



ANÁLISE DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA E SUPERFÍCIE POTENCIOMÉTRICA DA ÁGUA SUBTERRÂNEA DO MUNICÍPIO DE VILHENA – RO

Gislayne Alves Oliveira^{1}; Calina Grazielli Dias Barros²; Ana Lúcia Denardin da Rosa³; Elisabete Lourdes Nascimento⁴; Jordana Georjin⁵*

Resumo – As águas subterrâneas do Aquífero Parecis, na porção sul do estado de Rondônia, representam a única fonte explorada para o abastecimento público do município de Vilhena. Nesse sentido o presente trabalho visa analisar o fluxo e verificar a qualidade microbiológica da água. Para tanto, foram realizadas duas coletas em 11 poços, uma no período de estiagem e outra no período chuvoso. Para determinação da superfície potenciométrica foram utilizados dados do Sistema SIAGAS, de empresa de perfuração de poços, além de levantamento “in loco”. Já para determinar a densidade de coliformes totais e *E.coli* utilizou-se o método de membranas filtrantes em meio cromogênico. Os resultados microbiológicos apresentaram valores acima do estabelecido pela Resolução CONAMA 396/2008 e Portaria do MS 2.914/2011, que quando analisado em conjunto com a superfície potenciométrica chama atenção devido os maiores valores de coliformes estarem localizados em uma área de divergência de fluxo, que pode vir a contaminar outros locais devido a criação de uma pluma de contaminação. Sendo assim, este estudo é uma ferramenta que permite localizar os melhores pontos para instalação de novos empreendimentos e destaca-se a importância do monitoramento constante da qualidade da água nas comunidades usuárias de fontes alternativas individuais ou coletivas.

Palavras-Chave – Qualidade de água, superfície potenciométrica e água subterrânea.

ANALYSIS MICROBIOLOGICAL QUALITY AND POTENTIOMETRIC SURFACE OF THE GROUNDWATER VILHENA OF CITY – RO

Abstract – The Groundwater Aquifer Parecis in the south of Rondonia, represent the only exploited source for public supply in the city of Vilhena. In this way, that the present work aims to analyze the flow and the microbiological quality of groundwater. For both were performed two campaigns in 11 wells, one in a drought period and another in the rainy period. To determine surface potentiometric were used data of wells available in the SIAGAS System, a company drilling, and beyond survey "in loco". For determine the density y of total coliform and *E.coli* were used the filter membranes method in chromogenic medium. Microbiological results showed values above the established by Resolution CONAMA 396/2008 and Ordinance of the MS 2914/2011, that when analyzed together with the potentiometric surface draws attention due biggest coliform values are located in a flow divergence area, that may come to contaminate other local due to creating a plume of contamination. Thus, this study can be a tool enables you to find the best locations to installation of new developments and

^{1*} Universidade Federal de Rondônia, gislaynealvesoliveira@gmail.com

² Universidade Federal de Rondônia, calina.grazielli@gmail.com

³ Universidade Federal de Rondônia, eng.analucia@yahoo.com.br

⁴ Universidade Federal de Rondônia, elisabetenascimento05@gmail.com

⁵ Universidade Federal de Santa Maria, jordana_gin@hotmail.com



XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

Segurança Hídrica e Desenvolvimento Sustentável:
desafios do conhecimento e da gestão

De 22 a 27 de novembro de 2015, Brasília – DF

stands out the importance to constantly monitor the quality of groundwater supplies in users communities alternatives individuals or collective.

Keywords – Water quality, potentiometric surface and groundwater.

INTRODUÇÃO

A falta de saneamento básico nas cidades brasileiras geram diversos problemas, principalmente a disposição inadequada dos resíduos e esgoto, que podem causar danos ao ambiente. Dessa forma, os produtos orgânicos e inorgânicos lançados em sistemas rudimentares, fossas negras, ou em fossas sépticas, chegam em muitos casos, com relativa facilidade ao lençol freático, introduzindo microrganismos nocivos (Silva, 2008).

Recentemente as águas subterrâneas vem sofrendo fortes pressões antrópicas como resultado da ampliação do número de captações por poços tubulares tanto em áreas urbanas quanto rurais, porém não vem sendo tomados os devidos cuidados com esse recurso hídrico, o que contraria a lógica, pois o consumo vem aumentando cada vez mais (Iritani *et al.*, 2011).

Tal fato pode estar relacionado à deficiência do serviço de abastecimento público, assim algumas pessoas buscam solução individual de abastecimento para amenizar suas necessidades quanto ao uso da água, porém esse processo pode ser perigoso, visto que muitas vezes os poços, para captação de água, são abertos sem serem levadas em consideração as normas técnicas (Rosa *et al.*, 2013).

Além disso a qualidade da água subterrânea pode ser comprometida por diversos fatores naturais e/ou de origem antropogênica, dentre eles o destino final dos resíduos industriais ou doméstico, os postos de combustíveis, o necrochorume advindo dos cemitérios e ainda a modernização da agricultura que utiliza diferentes tipos de fertilizantes a base de Nitrogênio, Fósforo e Potássio/NPK bem como agroquímicos.

Relatos de contaminação de água subterrâneas por bactérias do grupo coliformes são muito frequentes, sendo que os Coliformes totais incluem espécies do gênero *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*, sendo *Escherichia coli* a principal representante do subgrupo termotolerante (Mattos, 2002). Zulpo *et al.* (2006) afirmam que os coliformes totais são encontrados no solo e nos vegetais, possuindo a capacidade de se multiplicarem na água com relativa facilidade. No entanto, os termotolerantes não se multiplicam facilmente no ambiente externo e ocorrem constantemente na flora intestinal do homem e de animais de sangue quente, sendo capazes de sobreviver de modo semelhante às bactérias patogênicas, atuando, portanto, como potenciais indicadores de contaminação fecal e de patógenos entéricos em água fresca.

Dessa forma, são necessários estudos da proteção da qualidade natural dos aquíferos e um controle das atividades antrópicas, para evitar possíveis contaminações e fazer um planejamento dos usos para a atual e futuras gerações. Buscando-se então, uma maneira de planejar o ordenamento das ocupações populacionais através do uso do solo urbano e instalações de indústrias com alto potencial de contaminação, tornam-se necessários estudos de fluxo subterrâneo estimados através da superfície potenciométrica da área de estudo

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo a determinação das direções de fluxo das águas subterrâneas, por meio da superfície potenciométrica do Aquífero Parecis, no município de Vilhena (RO) correlacionando-se com a qualidade microbiológica e comparar com a Resolução CONAMA 396/2008 e Portaria do Ministério da Saúde 2.914/2011.



XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

Segurança Hídrica e Desenvolvimento Sustentável:
desafios do conhecimento e da gestão

De 22 a 27 de novembro de 2015, Brasília – DF

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Aquífero Parecis, localizado no município de Vilhena, no sudoeste da Amazônia Legal Brasileira e na parte sul do Estado de Rondônia, Figura 1. O município possui uma área de aproximadamente 11.518,941 km² e uma população estimada de cerca de 76. 202 habitantes (IBGE, 2010).

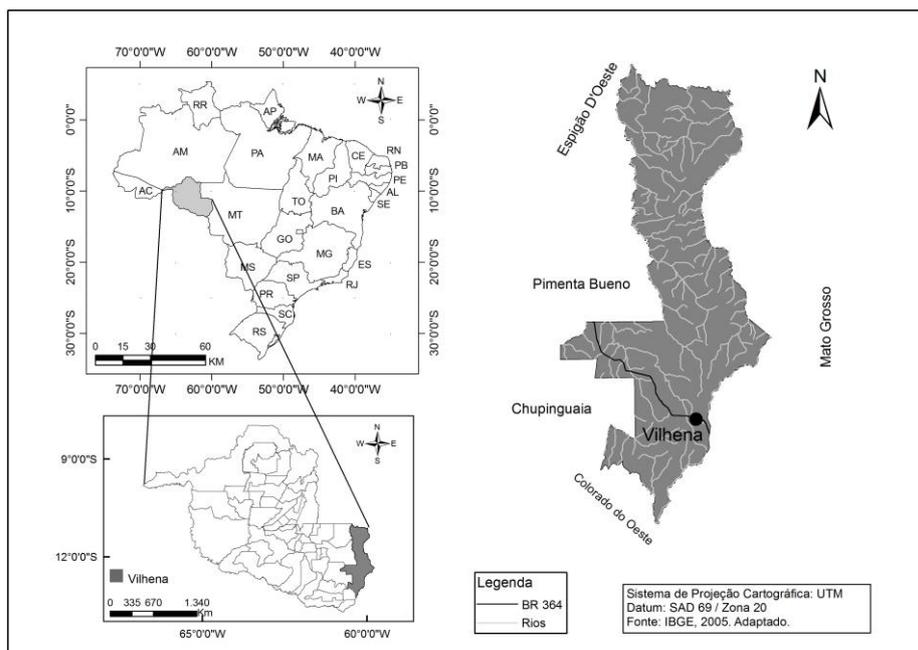


Figura 1 - Mapa de Localização do município de Vilhena – RO, BRASIL.

Para realização dos mapas de superfície potênciométrica e fluxo das águas subterrâneas os dados dos poços foram retirados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS/RIMAS/CPRM) e em uma empresa privada, responsável pelas perfurações de poços no Município de Vilhena, bem como as informações relativas as cotas do terreno foram obtidas “in loco” por meio de autorização dos proprietários das captações.

Segundo o SIAGAS, no município existem 167 poços cadastrados, entretanto, somente 32 foram utilizados, pois apresentaram informações completas, tais como: as coordenadas no sistema geográfico e Universal Transversa de Mercator/UTM; os estratos litológicos; o nível estático (N.E. em metros). Além desses, foram obtidas as mesmas informações de mais 4 poços tubulares em uma empresa de perfuração, totalizando-se assim, 36 poços utilizados no presente trabalho.

Para as análises microbiológicas foram coletadas amostras de água de 7 poços tubulares (cadastrados no SIAGAS) e 4 poços escavados (não cadastrados) sendo as coletas realizadas em agosto de 2013, representando o período de estiagem (seca) da região, e dezembro de 2013, representando o período chuvoso. Destaca-se que as coletas para análise microbiológica foram realizadas em poços que eram utilizados como fonte alternativa de abastecimento.

Os dados foram coletados em campo, através de visitas aos proprietários dos poços, sendo obtidas as cotas altimétricas e a distância da fossa, através do uso do GPS Garmin Etrex Vista H 2.8. As leituras das informações do GPS foram coletadas no sistema de coordenadas UTM, adotando-se o fuso 20 S, e o Datum horizontal SAD69. Todos esses dados foram tabelados em planilhas eletrônicas *Microsoft Excel*, sistematizados, e então usados nas avaliações espaciais em SIG.



Montou-se um banco de dados no programa computacional *Microsoft Excel*, referente aos dados coletados dos poços cadastrados no SIAGAS, da empresa perfuradora e dos dados de campo. Esse banco de dados foi utilizado para a interpolação no Programa *Surfer 8* e utilizou-se a metodologia de interpolação matemática denominada krigagem e então obteve-se os mapas temáticos. Esse método geoestatístico é mais recomendado e foi considerado o melhor na minimização dos erros de inferências de informações (Kitanidis, 1997 e Kitanidis, 1999).

Para determinação dos coliformes totais e coliformes termotolerantes (*E. coli*) foi aplicado o método de membranas filtrantes em meio cromogênico, técnica descrita no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1995). A contagem do número de colônias formadas em placas e os resultados obtidos foram expressos em unidades formadoras de colônia por 100mL (UFC/100mL).

As UFCs de coliformes fecais correspondem às colônias que apresentaram coloração azuladas, ao passo que as UFCs de coliformes totais foram contabilizadas como sendo as colônias azuis e rosas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ressalta-se que todo o abastecimento público de água do município de Vilhena é realizado por água subterrânea, sendo que diversos moradores possuem abastecimento individual, a partir de poços, além disso a cidade não possui sistema de coleta e tratamento de esgoto, utilizando fossas negras e sépticas.

Nas visitas “in loco” foi observado, que apesar da distância entre a fossa e poço ser superior a preconizada na NBR 7229/93, que é de 15m, notou-se algumas irregularidades, como em 3 poços localizados em propriedades rurais na qual havia a prática de pecuária extensiva, apresentando fezes de gado e aves próximo ao poço, além da fossa estar a uma cota mais elevada do terreno.

Em relação aos resultados obtidos levando em consideração a sazonalidade, no período chuvoso 72,7% dos poços (8 pontos), encontravam-se em desacordo com a Resolução CONAMA nº 396/08 para *E. coli*, com densidade máxima de 1.300UFC/100mL e mínima de 100UFC/100mL. No período seco apenas um poço apresentou resultado em desacordo com a mesma resolução, com presença de 400UFC/100mL.

Com relação aos Coliformes Totais, no período chuvoso 100% (11 poços) apresentaram contaminação, com densidade máxima de 5.600UFC/100mL e mínima de 100UFC/100mL. No período seco 36,3% apresentaram contaminação, com densidade máxima de 5.400UFC/100mL e mínima de 100UFC/100mL.

Principalmente no período chuvoso foi encontrado elevado percentual (86,4%) de amostras com coliformes, tanto totais (100%), como *E. coli* (72,7%), indicando água imprópria para consumo humano segundo a Resolução n.º 396/2008 do CONAMA, a qual determina que a água para consumo esteja ausente de *Escherichia coli* e coliforme total em 100mL de amostra de água.

Resultado semelhante foram encontrados na pesquisa desenvolvida por Nascimento *et al.* (2011), em que altos índices de *E. coli* e coliformes totais foram detectadas nas águas subterrâneas amostradas na bacia hidrográfica do alto e médio rio Machado: do total de 79 amostras, 28 apresentaram o valor do número mais provável de coliformes totais de 140 a 2.401NMP/100mL, destas, 15 amostras foram coletadas em Vilhena.

O período chuvoso se apresentou como mais crítico, devido a um maior fluxo e movimento da água do aquífero, causando intrusão das águas superficiais, extravasamento das fossas negras, aumentando assim a incidência de contaminação tanto pontual quanto difusa.



XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

Segurança Hídrica e Desenvolvimento Sustentável:
desafios do conhecimento e da gestão

De 22 a 27 de novembro de 2015, Brasília – DF

Como esperado os poços rasos apresentaram maior contaminação por estarem mais vulneráveis e suscetíveis, pois como observado “in loco” tem a presença da pecuária extensiva, lavouras, esgotos domésticos lançados em fossas negras e a disposição dos resíduos de forma irregular, que são queimados ou descartados no terreno.

Apesar da contaminação microbiológica ter ocorrido em poços utilizados como fontes individuais de abastecimento, as águas subterrâneas do município fazem parte do Sistema aquífero Parecis e assim é necessário ter atenção, não somente nesses pontos, mas também naqueles onde estão direcionados os fluxos, pois poderão formar plumas e a contaminação pontual pode representar um risco. Assim nas Figuras 2, 3, 4 e 5 são apresentados os fluxos, superfície potenciométrica e resultados microbiológicos.

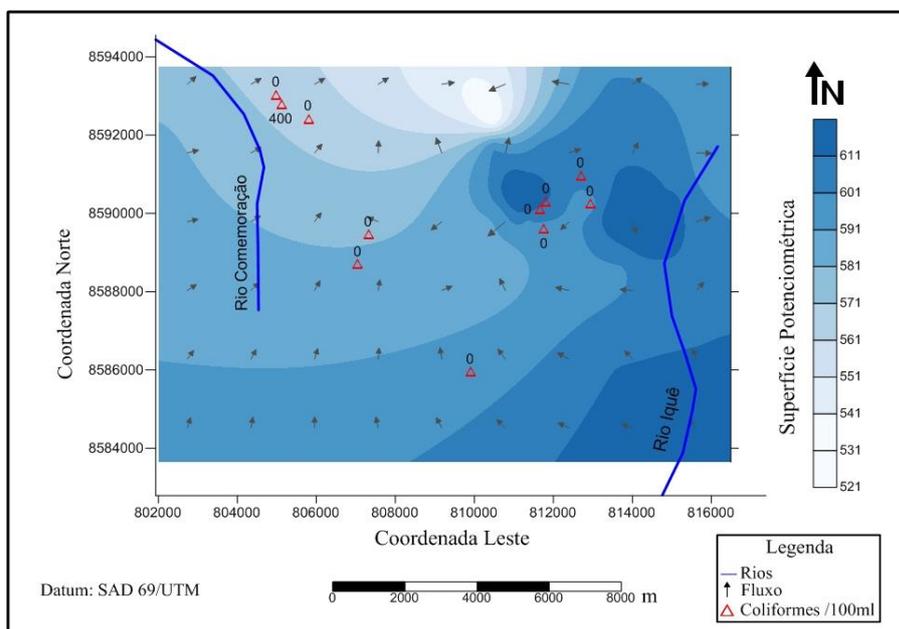


Figura 2 – Fluxo e concentração de *E. coli* no período seco.

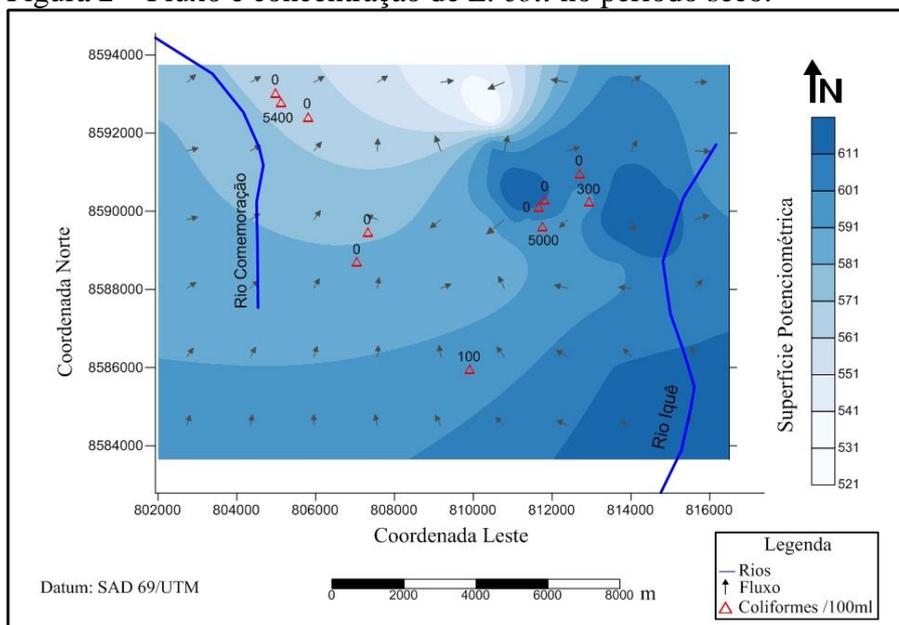


Figura 3 – Fluxo e concentração de coliformes totais no período seco.

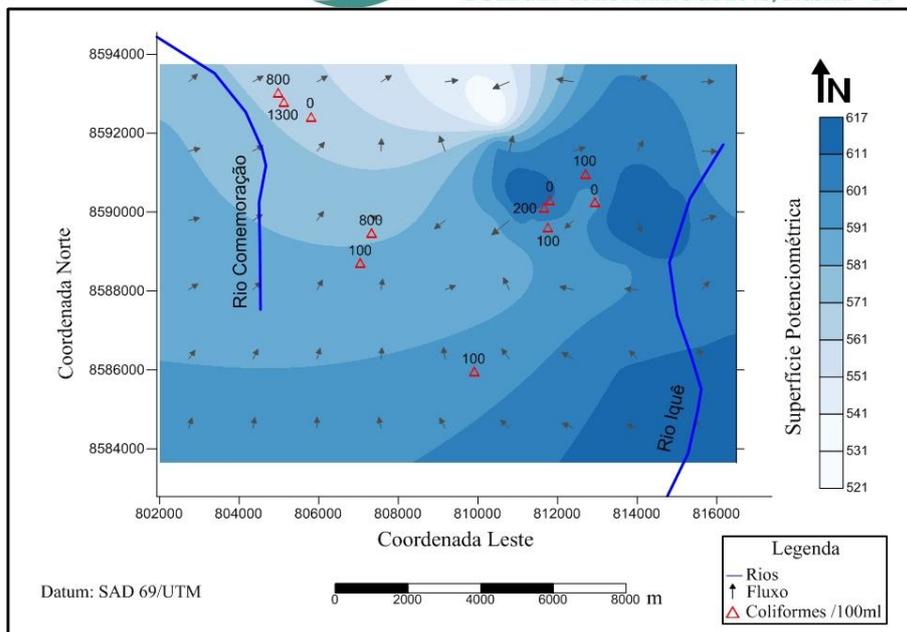


Figura 4 – Fluxo e concentração de *E. coli* no período chuvoso.

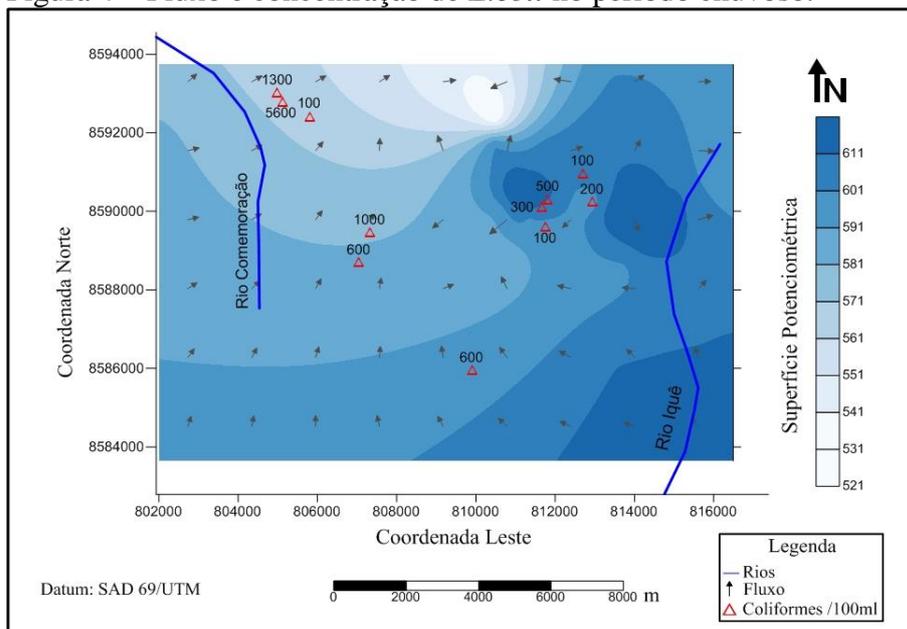


Figura 5 – Fluxo e concentração de coliformes totais no período chuvoso.

Analisando as figuras de tendência de direção de fluxo subterrâneo observa-se, que os vetores (vetores no cartograma) indicam a direção da água subterrânea para o Rio Comemoração. A partir dessa espacialização estimou-se ocorrer uma contribuição do Aquífero Parecis para o Rio Comemoração, participando da sua perenização, em períodos de estiagem proporciona a manutenção do fluxo de base dos rios.

Além disso, onde a superfície potenciométrica tem os maiores valores, o fluxo das águas subterrâneas é divergente. Como pode ser observado na Figura 5, na região mais escura, os altos valores de coliformes, apesar de estar relacionado a contaminação pontual, podem contribuir para contaminação de outros locais que recebem seu fluxo.



XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

Segurança Hídrica e Desenvolvimento Sustentável:
desafios do conhecimento e da gestão

De 22 a 27 de novembro de 2015, Brasília – DF

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Município de Vilhena tem o seu abastecimento público de água totalmente realizado de exploração do Aquífero Parecis, que conta com uma reserva renovável de água. Portanto, conhecer suas linhas de fluxo e sua qualidade torna-se uma importante ferramenta que permitirá o controle e preservação por meio de gestão dos recursos hídricos.

De acordo com os resultados obtidos, recomenda-se a adoção de um programa de educação sanitária para a conscientização da população, quanto à importância da higienização de seus reservatórios internos, pré-tratamento da água e adequação dos poços as normas técnicas.

Segundo a Portaria do MS 2.914/2011 (artigos 3º e 4º) toda a água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual ou coletiva de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita a vigilância da qualidade da água, na qual compete as secretárias de saúde do município (artigo 12).

Assim, esses mapas servem no planejamento ambiental e na ocupação dos solos, e principalmente, no auxílio à concessão de outorgas de direito de uso da água subterrâneas, evitando-se um colapso desse manancial renovável e buscando-se a saúde da população que consome essas águas subterrâneas.

REFERÊNCIAS

APHA, AWWA, WEF. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Edition 19. Washington, 1995.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Poder Executivo, Brasília, DF, 03 de Abr. 2008. Seção Resoluções, 71p.

BRASIL. *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. Ministério da Saúde, Brasília.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Cadastro de Localidades, 2010*. Disponível em: <

http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/territ_localidades.shtm >. Acesso em 04 mar. 2014.

IRITANI, M. A.; FERREIRA, L. M. R.; FERNANDES, A. J.; EZAKI, S(orgs). *Projeto ambiental estratégico aquíferos: síntese das atividades período 2007 – 2010*. São Paulo : Instituto Geológico, 2011.

KITANIDIS, P.K., *Introduction to geostatistics: applications in hydrogeology*. Cambridge, Cambridge University Press, 1997.

KITANIDIS, P.K., Geostatistics: interpolation and inverse problems. In. *The Handbook of Groundwater Engineering*. DELLEUR, J.W.(editor). CRC Press, Cap.12, 1999.



XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

Segurança Hídrica e Desenvolvimento Sustentável:
desafios do conhecimento e da gestão

De 22 a 27 de novembro de 2015, Brasília – DF

Mattos M.L.T.; Silva M.D. *Controle da qualidade microbiológica das águas de consumo na Microbacia Hidrográfica Arroio Passo do Pilão*. Pelotas: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; 2002.

NASCIMENTO, G. F.; ZUFFO, C. E.; GOVEIA, G. R. T. Qualidade de águas subterrâneas da bacia do alto e médio rio Machado – RO. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA ZONA DA MATA – RO, 2011, Rolim de Moura. *Anais...* Rolim de Moura: FAROL, 2011.

ROSA, L. L. O.; MELO, M. M.; SANTANA, H. M. N. Avaliação Paralela da Qualidade da Água do Lago Água Preta, de Águas Subterrâneas de Áreas Próximas e a Água para Abastecimento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRICOS, 2013, Bento Gonçalves - RS. *Anais...* Bento Gonçalves: ABRH, 2013. p.1-8

SILVA, A. C. *Estudo da contaminação do lençol freático através da integração de técnicas geofísicas e geoquímicas em Ji-Paraná-RO*. Rio Claro: IGCE/UNESP, 2008. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 2008.

ZULPO, D.L.; PERETTI, J.; ONO, L.M; GARCIA, J.L. Avaliação microbiológica da água consumida nos bebedouros da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná, Brasil. *Ciências Agrárias*. 2006; 27(1):107-110.