção sanitária dos poços e seu distanciamento e/ou isolamento de atividades agropecuárias.

Introdução

O acesso à água subterrânea para abastecimento humano a partir de fontes inseguras especialmente em áreas rurais é alarmante (MUKHERJEE et al., 2009; SAMANTARA et al., 2017). Os recursos subterrâneos na área rural estão sob pressão cada vez maior devido a impactos antrópicos de várias fontes como atividades agrícolas, agropecuárias e eliminação de resíduos não gerenciados, potencializadas pela falta de instalações de tratamento de água e ausência de proteção sanitária dos poços. Esta situação coloca muitos indivíduos e comunidades em risco de doenças transmitidas pela água (GAO et al., 2013; PALAZZO e BROZOVIC, 2014).

Se comparado às águas superficiais, as águas subterrâneas geralmente possuem alto grau de



Tipo de trabalho: TRABALHO COMPLETO (MÍNIMO 08 PÁGINAS, MÁXIMO 15 PÁGINAS)

proteção contra a poluição devido a processos de atenuação física, química e biológica (BARNES et al., 2008). Entretanto os recursos subterrâneos estão sob pressão cada vez maior devido a diversos impactos antrópicos de várias fontes como atividades residenciais, municipais, comerciais, industriais, agrícolas e do aumento em escala global de demandas de consumo de água, e que são potencializados pelo crescimento populacional (MORRIS et al., 2003; GAO et al., 2013; PALAZZO e BROZOVIC, 2014).

Atualmente, as águas subterrâneas tem se tornado uma preocupação muito importante para a humanidade, uma vez que está diretamente ligada a segurança humana. A determinação de parâmetros físicos, químicos e biológicos das águas subterrâneas é essencial para avaliar a sua forma de utilização. A variação da qualidade das águas subterrâneas em uma área são fortemente influenciados por processos naturais, como formações geológicas, mas também podem sofrer grande influência de atividades antropogênicas (SELVAKUMAR et al., 2017). Portanto, é necessário monitorar a qualidade da água e verificar sua adequação quanto a potabilidade para abastecimento humano (WHO, 2005a; WHO, 2005b).

Portanto, a determinação de parâmetros físicos, químicos e biológicos das águas subterrâneas é essencial para avaliar a sua forma de utilização. A variação da qualidade das águas subterrâneas em uma área é fortemente influenciada por processos naturais, como a formações geológicas, mas também podem sofrer grande influência de atividades antropogênicas (SELVAKUMAR et al., 2017). Assim, é necessário monitorar a qualidade da água e verificar sua adequação quanto à potabilidade para abastecimento humano.

Neste contexto, objetivou-se investigar a potabilidade da água de poços subterrâneos utilizados para abastecimento humano, de dez comunidades rurais de um município da região das Missões/Rio Grande do Sul (RS), por meio da caracterização de parâmetros físicos, químicos e biológicos em comparação com a Portaria N° 05/2018 do Ministério da Saúde (MS).

Metodologia

A presente pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Águas e Ecotoxicologia, localizado na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Cerro Largo/RS, Brasil. A água subterrânea analisada por meio de parâmetros de potabilidade foi coletada no ano de 2017 e provém de dez poços artesianos utilizados para abastecimento humano na área rural do Município de um município da região das Missões/RS, definidos de modo a abranger uma maior extensão do município.

O Município está localizado na Mesorregião Noroeste Rio Grandense (IBGE, 2010), entre as coordenadas geográficas de latitude 27º 59' 20" S e a uma longitude 54º 50' 22" O (IBGE, 2015). De acordo com o senso demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2010), o município possui uma população de 6.117 habitantes, sendo destes, 3.929 (64,23 %) residentes na zona rural. As comunidades rurais utilizam exclusivamente água de sistemas alternativos coletivos de abastecimento (poços), não dependendo de fontes superficiais, o que significa que mais de 60 % do total população do Município de Campina das Missões/RS depende



Tipo de trabalho: TRABALHO COMPLETO (MÍNIMO 08 PÁGINAS, MÁXIMO 15 PÁGINAS)

do abastecimento por fonte de manancial subterrâneo. A localização dos pontos de coletas estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Localização dos pontos de coleta e quantidade de famílias atendidas por poço

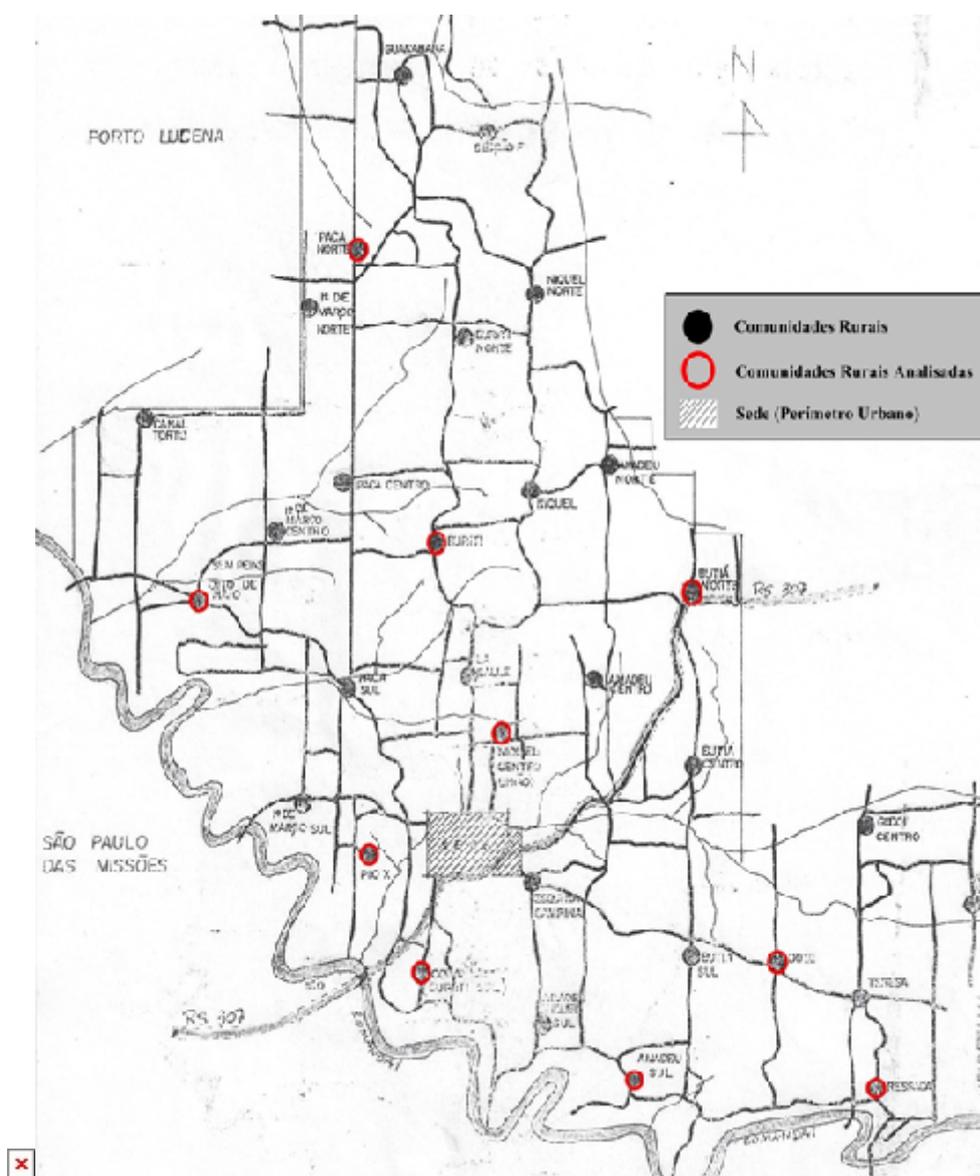
<u>Localidade/Pontos de Coleta</u>	<u>Localização</u>	<u>Famílias atendidas</u>
<u>Paca Norte</u>	27° 54' 11" S / 54° 52' 52" O	32
<u>Buriti</u>	27° 56' 39" S / 54° 50' 51" O	15
<u>Oito de Maio</u>	27° 56' 29" S / 54° 54' 22" O	15
<u>Butiá Norte</u>	28° 00' 03" S / 54° 52' 52" O	40
<u>Niquel Centro</u>	27° 58' 20" S / 54° 50' 17" O	28
<u>Pio X</u>	27° 58' 53" S / 54° 52' 52" O	50
<u>Comandai</u>	27° 56' 51" S / 54° 47' 46" O	15
<u>Doze</u>	28° 00' 40" S / 54° 46' 26" O	38
<u>Amadeu Sul</u>	28° 01' 50" S / 54° 48' 28" O	35
<u>Ressaca</u>	28° 02' 12" S / 54° 45' 17" O	48

Na Figura 1, é possível observar as 31 comunidades rurais do Município de Campina das Missões/RS juntamente com a localização dos pontos de coleta selecionados para coleta da água dos poços artesianos para análise de acordo com o mapa rodoviário do Município.

Figura 1 - Marpa rodoviário do Município de Campina das Missões com identificação dos pontos de coleta



Tipo de trabalho: TRABALHO COMPLETO (MÍNIMO 08 PÁGINAS, MÁXIMO 15 PÁGINAS)



Fonte: Adaptado de Prefeitura municipal de Campina das Missões/RS (1984).

Caracterização físico-química e biológica dos poços artesanais analisados

A coleta, preservação e análise da água proveniente de poços artesanais foi realizada de acordo com os procedimentos descritos no Standard Methods (APHA, 2005) e no Manual Prático para Análise de Água (FUNASA, 2013). Os parâmetros físicos, químicos e biológicos analisados foram: absorvância λ - 254 nm; coliformes totais, condutividade elétrica, cor, oxigênio dissolvido, pH, sólidos totais, temperatura e turbidez.



Tipo de trabalho: TRABALHO COMPLETO (MÍNIMO 08 PÁGINAS, MÁXIMO 15 PÁGINAS)

Plano de amostragem e análise dos dados

O plano de amostragem foi realizado de modo a se coletar ao menos uma amostra ao longo de três estações do ano (outono, inverno e primavera). A análise dos dados foi realizada, por meio da comparação dos valores obtidos na caracterização física, química e biológica realizada, com os valores exigidos pela Portaria N° 05/2017 do MS que “dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade” no Brasil.

Resultados e discussão

Caracterização físico-química e biológica dos poços artesanais analisados

Para atendimento do objetivo estabelecido na presente pesquisa, foram realizadas análises da água subterrânea que abastecem dez comunidades rurais em um município da região das Missões/RS, Brasil, com a finalidade de monitorar a potabilidade da água ao longo do ano de 2017.

De acordo com a Figura 1, observa-se que a temperatura das águas mantiveram-se praticamente constantes, com uma variação de $20,37 \pm 0,31$ a $23,67 \pm 0,24$ °C no outono, uma variação no inverno de $19,60 \pm 0,22$ a $20,73 \pm 0,17$ °C, e uma variação de $20,60 \pm 0,22$ a $22,03 \pm 0,09$ °C na primavera. No entanto, um aumento demasiado de temperatura pode provocar o crescimento de microrganismos e gerar problemas com gosto e odor, o que pode provocar um reflexo direto na aceitabilidade, pois a água fresca é, geralmente, mais palatável que a quente (WHO, 2011).

Os valores de cor aparente variaram entre $8,47 \pm 0,19$ e $13,4 \pm 1,98$ uH na estação de outono e entre $3,21 \pm 1,73$ a $8,27 \pm 2,72$ e $3,93 \pm 0,81$ a $8,40 \pm 1,69$ uH, respectivamente, nas estações de inverno e primavera. Sendo que o valor máximo permitido (VMP) pela portaria é de 15 uH. Os valores mais elevados encontrados no outono, podem estar relacionados às fortes chuvas que antecederam os dias de coleta, aumentando o carregamento de sólidos totais, e consequente de sólidos dissolvidos, podendo contribuir para a elevação da cor das águas. Nos meses de abril e maio, de acordo com dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2017), Campina das Missões houve precipitação de 460 e 462 mm, respectivamente, valores bastante consideráveis se comparados a dados anteriores.

Constatou-se que na estação outono, 70 % das amostras encontraram-se acima do estabelecido pela Portaria N° 05/2018 do MS em relação a turbidez, a qual considera o VMP 5 uT, com os valores variando entre $0,62 \pm 0,12$ a $12,57 \pm 0,78$ uT e valores dentro do permitido no inverno e na primavera, variando, respectivamente, entre $0,29 \pm 0,014$ e $1,37 \pm 1,10$ uT e de $1,03 \pm 0,80$ a $4,23 \pm 0,66$ uT. Embora a turbidez não seja necessariamente uma ameaça para a saúde, ela pode servir como um bom indicador, visto que valores elevados estão associados há microrganismos causadores de doenças, como alguns tipos de vírus, parasitas e bactérias que podem desencadear problemas de saúde como náuseas, cólicas e diarreia (USEPA, 2017).



Tipo de trabalho: TRABALHO COMPLETO (MÍNIMO 08 PÁGINAS, MÁXIMO 15 PÁGINAS)

A concentração de sólidos totais sofreu variação de $263,33,0 \pm 41,90$ a $520,00 \pm 43,20$ mg/L para a estação de outono, na estação de inverno variou de $190,00 \pm 37,42$ a $426,67 \pm 9,43$ mg/L e, na primavera a variação foi de $241,67 \pm 123,04$ a $442,00 \pm 55,21$ mg/L. Entretanto a Portaria Nº 05/2017 do MS considera apenas os sólidos totais dissolvidos como padrão de potabilidade, pois reflete a influência do lançamento de esgotos, além de afetar a qualidade organoléptica da água. Uma possível explicação para a oscilação dos valores de sólidos pode estar vinculada a localização e proteção ou vedação dos poços, sendo que os mesmos encontram-se em estados diferentes de conservação e de proteção, estando alguns mais propensos a infiltração de detritos, assim como a elevação também pode estar ligada a própria hidrogeologia local, estando alguns aquíferos mais propensos a dissolução de material rochoso, ou até mesmo a falhas e/ou infiltração na distribuição da própria água subterrânea.

A condutividade elétrica apresentou uma variação de valores entre $215,40 \pm 1,10$ e $481,33 \pm 1,87$ $\mu\text{S/cm}$ no outono, de $178,10 \pm 8,55$ a $430,57 \pm 1,03$ $\mu\text{S/cm}$ no inverno e na estação da primavera variando entre $201,13 \pm 0,97$ e $423,37 \pm 2,93$ $\mu\text{S/cm}$ conforme pode ser visto na Figura 17. Para Cetesb (2009), a condutividade elétrica se eleva quando são adicionados sólidos dissolvidos, e valores elevados podem indicar características corrosivas na água.

Os valores de pH se situaram em um intervalo de valores próximos a neutralidade até valores básicos, variando de $7,24 \pm 0,0094$ a $9,29 \pm 0,039$ no outono e nas estações de inverno e primavera, variando, respectivamente, entre $7,48 \pm 0,0082$ e $9,63 \pm 0,077$ e entre $7,27 \pm 0,016$ e $9,53 \pm 0,019$. Dessa forma, apresentando no inverno e na primavera uma medida acima do limite estabelecido pela legislação, que varia de 6 a 9,5, de acordo com a Portaria Nº 05/2017 do MS, ambas para a comunidade Oito de Maio.

A alcalinidade da água variou de $117,74 \pm 1,66$ a $217,21 \pm 4,39$ mg/L de CaCO_3 no outono, entre $109,62 \pm 1,63$ a $220,26 \pm 0,83$ mg/L de CaCO_3 no inverno e variação de $111,65 \pm 4,38$ a $220,65 \pm 0,88$ mg/L de CaCO_3 na primavera.

A absorvância no comprimento de onda de 254 nm variou de $0,00033 \pm 0,005$ a $0,047 \pm 0,031$ no outono, entre $0,00033 \pm 0,0005$ no inverno, entre $0,011 \pm 0,005$ na primavera, e de $0,0058 \pm 0,0085$ a $0,036 \pm 0,0026$ no verão. A absorvância UV a 254 nm é um parâmetro indireto utilizado para medir a presença de compostos aromáticos na água, mas também vem sendo utilizado como possível substituto para medida de matéria orgânica dissolvida (MOD) (MATILAINEN et al., 2011).

Os valores de OD variaram de $7,77 \pm 0,26$ a $8,2 \pm 0,24$ mg/L no outono, entre $1,3 \pm 0,16$ e $6,5 \pm 0,082$ mg/L no inverno, e de $4,93 \pm 0,12$ a $6,73 \pm 0,45$ mg/L na primavera. Conforme destacam Patil e Patil (2010), diminutos valores de OD são indícios fortes de contaminação por matéria orgânica. O OD não é considerado pela Portaria 05/2017 do MS como um parâmetro de potabilidade das águas, entretanto, são necessários teores mínimos de 2 a 5 mg/L para manutenção da vida aquática aeróbia.

Figura 2. Caracterização físico-química dos parâmetros: temperatura; cor; turbidez; sólidos totais; condutividade; pH; Oxigênio Dissolvido; Absorvância λ -254nm.

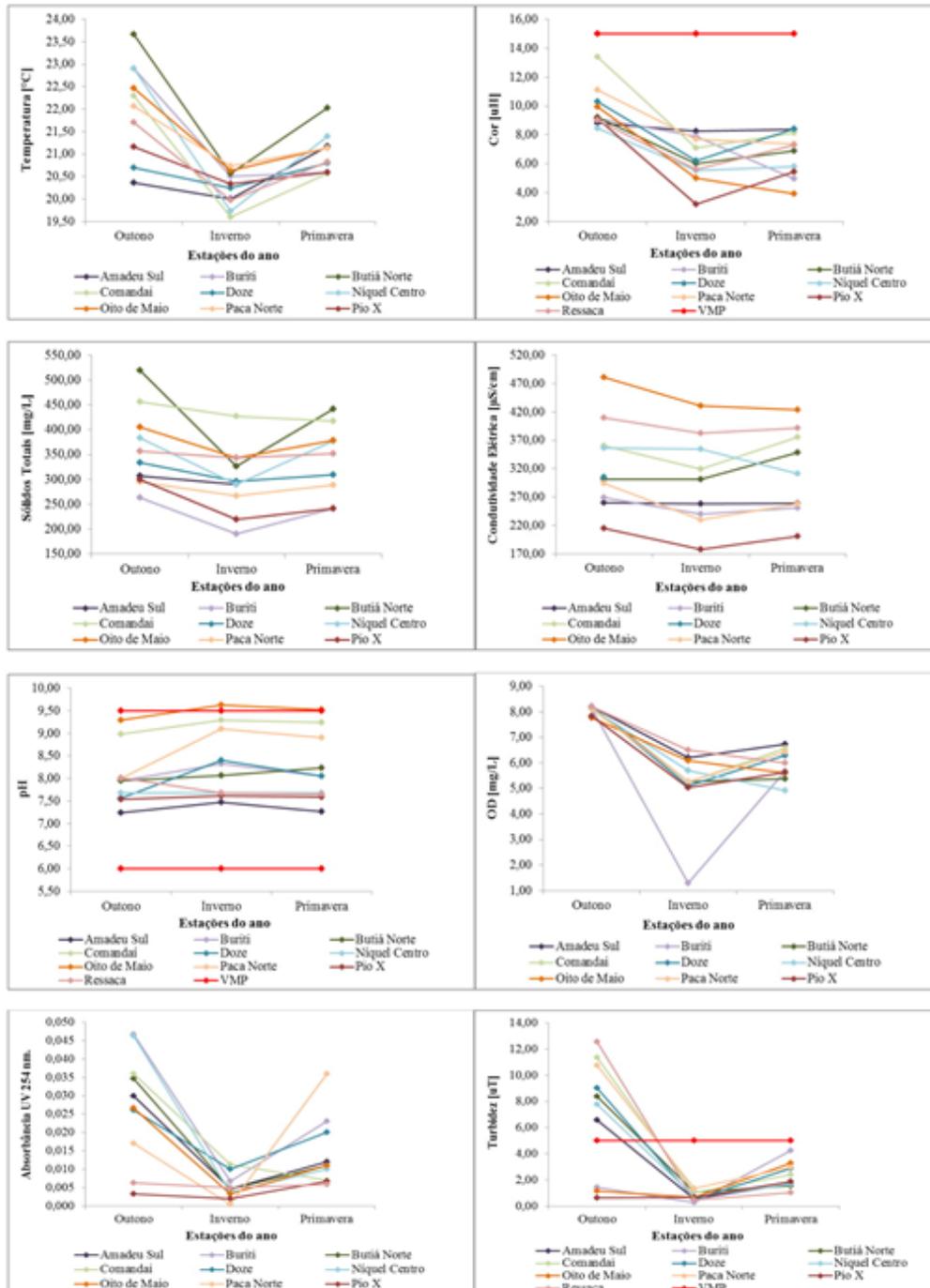


6º CONGRESSO INTERNACIONAL EM SAÚDE CISaúde

Vigilância em Saúde: Ações de Promoção,
Prevenção, Diagnóstico e Tratamento



Tipo de trabalho: TRABALHO COMPLETO (MÍNIMO 08 PÁGINAS, MÁXIMO 15 PÁGINAS)



Em relação a coliformes totais identificou-se de $1,20 \pm 1,70$ a $3.136,67 \pm 2.069,47$ NMP/100 mL,



Tipo de trabalho: TRABALHO COMPLETO (MÍNIMO 08 PÁGINAS, MÁXIMO 15 PÁGINAS)

ou seja, todas as análises de água apresentaram contaminação por coliformes totais, os quais devem estar ausentes em 100 mL de uma amostra de água conforme preconizado pela Portaria Nº 05/2017. Estes resultados podem estar relacionado a instalação dos poços em locais não isolados, de passagem de animais e coma presença de dejetos de animais nos locais adjacentes a captação de água (Figura 3).

Figura 3. Poços artesanais sem proteção sanitária localizados nas Linhas Butiá Norte (a); Níquel Centro (b); Amadeu Sul (c); Oito de Maio (d); Burití (e); e Comandaí (f).



Conclusão

De acordo com os objetivos propostos, pode-se verificar que existe a influência das estações do ano em alguns parâmetros de qualidade da água. As diferentes estações do ano interferiram especialmente nas características de turbidez, cor, sólidos totais, Absorvância UV 254 nm e coliformes totais.

Na comparação dos parâmetros analisados: cor, turbidez, coliformes totais e pH, com os valores máximos permitidos pela Portaria Nº 2.914/2011 do MS, constatou-se que o parâmetro cor foi o único que não apresentou nenhum valor acima do permitido pela legislação nas três estações.

Para pH, apenas na Comunidade Oito de Maio, e nas estações outono e primavera, apresentou valores acima do estabelecido pela Portaria nº 2.914 do MS. Já para o parâmetro turbidez, em 70 % das análises no outono os valores encontraram-se acima do limite que estabelece a Portaria do MS. O parâmetro coliformes totais foi o único em que os valores estavam acima dos limites para



Tipo de trabalho: TRABALHO COMPLETO (MÍNIMO 08 PÁGINAS, MÁXIMO 15 PÁGINAS)

potabilidade em todas as análises para as três estações do ano.

Para os demais parâmetros analisados, absorvância UV 254 nm, sólidos totais; temperatura; OD; alcalinidade e condutividade elétrica, a Portaria Nº 2.914/2011 do MS não estabelece parâmetros a serem considerados, entretanto, alguns desses parâmetros, como alcalinidade e condutividade elétrica, de acordo com o que descrevem Drinan (2001), Von Sperling (2005) e WHO (2011) que trabalham no controle de qualidade da água, indicaram valores acima ou abaixo do recomendado e que, podem indicar indiretamente, um ambiente impactado.

Os valores elevados para alguns parâmetros como turbidez, coliformes totais, alcalinidade e condutividade elétrica, podem estar relacionados com a falta de proteção sanitária dos poços, bem como sua localização inadequada, nas proximidades de locais com atividades agropecuárias. Somado a isso, a inexistência de um sistema de coleta do esgoto doméstico, que são descartados diretamente no solo por meio de fossas negras ou sépticas.

De acordo com o que foi diagnosticado a campo, sugere-se que sejam feitas as adequações necessárias nos poços utilizados para a captação de água subterrânea, a fim de minimizar a infiltração direta de solo e/ou poluentes. Devem ser instaladas lajes de vedação ao entorno do poço, ou nos locais onde já existem, as mesmas devem ser adequadas de acordo com o que estipula o Decreto Nº 52.035/2014 do Governo do Estado do Rio Grande do Sul. Também deve-se estipular uma área de proteção ao entorno do local de captação, com o intuito de restringir o acesso de pessoas e/ou poluentes.

No caso de coliformes totais, para o controle desta ameaça nas águas subterrâneas, sugere-se que seja instalado um sistema de desinfecção para eliminar as bactérias que podem estar presentes nas mesmas. Como sugestão, poderia ser instalado um clorador próximo ao ponto de captação para efetuar a desinfecção da água.

Palavras-chave: Potabilidade; Águas subterrâneas; Abastecimento humano.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Federal da Fronteira Sul *Campus* Cerro Largo/RS, por ceder a infraestrutura do Laboratório de Água e Ecotoxicologia para a realização dos procedimentos analíticos.

Referências

APHA. American Public Health Association (2005). Standard methods for the examination of water e wastewater. New York, NY, 20 ed.

BARNES, K.; KOLPIN, D.; FURLONG, E.; ZAUGG, S.; MEYER, M.; BARBER, L. A national



Tipo de trabalho: TRABALHO COMPLETO (MÍNIMO 08 PÁGINAS, MÁXIMO 15 PÁGINAS)

reconnaissance of pharmaceuticals and other organic wastewater contaminants in the United States I. Groundwater. *Science of the Total Environment*, v. 402, p. 192-200, 2008.

CETESB. Companhia Ambiental do estado de São Paulo (2009). Variáveis de qualidade das águas. São Paulo, 2009.

FUNASA - Fundação Nacional da Saúde. MANUAL PRÁTICO DE ANÁLISE DA ÁGUA. Ministério da Saúde, 4. ed. 2013.

GAO, L.; CONNOR, J.; DOBLE, R.; AII, R.; MCFARLANE, D. (2013). Opportunity for peri-urban perth groundwater trade. *Journal of Hydrogeology*, v. 496, p. 89-99

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. series view. Disponível em: <<https://www.dsr.inpe.br/laf/series/>>. Acesso em: 12 de mar. 2017.

MATILAINEN, A.; GJESSING, E. T.; LAHTINEN, T.; HED, F.; BHATNAGAR, A. et al. An overview of the methods used in the characterisation of natural organic matter (NOM) in relation to drinking water treatment. *Chemosphere*, v. 83, n. 11, p. 1431-1442, jun. 2011.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (2017). Portaria de Consolidação Nº 05, de 28 de Setembro de 2017. Brasília.

MORRIS, B. L.; LAWRENCE, A. R. L.; CHILTON, P. J. C.; ADAMS, B.; CALOW, R. C.; KLINCK, B. A. (2003). Groundwater and its Susceptibility to Degradation: A Global Assessment of the Problem and Options for Management. Early Warning and Assessment Report Series, RS. 03-3. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.

MUKHERJEE, A.; BHATTACHARYA, P; SHI, F; FRYAR, A. E; et al. (2009). Chemical evolution in the high arsenic groundwater of the huhhot basin (inner mongolia, pr China) and its difference from the western bengal basin (India). *Applied Geochemistry*, v. 24, p. 1835-1851.

PALAZZO, A; BROZOVIC, N. (2014). The role of groundwater trading in spatial water management. *Agricultural water management*, v. 145, p. 50-60.

SAMANTARA, M. K; PADHI, R. K; SOWMYA, M. et al. (2017). heavy metal contamination, major ion chemistry and appraisal of the groundwater status in coastal aquifer, kalpakkam, tamil nadu, india. *groundwater for sustainable development*, v. 5, p. 49-58.

SELVAKUMAR, S; CHANDRASEKAR, N; KUMAR, G. (2017). Hydrogeochemical characteristics and groundwater contamination in the rapid urban development areas of coimbatore, india. *Water Resources and Industry*, v. 17, p. 26-33.

USEPA - U.S. ENVIRONMENTAL PROTENCION AGENCY. National Primary Drinking Water Regulations. Disponível em: . Acesso em: 12 mar. 2017.

WHO. Guidelines for Drinking-water Quality. 4. ed. Malta, 2011.



6° CONGRESSO INTERNACIONAL EM SAÚDE CISaúde

Vigilância em Saúde: Ações de Promoção,
Prevenção, Diagnóstico e Tratamento



Tipo de trabalho: TRABALHO COMPLETO (MÍNIMO 08 PÁGINAS, MÁXIMO 15 PÁGINAS)

WHO (a) - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Nutrients in Drinking-water: Water, Sanitation and Health Protection and the Human Environment, Geneva 2005.

WHO (b) - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Water Safety Plans: Managing drinking-water quality from catchment to consumer, Geneva 2005.