

VULNERABILIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO QUARENTA-MANAUS/ AM

Ana Belém da Silva SOUZA¹
Márcio Luiz da SILVA²
Roberto Naves DOMINGOS³
Amauri Antônio MENEGARIO⁴

¹Bolsista PIBIC/CNPq; ²Orientador INPA/CPCR; ³Colaborado UNESP; ⁴ Colaborado UNESP.

INTRODUÇÃO

A demanda de água doce para os mais diversos usos cresce continuamente no planeta. Como o volume de água é quase constante, desde a formação do planeta, a disponibilidade de água doce é cada vez menor, além de grande volume de água ser desperdiçada pelo uso inadequado, acrescenta-se essa redução à perda de qualidade das águas dos rios, lagos e reservatórios construídos pelo homem, devido, aos impactos ambientais (Barros 2008). As perfurações de poços em locais inadequados representam o principal risco a qualidade da água subterrânea. No Brasil cresce o número desses poços construídos sem critérios, contribuindo para se criar umas conexões extremamente prejudiciais à qualidade das águas dos aquíferos. A água subterrânea da cidade de Manaus é proveniente do aquífero Alter do Chão, e por se tratar de um aquífero livre, pode apresentar considerável risco de contaminação de suas águas, pois não há um esgotamento sanitário e tratamento de resíduos sólidos e outros efluentes capazes de proteger a zona de depuração superficial do mesmo (Aguiar *et al.* 2003; ANA 2005). Em Manaus, se encontram inúmeros poços tubulares instalado de maneiras inadequadas, principalmente em áreas periférica da cidade, onde o sistema de água encanada é escasso, explorando o aquífero no nível freático mais elevado. Esta atividade sem fiscalização oferece abastecimento não tratado, sem monitoração e proteção sanitária na maioria dos casos, expondo o aquífero e a população local a contaminação (Silva 2005). Segundo Foster e Hirata (1988), gerenciar a utilização de águas subterrâneas significa propor políticas que garantam que os aquíferos sejam fontes seguras e confiáveis de abastecimento de água. Devido a esses problemas e á lacuna existente sobre a qualidade das águas subterrâneas da cidade. Este trabalho teve objetivo de avaliar a possibilidade de a água subterrânea estar sendo contaminada pela água de superfície do igarapé do Quarenta, reconhecidamente poluída e que recebe despejos líquidos de vários bairros e do Distrito Industrial de Manaus.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas de amostras foram realizadas no mês de outubro/2013 (período seco) e abril/ 2014 (período chuvoso) em trinta poços tubulares e um poço amazonas, distribuídos ao longo do canal principal da bacia hidrográfica do Quarenta (Figura 1). Inicialmente, foi realizado trabalho de campo para o reconhecimento do acesso e funcionalidade dos possíveis poços a serem amostrados. As coordenadas geográficas desses pontos foram obtidas com GPS de marca GARMIN. Em seguida, foram feitas as solicitações de autorização para amostragem das águas subterrâneas aos proprietários das fontes. Os poços amostrados pertencem à residência, escola, posto de saúde, posto de gasolina, igreja e empresa. No campo, as amostras foram coletadas de cada poço através de seu bombeamento e, para se evitar contaminação pela tubulação, mantiveram-se cada um em funcionamento por 10 minutos antes de se efetuar a amostragem. Para as coletas das amostras de águas foram utilizados frascos de polietileno com capacidade de 1000 ml. Os frascos foram previamente lavados com solução alcalina. Em campo, foram medidos pH, C.E. Temperatura do ar e da água, com um peagametro e condutivímetro de marca DM-3P Digimed, respectivamente. Depois, as amostras foram levadas ao Laboratório de Química Ambiental /INPA para demais análises de cátions e ânions.

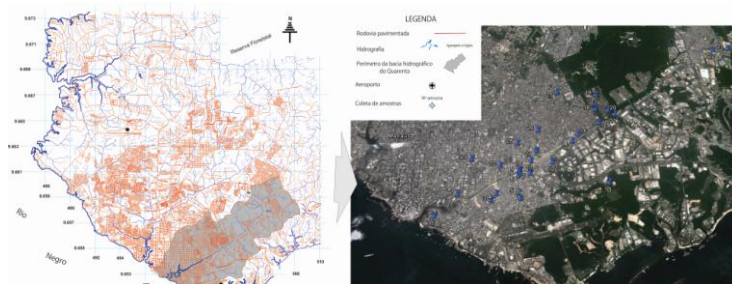


Figura 1: Área urbana da Cidade de Manaus/AM e localização da bacia hidrográfica do Quarenta com ponto de coletas das amostras. Fonte www.Google Earth.com e arquivo vetorial (Shaper) disponibilizado pelo SIGLAB/INPA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletadas 30 amostras de água subterrânea em poços tubulares e poço Amazonas, com profundidade variando de 32 a 120 metros e a do poço Amazonas de 4 metros (outubro 2013, período seco e abril/2014, período chuvoso). As amostragens foram feitas preferencialmente no horário matutino para que estivessem no LQA-INPA o mais breve possível, para não haver alteração física e química das águas. A temperatura do ar variou de 27,7°C a 36,0°C e das águas de 25°C a 34,6°C no mês outubro e no mês abril variou de 27,4°C a 30,6°C. Silva (1999) estudando águas subterrâneas da cidade de Manaus verificou homogeneidade dessas variáveis. O mesmo verificado nesse período de coleta. Indicando, assim, que esse aquífero é do tipo livre. A condutividade elétrica variou de 14,08 a 385 $\mu\text{S}/\text{cm}$ com média 96,65 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na primeira coleta e na segunda coleta variou de 12,16 a 362 $\mu\text{S}/\text{cm}$ com média 89,30 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Vasconcelos (2006) encontrou valores variando de 25,34 a 256 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Segundo Silva (2005) o baixo valor da C.E variando de 11,7 e 94,5 encontradas em Manaus em condições naturais, indica que as águas são fracamente mineralizadas, concordando com Aguiar *et al.* (2003) quando diz que esses dados refletem uma infiltração bastante rápida em um ambiente de circulação quimicamente pobre em íons. Portanto esses valores elevados encontrados nas amostras são anômalos e indicam que há entrada de poluição antrópica nas águas subterrâneas ao longo da bacia estudada, a partir de seu curso médio, como demonstrado na figura 2 com a distribuição de iguais valores de temperatura e condutividade elétrica.

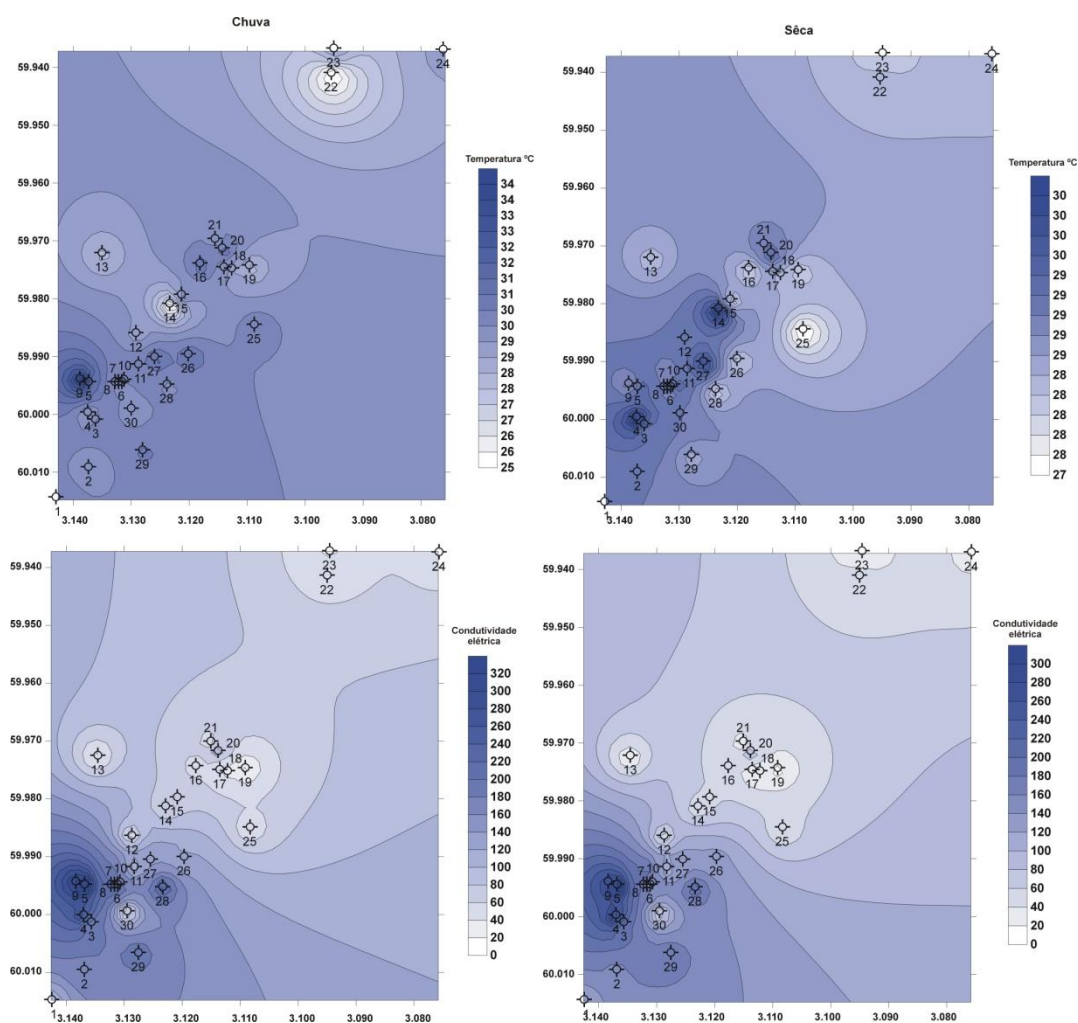


Figura 2. Mapas de isovalores de temperatura e condutividade elétrica das águas subterrâneas da área de estudo.

O pH das águas variou de 2,96 a 6,24 na primeira coleta e na segunda variou de 3,89 a 6,4, apresentando características de águas ácidas com tendência a neutralidade. Silva (1999) também verificou acidez nas águas subterrâneas de Manaus. Já a alcalinidade variou de 0,00 a 62,22 mgHCO/L com média de 7,01 mgHCO/L na primeira coleta e na segunda coleta variou de 0,00 a 65,27 mgHCO/L. O maior valor apresentado foi o da amostra 1. O que pode ser indicativo de contaminação antrópica.

O bicarbonato teve variação de 0,000 a 65,270 mg/L. Silva (2005) também encontrou valores baixos, valores inferior ao permitido pela Portaria 518 de 25/03/2004 do Ministério da Saúde. Segundo Silva (2006) valores baixos de bicarbonato

indicam áreas de recarga, na região de estudo, coincidindo com áreas de topografia mais elevadas e crescente com o sentido de fluxo subterrâneo.

A cor das águas dos poços da bacia do Quarenta apresentaram variação de 0,750 a 17,200 mgPt/L e média de 3,365 mgPt/L na primeira coleta. Na segunda coleta, variou de 1,480 a 25,625 mgPt/L, com média 4,469 mgPt/L. A maioria das amostras nos dois período de coletas encontram-se dentro dos valores estabelecidos pela Portaria 518 (15 mgPt/L). A turbidez das amostras analisadas apresentou valores de 0,00 a 2,34 NTU, com média de 0,26 NTU na primeira coleta e na segunda de 0,00 a 4,16, com média 0,26. Valores inferiores ao limite máximo permitido pela portaria nº 518/04 que é de 5 NTU.

O cálcio teve variação 0,020 a 68,530 mg/L, com média de 0,480mg/L no primeiro período e no segundo de 0,000 a 22,770 mg/L, com média de 1,760 mg/L. Comparado os dois período percebe-se que houve diluição do cálcio no segundo período. Silva (2005) estudando água subterrânea de Manaus encontrou valores 0,224 a 2,100mg/L. A concentração de magnésio encontrada variou de 0,020 a 6,470 mg/L, tendo média 1,600 no primeiro período. No segundo variou de 0,530 a 5,150 mg/L, apresentando média de 1,090mg/L.

Quanto os íons amônio, houve variação de 0,000 a 6,470 mg/L, com média de 0,099 mg/L, no período seco e no período chuvoso houve variação de 0,102 a 1,964 mg/L com, média 0,169 mg/L. Comparando os dois períodos percebe-se que houve diluição de amônio no período chuvoso. Contudo, várias amostras não se encontram dentro dos padrões da Portaria 518/04 do Ministério da Saúde (1,5 mg/L). Motivado, provavelmente, pela poluição antrópica. O nitrato teve variação de 0,051 a 28,620 mg/L, com média de 4,380mg/L, no período seco e no período chuvoso, a variação foi de 0,008 a 24,030 mg/L. Conforme a resolução em vigor, a concentração superior a 10 mg/L é inadequada para consumo humano podendo produzir intoxicação em criança ou até levá-la à morte por cianose em caso extremo (Santos 2000) provavelmente esses valores elevado são consequência da poluição antrópica.

A concentração de ferro total variou de 0,117 a 0,288mg/L, com média de 0,150mg/L na primeira coleta. Na segunda, variou de 0,107 a 0,424mg/L, tendo média de 0,135 mg/L. Quanto ao ferro dissolvido, houve variação de 0,098 a 0,198 mg/L, com média de 0,135 no período seco e no chuvoso, variou de 0,097 a 0,155, tendo média de 0,116 mg/L. Ramos e Silva (2003) encontraram valores de ferro total variando de 0,005 a 0,290mg/L e Silva (2005) de 0,005 a 0,441mg/L. O Ferro total e o dissolvido, nas duas coletas, mantiveram seus valores baixos de 0,3 mg/L, estando, portanto, dentro do limite exigido pela Portaria 518 do Ministério da Saúde.

O Cloreto teve variação de 0,550 a 28,540 mg/L e média 5,490 no período seco e no período chuvoso de 0,670 a 17,570. Ramos e Silva (2003) encontraram valores que variaram de 0,719 a 44,480 mg/L¹. Aguiar *et. al* (2003) encontraram valores 1,56 a 47,29 mg/L. Segundo Silva (1999), quando as concentrações de cloreto estão abaixo de 150 mg/L¹, sugerem um aquífero não-confinado, em que as águas são recém-infiltradas e pouca interação com os estratos do aquífero.

A Sílica variou de 4,718 a 9,288mg/L, com média 9,988 mg/L no período seco. No período chuvoso, variou de 2,737 a 14,233 mg/L, tendo média 3,411mg/L. Estes valores estão dentro dos valores encontrado por Silva (2005) de 4,681 a 9,236 mg/L. Segundo Horbe *et. al* (2004) os teores altos de sílica e potássio, sugerem uma forte contribuição dos minerais silicáticos que constitui as rochas de Formação Alter do Chão e dos espodosolos e latossolos, gerados a partir do seu intemperismo.

O sódio variou de 1,600 a 44,360 mg/L, tendo média 5,63 no período seco e no chuvoso, de 2,680 a 28,860. O Potássio variou de 0,009 a 18,140 mg/L no período seco com média 6,410 mg/L. Já no período chuvoso, foi de 0,380 a 18,820 mg/L. Silva (2005) encontrou valores variando de 0,100 a 13,400 mg/L, com média de 8,557 mg/L.

CONCLUSÃO

De acordo com os dados analisados, em ambos os períodos de coletas, as águas subterrâneas amostradas à montante da bacia hidrográfica do Quarenta, apresentam baixas concentrações de íons dissolvidos. A partir de seu curso médio, sentido jusante da bacia, as águas são enriquecidas em íons. Quanto aos valores de amônio e ao nitrato acima do permitido pela legislação vigente, deve-se haver um alerta, de não consumo humano, aos responsáveis pela distribuição e consumidores dessas águas impróprias. Isso leva a concluir que as águas subterrâneas da área de entorno da bacia estão sofrendo influências antrópicas, causados por poluição ambiental nesse sistema hídrico, motivado também, pela baixa vulnerabilidade do aquífero Alter do Chão.

REFERÊNCIAS

Aguiar, C.J.B.; Horbe, M.A.; Gasnieer, T. 2003. Vulnerabilidade do aquífero Alter do Chão na cidade de Manaus – um caso de contaminação por amônia e nitrato. In: *I Simpósio de Recursos Hídricos da Amazônia, Manaus*. Anais. Manaus: ABRH. 01 CD

ANA – Agência Nacional de Água 2005. Caderno de Recursos Hídricos. Panorama de qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil. Disponível em (<http://ana.gov.br>) acesso em 25/01/2014.

- Barros, J.G.C. 2008. As águas subterrâneas ou água que brotam das pedras. Disponível em (revistadasaguas.pgr.mpf.mp.br) Acesso em 25/01/2013.
- Foster, S.; Hirata, R. 1998. Determinação do risco das águas subterrâneas: um método baseado em dados existentes. São Paulo Instituto de Geologia.
- Horbe, A.M.C.; Horbe, M.A.; Suguio, K. 2004. Contribution to the study tropical spodosolos in northeastern Amazon State, Brazil, 199: 55-68.
- Ramos, A.; Silva, M.S.R. 2003. Avaliação e Quantificação de Metais pesados na água subterrâneas de Manaus, AM. In: *XII jornada científica do PIBIC/INPA-CNPq*. Anais- Manaus, p.207-08.
- Silva, M.L. 1999. Hidroquímica elementar e dos Isótopos de uranio no aquífero de Manaus – AM. Dissertação de mestrado de mestrado em Conservação e Manejo de Recursos- Centros de estudo Ambientais, Universidade Estadual de São Paulista, Rio Claro: UNESP, 82 p.
- Silva, M.L. 2005. Característica das Águas Subterrâneas numa faixa norte-sul de Manaus – AM. Tese de Doutorado em Geociências- universidade de são Paulo. Rio Claro. 168 p.
- Silva, M.L.; Bonotto D.M. 2006. Hidroquímica Elementar dos Isótopos de Urânio em Águas Subterrâneas da Formação Alter do Chão. 12 p.
- Vasconcelos, T.A. 2006. Estudo Físico- Químico e Microbiológico de águas de poços tubulares na cidade de Manaus- AM. Dissertação de Mestrado. Manaus – AM. 118 p.