

QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS ARTESIANOS EM UM ASSENTAMENTO DO MUNICÍPIO DE MUNDO NOVO, MATO GROSSO DO SUL

<http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v7e12018807-821>

Merlene Gritzenco Grumicker¹

Valéria Flávia Batista-Silva²

Dayani Bailly³, Ana Francisca Gomes da Silva¹¹

Renata Ruaro¹², Alessandra Ribeiro de Moraes¹³

RESUMO

Considerando a necessidade de monitoramento das águas subterrâneas utilizadas para o consumo humano, este estudo avaliou a qualidade da água de poços artesianos rurais, localizados no Assentamento Pedro Ramalho, Mundo Novo, Mato Grosso do Sul. Amostras de água foram obtidas em janeiro/2012 e setembro/2013, em dois poços artesianos. Foram determinados parâmetros físico-químicos (alumínio, cobre, cor, cloreto, cromo total, ferro, fluoreto, manganês, nitrito, pH, sólidos dissolvidos totais, sulfato e zinco) e microbiológico (NMP de coliformes totais e de coliformes termotolerantes, bactérias heterotróficas e *Escherichia coli*) para os dois poços. Os valores registrados para cada parâmetro foram confrontados com os limites estabelecidos pela legislação brasileira. Apenas a água do Poço 1 apresentou valores de pH inferiores ao estabelecido pela Portaria nº 2914/2011 e valores de manganês acima do valor máximo permitido pela Resolução CONAMA nº 396. Os demais parâmetros atenderam os valores limites preconizados pelas legislações. Os resultados apresentados evidenciam a necessidade de monitoramento contínuo da água dos poços artesianos do Assentamento Pedro Ramalho, uma vez que foram registradas irregularidades que inspiram preocupações à saúde pública dos moradores.

Palavras-chave: Recurso hídrico; Água subterrânea; Potabilidade.

¹ Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Email: merlene.g.g@hotmail.com

² Doutora em Ciências Biológicas; Docente do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. E-mail: vfb_silva@yahoo.com

³ Doutora em Ciências Ambientais, Post-doctoral PNPd/CAPES, PEA/NUPELIA, Universidade Estadual de Maringá. E-mail: dayanibailly@gmail.com

¹¹ Doutora em Química Orgânica; Docente dos Cursos de Ciências Biológicas e Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. E-mail: anafranciscagomesdasilva@gmail.com

¹² Doutoranda do Curso de Pós-graduação em Ciências Ambientais/NUPELIA, Universidade Estadual de Maringá. E-mail: renataruaro_@hotmail.com

¹³ Doutora em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos; Docente dos Cursos de Ciências Biológicas e Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. E-mail: alessandra@uems.br

1 INTRODUÇÃO

A utilização das águas superficiais sem planejamento, bem como a ocupação desordenada das bacias hidrográficas pode ocasionar forte impacto negativo na qualidade da água, levando a diminuição da disponibilidade hídrica das águas superficiais potáveis (REBOUÇAS; BRAGA; TUNDISI, 2002). Diante disso, as águas subterrâneas tornaram-se uma importante fonte alternativa para as comunidades rurais e urbanas (CAPUCCI et al., 2001) constituindo-se em excelente recurso para abastecimento do homem e dos animais, irrigação agrícola e em diversos setores das atividades industriais (SZEWZYK, 2000).

A utilização da água subterrânea é uma alternativa viável sob o ponto de vista econômico, por apresentar baixo custo e fácil obtenção (CONCEIÇÃO et al., 2014). A viabilidade da utilização deste recurso hídrico está relacionada principalmente, à sua abrangência em extensas áreas, às potencialidades de reservas renováveis, à qualidade satisfatória dispensando tratamentos sofisticados e à conveniência da pequena distância entre a captação e o ponto de utilização (FEITOSA et al., 2008; MOURA et al., 2009; COUTINHO et al., 2013). Contudo, existe, atualmente, grande preocupação em relação à disponibilidade de águas subterrâneas, tendo em vista a crescente exploração deste recurso e sua vulnerabilidade à poluição e contaminação (MOURA et al., 2009).

A poluição da água está relacionada à alteração de suas características por quaisquer ações ou interferências, sejam elas naturais ou provocadas pelo homem (BRAGA et al., 2005). As naturais, geralmente, estão associadas ao intemperismo, pela dissolução das rochas a partir do contato com a água (CAVINATTO et al., 2014). As antrópicas são decorrentes da presença de compostos químicos provenientes de atividades agrícolas e de efluentes domésticos e industriais (CONCEIÇÃO et al., 2014). Em áreas agrícolas a lixiviação das substâncias químicas de pesticidas e fertilizantes através do perfil do solo pode resultar em contaminação destas águas (SPADOTTO et al., 2004). Em áreas urbanas e rurais os resíduos depositados pelo homem diretamente no solo podem também exercer efeitos de contaminação (MOURA et al., 2009), pois a capacidade do solo de imobilização de impurezas é limitada (CONCEIÇÃO et al., 2014).

Em função das consequências provocadas pelas diferentes formas de contaminação, a qualidade da água tornou-se uma questão de saúde pública. R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 807-821, jan./mar. 2018.

Qualidade da água é definida em função de características físicas, químicas e biológicas, sendo os teores máximos de impurezas permitidos estabelecidos em função do uso do recurso hídrico. Esses valores constituem-se nos padrões de qualidade, os quais são fixados por entidades públicas com o objetivo de garantir que a água utilizada para determinado fim atenda aos limites estabelecidos (MOTA, 1997).

Para o consumo humano a água potável deve atender os parâmetros dispostos na Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011) que trata dos procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e de seu padrão de potabilidade. Para águas subterrâneas, a qualidade da água deve atender, além da portaria supracitada, a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 396, de 03 de abril de 2008 (BRASIL, 2008), que estabelece a classificação e as diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas, bem como medidas de prevenção e controle da poluição.

No Brasil, estudos referentes à avaliação e o monitoramento da qualidade da água de poços artesianos concentram-se na região sul, mais especificamente em comunidades rurais da região central do estado do Rio Grande do Sul (CASALI, 2008), na bacia hidrográfica-PBH do Arroio Lino, RS (RHEINHEIMER et al., 2010), em municípios do sul do Rio Grande do Sul (COLVARA; LIMA; SILVA, 2009) e em comunidades rurais do município de Bandeirantes/PR (OTENIO et al., 2007). Para o estado de Mato Grosso do Sul há carência de estudos com este enfoque, sendo disponíveis apenas as informações referentes à área urbana do município de Anastácio (AYACH et al., 2009; CAPP et al., 2012).

Assim, diante da importância dos aquíferos subterrâneos para o abastecimento humano, dos poucos programas de gestão dessas reservas hídricas e dos riscos de contaminação, faz-se necessária a avaliação da qualidade da água destas reservas. Esse tipo de investigação é particularmente importante para o estado de Mato Grosso do Sul devido ao fato do mesmo não possuir rede de monitoramento para águas subterrâneas, com o conhecimento qualitativo restringindo-se apenas aos resultados analíticos contidos no relatório de 1998 da Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul (SANESUL/TAHAL, 1998). Desta forma, este trabalho tem como objetivo determinar os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos da qualidade da água de poços artesianos rurais, localizado no Assentamento Pedro Ramalho, município de Mundo Novo, Mato Grosso do Sul, bem R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 807-821, jan./mar. 2018.

como comparar os valores encontrados com aqueles preconizados nas legislações em vigor.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em poços artesianos localizados no Assentamento Pedro Ramalho, inserido na zona rural do município de Mundo Novo, Mato Grosso do Sul. Criado em 09 de setembro de 2003, o assentamento abrange uma área de cerca de 1946 ha (hectares) e contempla 83 famílias divididas em quatro grupos (Figura 1). As principais atividades econômicas desenvolvidas no assentamento são a agricultura e a pecuária. Para atender as demandas de água foram perfurados quatro poços artesianos no assentamento. Oliveira et al. (2013) afirmam que, no geral, em assentamentos rurais são desenvolvidas atividades de subsistência que necessitam de água para irrigação, dessedentação de animais e consumo humano, entre outros, sendo esta geralmente captada de poços artesianos.

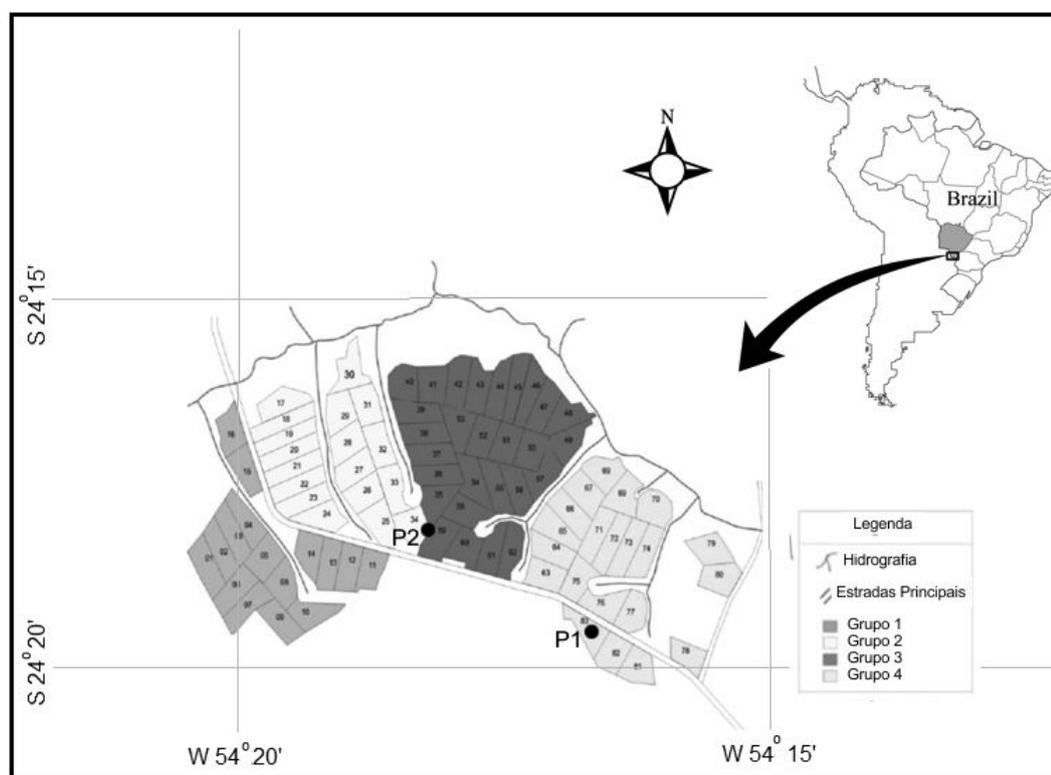


Figura 1. Localização do Assentamento Pedro Ramanho, Mundo Novo, Mato Grosso do Sul. P1 = Poço 1 e P2 = Poço 2.

A água dos poços do assentamento é proveniente do Aquífero Bauru (SEMAC, 2010) que caracteriza-se como um sistema livre ou freático, cuja base é uma camada impermeável ou semipermeável e topo é limitado pela própria superfície livre da água sob pressão atmosférica. Esse aquífero corresponde a 37% das águas subterrâneas em domínio do estado do Mato Grosso do Sul.

Neste estudo foi analisada a qualidade da água de dois poços artesianos, aqui denominados como Poço 1 e Poço 2, com profundidades de cerca de 60 metros. O Poço 1 localiza-se no grupo quatro, na região final do assentamento e atende 22 famílias de agricultores. A principal atividade econômica dessas famílias é a cultura de mandioca, hortifrutigranjeiros e pastagem para gado leiteiro. O principal impacto do entorno é a presença de fossa séptica localizada a 18,5 metros do poço artesiano e a 3 metros do pasto de animais. O Poço 2 situa-se na região central do assentamento, entre os grupos dois e três, abastecendo 43 família de agricultores. Estas apresentam como principal atividade econômica o plantio de soja na forma convencional, bem como a pecuária de corte e de leite. Nas proximidades do Poço 2 existem posto de saúde, lanchonetes, borracharia, posto de combustível desativado e fossas sépticas (distanto 25 metros do poço).

2.2 Coleta de dados

A qualidade da água dos poços foi avaliada com base em análises físico-químicas e bacteriológica. As amostragens foram realizadas nos meses de janeiro/2012 (1ª fase) e setembro/2013 (2ª fase).

Na 1ª fase, uma amostra de água de 1000 mL foi coletada em cada poço utilizando-se garrafas esterilizadas e hermeticamente lacradas. Em seguida, estas foram etiquetadas, acondicionadas em caixas térmicas contendo gelo seco e imediatamente conduzidas ao Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI, em Dourados/MS, onde se procedeu às análises físico-químicas para determinação das variáveis cor, pH, sólidos dissolvidos totais e bacteriológicas para obtenção das variáveis número mais provável (NMP) de coliformes totais, NMP de coliformes termotolerantes e NMP de bactérias heterotróficas.

Na 2ª fase foram coletadas duas amostras de 1000 mL de água de cada poço utilizando-se frascos esterilizados, as quais foram destinadas às análises físico-químicas. Uma para determinação dos metais alumínio, cobre, cromo total, R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 807-821, jan./mar. 2018.

ferro, manganês e zinco e outra para determinação dos parâmetros não metais, cloreto, cor aparente, fluoreto, nitrato, nitrito, pH, sólidos dissolvidos totais e sulfato. Para a análise bacteriológica (*Escherichia coli*) foi coletada uma amostra de 250 ml de água de cada poço utilizando-se frascos esterilizados. Imediatamente após a amostragem, os frascos foram fechados, etiquetados e acondicionados em caixas térmicas com gelo, sendo as amostras encaminhadas para o Laboratório Central da SANESUL, em Campo Grande/MS para a condução das análises dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

2.3 Análise dos dados

Para a investigação da qualidade da água dos poços artesianos os parâmetros analisados foram confrontados com os limites estabelecidos pela Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011) e pela Resolução CONAMA nº 396 de 03 de abril de 2008 (BRASIL, 2008) que dispõe sobre as diretrizes para avaliação da qualidade das águas subterrâneas. Os resultados provenientes das amostras obtidas nas fases 1 e 2 foram confrontados com o que é disposto nos dois documentos supracitados e os resultados provenientes da amostra 2 foram comparados apenas às disposições da Resolução CONAMA nº 396, a qual determina também valores limites para metais e não metais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A água do Poço 1 apresentou valores de pH inferiores ao estabelecido pela Portaria nº 2914/2011 (BRASIL, 2011), evidenciando que a água utilizada pelas 22 famílias do grupo 1 apresentava-se ácida e inadequada para o consumo, uma vez que a água potável deve apresentar valores de pH entre 6,0 e 9,5 (Tabela 1). O pH representa a concentração de íons de hidrogênio H⁺, indicando a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água (VON SPERLING, 2007). Ingerir água com pH neutro ou levemente alcalino contribui para que o corpo humano mantenha o pH nos níveis adequados para os processos fisiológicos. No entanto, cabe destacar que o pH das águas subterrâneas pode variar entre 5,5 e 8,5 pois as concentrações iônicas são mais elevadas que as das águas superficiais devido a interação entre água e rochas, sendo os diferentes valores relacionados às características química das mesmas (PEDROSA; CAETANO, 2002).

Neste trabalho, valores elevados de manganês foram registrados para a água do Poço 1 (0,192 mg/L), ultrapassando em 92,0% o valor máximo permitido para consumo humano (0,1 mg/L), de acordo com a Resolução CONAMA nº 396 (BRASIL, 2008; Tabela 2). Este fato pode estar relacionado ao depósito de substâncias químicas no solo, contribuindo para o aumento da concentração de manganês na água deste poço. No geral, sempre que o manganês apresentar teor excedente de 0,1 mg/L, sinais como, manchas na louça sanitária e gosto metálico adstringente são perceptíveis aos usuários da água (MADEIRA, 2003), os quais podem servir de alerta ao consumidor. Portanto, o resultado aqui encontrado deve ser visto com atenção pelas autoridades competentes, pois a água do Poço 1 pode ocasionar em longo prazo, graves problemas de saúde aos moradores do Assentamento Pedro Ramalho. Destaca-se ainda que o presente estudo investiga dois dos quatro poços artesianos existentes no Assentamento Pedro Ramalho o que implica no fato de que o cenário de contaminação das águas subterrâneas do assentamento pode ser ainda mais alarmante.

O íon manganês encontra-se na natureza combinado com mais de uma centena de minerais, na sua maioria óxidos (SAMPAIO et al., 2005). Embora esteja amplamente disperso nas rochas, não há registros na literatura da sua ocorrência na forma metálica (HAROLD; TAYLOR, 1994). As rochas metamórficas e sedimentares são as principais fontes de manganês, principalmente na forma de dióxidos de manganês (manganita e a pirolusita) os quais se acumulam no solo à medida que os constituintes mais solúveis se separam por lixiviação (BENEFIELD; JUDKINS; WEAND, 1982). Devido a este processo, as águas subterrâneas podem ter níveis de manganês naturalmente elevados (BARROS, 2001; MENEZES-FILHO, 2009).

Os demais parâmetros de qualidade da água (alumínio, cloreto, cobre, cor, cromo total, ferro, fluoreto, nitrato, nitrito, sulfato, zinco, coliformes termotolerantes, contagem de bactérias heterotróficas, sólidos dissolvidos totais, e *Escherichia coli*), analisados neste estudo atenderam aos valores limites preconizados pela Resolução CONAMA nº 396 e pela Portaria nº 2914/2011.

Cabe ressaltar, que de acordo com as orientações do Serviço Federal de Saúde Pública, os poços artesianos deveriam localizar-se no mínimo a 45 metros de fossas sépticas, o que não se verifica para os dois poços aqui analisados. A ausência de contaminação da água por microrganismos (Tabelas 1 e 2) pode estar

associada à característica do solo arenoso (CAVINATTO; PAGANINI, 2007; SOUZA et al., 2011), e ao desnível do terreno, que apresenta escoamento contrário ao escoamento subterrâneo. No entanto, recomenda-se que seja realizado monitoramento periódico da água dos poços a fim de se verificar a qualidade mínima desejada para consumo humano.

Uma alternativa simples para manter a qualidade da água dos poços artesianos livre da contaminação por microrganismos é a utilização de cloro. No entanto, a comunidade rural do assentamento Pedro Ramalho tem resistência ao uso de água clorada, alegando que esta possui um gosto desagradável (comunicação pessoal).

Em suma, o monitoramento da água é fundamental para a saúde pública e está previsto no Decreto 5.440, de 04 de maio de 2005, Art. 3º, inciso II:

A informação prestada ao consumidor sobre a qualidade e características físicas, químicas e microbiológicas da água para consumo humano deverá: ser precisa, clara, correta, ostensiva e de fácil compreensão, especialmente quanto aos aspectos que impliquem situações de perda da potabilidade, de risco à saúde ou aproveitamento condicional da água. (BRASIL, 2005, p. 2).

Ainda de acordo com o artigo 33 da Resolução CONAMA 396/2008:

A classe de enquadramento das águas subterrâneas, bem como sua condição de qualidade, deverão ser divulgadas, periodicamente, pelos órgãos competentes por meio de relatórios de qualidade e placas de sinalização nos locais de monitoramento. (BRASIL, 2008, p. 67).

Portanto, cabe ao poder público promover mecanismos para que estas normativas entrem em vigor. Isso se faz necessário especialmente devido à falta de sinalização dos locais monitorados pelas agências fiscalizadoras e também pelo fato de que os moradores não têm acesso a estes documentos. No entanto, especificamente com relação ao assentamento Pedro Ramalho, o monitoramento da qualidade da água não é realizado pelo órgão competente (SANESUL), sendo alegado pelo mesmo que sua responsabilidade incide apenas aos poços artesianos perfurados sob a sua supervisão, o que não é o caso dos poços do assentamento. Isto confere relevância aos resultados aqui apresentados, os quais evidenciam as irregularidades que inspiram preocupações à saúde pública dos moradores.

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água dos dois poços artesianos do Assentamento Pedro Ramalho, Mundo Novo/MS, coletados em 21 de janeiro de 2012. Valores em negrito não atendem a Portaria nº 2914/2011.

Parâmetros	Fase 1 (Janeiro/2012)		Fase 2 (Setembro/2013)		Valores referência
	Poço 01	Poço 02	Poço 01	Poço 02	
Cor - uH	0,02	0,008	5,7	6,6	Máximo 15 uH
pH	5,14	8,58	4,8	7,5	Aceitável entre 6,0 - 9,5
Sólidos dissolvidos totais - mg/L	26,27	105,1	68,5	225,6	Máximo 1.000 mg/L
NMP de coliformes totais	<1,1 NMP/100mL	<1,1 NMP/100mL	-	-	Ausência em 100mL
NMP de coliformes termotolerantes	<1,1 NMP/100mL	<1,1 NMP/100mL	Ausente	Ausente	Ausência em 100mL
Bactérias heterotróficas	1,8 x 10 ² UFC/mL	1,3 x 10 ² UFC/mL	-	-	<5 x 10 ² UFC/mL

Tabela 2. Parâmetros químicos (mg/L) e microbiológicos da água dos dois poços artesianos do Assentamento Pedro Ramalho, Mundo Novo/MS, analisados em 19 de setembro de 2013, pela SANESUL. Valores em negrito não atendem à Resolução nº 396/2008.

Parâmetros	Poço 01	Poço 02	Valores de referência
Alumínio	0,12	0,03	0,2
Cloreto	3,0	10,0	250,0
Cobre	< 0,04	< 0,04	2,0
Cromo Total	0,01	0,02	0,05
Ferro	< 0,11	< 0,11	0,3
Fluoreto*	< 0,1	0,5	1,5
Manganês	0,192	0,014	0,1
Nitrato	1,8	0,7	10,0
Nitrito	0,6	0,6	1,0
Sólidos Dissolvidos Totais	68,5	225,6	1000,0
Sulfato	< 1,0	13,0	250,0
Zinco	0,07	0,03	5,0
<i>Escherichia coli</i> *	Ausência em 100 mL	Ausência em 100 mL	Ausência

* Metodologia aplicada: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 22ª ed. 2012.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho constituiu-se em um ponto de partida para investigações mais abrangentes em relação a qualidade de água de poços artesianos do Assentamento Pedro Ramalho. Aliado à isso, este estudo alerta para a necessidade de que o poder público do estado de Mato Grosso do Sul, bem como as autoridades locais designem a devida atenção a este assentamento no tocante à qualidade da água dos poços artesianos, sua regularização e também à orientação dos moradores sobre riscos de contaminação e práticas de conservação deste recurso hídrico.

5 AGRADECIMENTOS

À Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural - AGRAER, especialmente a Engenheira Agrônoma Katia Maria Garicoix Recalde, pelo auxílio na coleta de água e ao Laboratório Central da Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul - SANESUL e ao Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI, pela realização das análises dos parâmetros físico-químicos da água. Os autores também agradecem ao Dr. Carlos Alexandre Fernandes pelo preparo da Figura 1. O trabalho de D. Bailly é suportado por CAPES/PNPD.

WATER QUALITY THE ARTESIAN WELLS IN A SETTLEMENT OF MUNICIPALITY THE MUNDO NOVO, MATO GROSSO DO SUL

ABSTRACT

Considering the need for monitoring of groundwater used for human consumption, this study evaluated the quality of rural artesian wells, located in the Assentamento Pedro Ramalho, Mundo Novo, Mato Grosso do Sul. Water samples were -obtained from two wells in January/2012 and September/2013. We determined the physical-

chemical parameters (aluminum, copper, color, chloride, total chromium, iron, fluoride, manganese, nitrite, pH, total dissolved solids, sulfate and zinc) and 817 microbiological (MNP of the total and fecal coliforms, heterotrophic bacteria and *Escherichia coli*) for the two wells. The results were compared with the Brazilian legislation which establishes guidelines for assessing the quality of groundwater. Water from one of the wells presented pH values less than that established by Ordinance nº 2914/2011 and manganese above the maximum value allowed by Resolution CONAMA nº 396. The other parameters met the limits preconized by the legislation. The results indicate the need for continuous monitoring of water from artesian wells of the Assentamento Pedro Ramalho, since were recorded irregularities that inspire public health concerns of residents.

Key words: Water resources; Groundwater; Potability.

REFERÊNCIAS

AYACH, Lucy Ribeiro; PINTO, André Luiz; CAPPI, Nanci; GUIMARÃES, Solange T. de Lima. Contaminação das águas subterrâneas por coliformes: um estudo da cidade de Anastácio-MS, 2009. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 4, n.1, p. 5-26, jan./jun. 2009.

BARROS, Almíria da Rosa Beckhauser de. **Remoção de íons metálicos em água utilizando diversos adsorventes**. 2001. 91.f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2001.

BENEFIELD, D. Benefield; JUDKINS, Joseph F.; WEAND, Barron L. **Process chemistry for water and wastewater treatment**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1982. ISBN 0137229755.

BRASIL. Decreto nº 5.440, de 4 de maio de 2005. Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. **Diário Oficial da República Federativa da União**, Brasília, DF, 05 maio 2008.

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 República Federativa da União**, Brasília, DF, 07 abr. 2008.

BRASIL. Portaria nº 2914, 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. **Diário Oficial da República Federativa da União**, Brasília, DF, 17 jan. 2012. 818

CAPUCCI, Egmont; MARTINS, Anderson Martins; MANSUR, Kátia Leite; MONSORES, André Luiz Mussel. **Poços tubulares e outras captações de águas subterrâneas** - orientação aos usuários. Rio de Janeiro: SEMADS/SEINPE, 2001. ISBN 85-87206-11-7.

CAPP, Nanci; AYACH, Lucy Ribeiro; SANTOS, Tânia Mara Baptista dos; GUIMARÃES, Solange Terezinha de Lima. Qualidade da água e fatores de contaminação de poços rasos na área urbana de Anastácio (MS). *Geografia Ensino & Pesquisa*, Santa Maria, v. 16, n. 3, set./dez. 2012.

CASALI, Carlos Alberto. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul**. 2008. 173 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

CAVINATTO, Adriana de Souza; PAGANINI, Wanderley da Silva. Os microrganismos nas atividades de disposição de esgotos no solo - estudo de caso. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, jan./mar. 2007.

COLVARA, Júlia Goldbeck; LIMA, Andréia Saldanha de; SILVA, Wladimir Padilha da. Avaliação da contaminação de água subterrânea em poços artesianos no sul do Rio Grande do Sul. **Brazilian Journal of Food Technology**, São Paulo, v. 2, p.11-14, jan. 2009.

CONCEIÇÃO, Fabiano Tomazini; MAZZINI, Fernando; MORUZZI, Rodrigo Braga; NAVARRO, Guilherme Rafael beltran. Influências naturais e antrópicas na qualidade da água subterrânea de poços de abastecimento público na área urbana de Marília, SP. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 19, n. 3, jul./set. 2014.

COUTINHO, Jaqueline Vigolo; ALMEIDA, Cristiano das Neves; GADELHA, Carmem Lúcia Moreira; TARGINO, Diego Ferreira; LINHARES, Franklin Mendonça; COELHO, Victor Hugo Rabelo. Avaliação integrada da qualidade da água subterrânea em uma bacia hidrográfica representativa do litoral da região nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 197-212, out./dez. 2013.

FEITOSA, Fernando A. C; MANOEL-FILHO, João; FEITOSA, Edilton Carneiro; DEMETRIO, J. Gleison. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. 3. ed. Rio de Janeiro: CPRM. 2008. ISBN 9788574990613.

HAROLD, A.; TAYLOR, J. R. Manganese minerals. In: CARR, D.; CARR, D. D. **Industrial minerals and rock**. 6. ed. Littleton: Society of Mining, Metallurgy, and Exploration Inc., 1994. p.655-660.

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 807-821, jan./mar. 2018.

MADEIRA, V.S. **Desenvolvimento de um carvão adsorvente para remoção de íons ferro em águas naturais**. 2003. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2003.

MENEZES-FILHO, José Antonio. **Níveis elevados de manganês e déficit cognitivo em crianças residentes nas proximidades de uma metalúrgica ferro-manganês na Região Metropolitana de Salvador, Bahia**. 2009. 148 819

f. Tese (Doutor em Ciências na área de Saúde Pública e Meio Ambiente) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro/RJ, 2009.

MOTA, Suetônio. **Introdução à Engenharia Ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 1997. ISBN 8570221398.

MOURA, Marisa Helena Gonsalves; BUENO, Renata Morenoz; MILANI, Idel Cristina; COLLARES, Gilberto Loguercio. **Análise das águas dos poços artesianos do campus CAVG-UFPel**. In: MOSTRA DE TRABALHOS DE TECNOLOGIA AMBIENTAL, 2., 2009, Pelotas. **Anais...**Pelotas: IFSUL, 2009. p.10-12.

OLIVEIRA, Herison Alves de; BEZERRA, Hélio Nogueira; ARAÚJO, Jurema M. S.; TAVARES, Leandro A. F. Qualidade de águas de poços dos assentamentos da Chapada do Apodi-RN para o uso na agricultura. **Holos**, Natal, v. 1, p. 64-72, maio/jun. 2013.

OTENIO, Marcelo Henrique; RAVANHANI, Clézio; CLARO, Elis Marina Turini; SILVA, Maria Imaculada da; RONCON, Thiago Junqueira Qualidade da água utilizada para consumo humano de comunidades rurais do município de Bandeirantes-PR. **Salusvita**, Bauru, v. 26, n. 2, p. 189-195, 2007.

PEDROSA, C. A. P.; CAETANO, F. A. Águas subterrâneas. **Agência Nacional de Águas, Superintendência de Informações Hidrogeológicas**, Brasília, Ago. 2002. Disponível em: www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/InfoHidrologicas/aguasSubterr/EstudoAguasSubterraneasANA22-08-02.doc. Acesso em: 16 maio 2016.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito Braga; TUNDISI, José Galizia. **Água doce no mundo e no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002. ISBN 8586303410.

RHEINHEIMER, Danilo dos S.; GONÇALVES, Celso S.; BORTOLUZZI, Edson C.; PELLEGRINI, João B. R.; SILVA, José L. S. da; PETRY, Claudia. Qualidade de águas subterrâneas captadas em fontes em função da presença de proteção física e de sua posição na paisagem. **Engenharia Agrícola**, Jabotical, v. 30, n. 5, p.948-957, set./out. 2010.

SAMPAIO, João Alves; ANDRADE, Mônica Calixto de; DUTRA, Achilles Junqueira Bourdot; PENNA, Marcio Torres Moreira. Manganês. In: LUZ, A. B. da Luz; LINS, F. A. F. **Rochas & minerais industriais: usos e especificações**. Rio de Janeiro, RJ: CETEM/MCT, 2005. p. 515-530.

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 807-821, jan./mar. 2018.

SANESUL. Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul e TAHAL. **Estudos Hidrogeológicos de Mato Grosso do Sul**. Relatório Final. Campo Grande, mapas V.I e II. 1998.

SEMAC. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia e Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. **Plano estadual de recursos hídricos de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: EdUFMS. 2010. 820

SPADOTTO, Claudio A.; GOMES, Marco Antônio F.; LUCHINI, Luiz Carlos; ANDRÉA, Mara M. de. **Monitoramento do risco ambiental de agrotóxicos: princípios e recomendações**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa, Jaguariúna, n. 42, p. 1-29, dez. 2004.

SZEWZYK, Ulrich; SZEWZYK, Regine; MANZ, John Raymond; SCHLEIFER, Karl-Heinz. Microbiological safety of drinking water. **Annual Review of Microbiology**, Palo Alto, v. 54, p. 81-127, out. 2000.

VON SPERLING, Marcos. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: EdUFMG, 2007. ISBN 8588556072. 821