

ANÁLISE HIDROGEOQUÍMICA DE ALGUNS POÇOS DO MUNICÍPIO DE MANAUS, PERTENCENTES À FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO

Caroline Emiliano Santos¹

Marcelle Martins²

Magali Thaís Poersch³

Tatiane Cristina Kuyven⁴

Malva Mancuso⁵

Resumo:

da água presente no ciclo hidrológico que circula no subsolo. Pode estar inserida em diferentes arranjos, sendo que estes são responsáveis por armazenar e/ou transmitir a água subterrânea. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos, em sua Resolução nº 15, de 11 de janeiro de 2011 Art. 1º, conceitua água subterrânea como "as águas que ocorrem naturalmente ou artificialmente no subsolo" (BRASIL, 2001). Na maioria das vezes, o principal fator determinante acerca da exploração de aquíferos se baseia na disponibilidade hídrica subterrânea, além da produtividade dos poços. Dessa maneira, com o aumento de perfurações devido ao incremento de demanda de recursos hídricos, além de ações antrópicas, ocorre uma crescente ocorrência de contaminação de águas subterrâneas. Naturalmente, a questão de qualidade de água subterrânea vem ganhando destaque no campo de pesquisas e projetos, visto sua importância no painel de recursos hídricos brasileiros (ZOBY & OLIVEIRA, 2005). Para trabalhar com a geoquímica dos recursos subterrâneos, foi escolhida a cidade de Manaus que é a capital amazonense, localiza-se na região norte do Brasil e possui cerca de dois milhões de habitantes. Cerca de 40% do abastecimento público de água da cidade vem das águas subterrâneas do Aquífero Alter do Chão (SOUZA, 2010), sendo que o restante da população é abastecida pelo Rio Negro. O trabalho tem por objetivo analisar a hidrogeologia do local e também alguns parâmetros de qualidade da água fornecidos pelo abastecimento para a população local, bem como os parâmetros físicos, para analisar se há interferências antrópicas ou má instalação dos poços em relação a qualidade da água distribuída.

Palavras-chave: hidrogeologia, recursos hídricos, águas subterrâneas, alter do chão, hidrologia

Modalidade de Participação: Iniciação Científica

**ANÁLISE HIDROGEOQUÍMICA DE ALGUNS POÇOS DO MUNICÍPIO DE MANAUS,
PERTENCENTES À FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO**

¹ Aluno de graduação. carolineemiliano2@gmail.com. Autor principal

² Aluno de graduação. marcelle.martins@rocketmail.com. Co-autor

³ Aluno de graduação. magalipoersch@gmail.com. Co-autor

⁴ Aluno de graduação. marcelle.maartins@gmail.com. Co-autor

⁵ Docente. malvamancuso@ufsm.br. Orientador



ANÁLISE HIDROGEOQUÍMICA DE ALGUNS POÇOS DO MUNICÍPIO DE MANAUS, PERTENCENTES À FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO

1. INTRODUÇÃO

A água subterrânea apresenta-se como a parcela da água presente no ciclo hidrológico que circula em subsolo, sendo nele armazenada e/ou transmitida (Vasconcelos, 2006). O Conselho Nacional de Recursos Hídricos, em sua Resolução nº 15, de 11 de janeiro de 2011 Art. 1º, também conceitua a água subterrânea como “as águas que ocorrem naturalmente ou artificialmente no subsolo” (BRASIL, 2001).

Quanto à sua função de armazenamento, um dos principais fatores determinantes é a disponibilidade hídrica subterrânea (quantidade e qualidade), além da produtividade dos poços de exploração hídrica. Assim, com o aumento de perfurações devido ao incremento de demanda por água para abastecimento, além de outras ações antrópicas em solo e subsolo, ocorre uma crescente preocupação quanto à qualidade das águas subterrâneas utilizadas para o abastecimento, o que vem ganhando destaque no campo de pesquisas e projetos (ZOBY & OLIVEIRA, 2005).

Para avaliar a qualidade das águas subterrâneas utilizadas para abastecimento público urbano em aquíferos com porosidade granular, foi escolhida a cidade de Manaus, capital amazonense localizada na região norte do Brasil e que possui cerca de dois milhões de habitantes. Aproximadamente 40% do abastecimento público de água da cidade é proveniente das águas subterrâneas do Aquífero Alter do Chão (SOUZA, 2010), sendo que o restante da população é abastecida pelas águas superficiais do Rio Negro.

A avaliação da qualidade do recurso foi realizada com base na sua caracterização hidroquímica.

2. METODOLOGIA

A qualidade das águas subterrâneas utilizadas para o abastecimento foi realizada a partir de dados de 15 poços representativos, selecionados no portal do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), disponibilizado pela Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM).

O processamento dos dados dos poços (perfuração, profundidade, Temperatura, Turbidez, SDT, cloreto, dureza total, ferro total, alcalinidade e potencial hidrogeniônico), assim como a sua localização, foi possível mediante o uso de ferramenta que utiliza Sistemas de Informação Geográfica, o programa ArcGIS 10.1 (ESRI).

Os dados disponibilizados pelo SIAGAS (Sistema de Informação de Águas Subterrâneas) e as bases digitais do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) foram importadas em SIG.

3. RESULTADOS e DISCUSSÃO

Dentre os poços analisados, observa-se equilíbrio entre os usos da água, industrial (33%), abastecimento humano (33%) e uso múltiplo (33%). Todos os poços estão em funcionamento, de acordo com o SIAGAS (2017).

De acordo com os dados obtidos, os parâmetros físicos foram organizados em um quadro a fim de facilitar sua interpretação. O Quadro 1 apresenta os dados de profundidade, temperatura, turbidez e sólidos dissolvidos totais, sendo que os valores destacados representam aqueles que ultrapassaram os limites de potabilidade para consumo humano estabelecidos na Portaria 2.914 do Ministério da Saúde (2011).

Quadro 1 - Parâmetros físicos observados em águas de poços de abastecimento, na cidade de Manaus (Amazonas)

Poço	Profundidade (m)	Temperatura (°C)	Turbidez (µT)	SDT (mg/L)
1300006457	100	27,5	0,63	42,8
1300006621	80	26,5	0,63	31,8
1300006636	130	27,5	0,63	46,8
1300006952	84	29,6	2,09	140
1300006957	90	28,9	0,55	20,6
1300006965	103	30,9	0,5	36
1300006966	83	30,4	0,5	29,1
1300006967	104	12,4	0,53	23,2
1300006980	153	31,6	2,03	67,4
1300006981	150	31	0,62	43
1300007002	80	28,1	0,7	37,5
1300007003	120	27,4	0,62	23,13
1300007154	62	30,3	2,26	25
1300007155	102	29,9	0,5	18
1300007161	120	9,5	0,4	38,5
Média	104,06	26,76	0,88	41,52

Fonte: Portal SIAGAS (2017).

A profundidade média dos poços é de 104,1 metros, sendo 62 m a menor profundidade observada e 153 m a maior.

A temperatura média dos 15 poços é de 26,8 °C, sendo que três poços (20%) apresentam valores abaixo da média e os demais apresentam valores superiores à média (80%), o que vai de encontro a valores encontrados por Silva (2001 apud SILVA 1999) que registrou temperatura média das águas subterrâneas em Manaus de 27,8 °C. A turbidez é superior ao recomendado para água de abastecimento em 30% dos poços, indicando a necessidade de realizar análises detalhadas de forma a poder identificar a causa da turbidez elevada.

Os parâmetros hidrogeoquímicos se encontram apresentados no Quadro 2 e expressam os valores de cloreto, dureza total, ferro total, alcalinidade e potencial hidrogeniônico. No Quadro 2, apresentam-se em destaque os valores que estão em desacordo com os indicados na Portaria nº 2.914, (BRASIL, 2011), para águas de abastecimento.

Quadro 2 - Parâmetros hidroquímicos observados em águas de poços de abastecimento, na cidade de Manaus (Amazonas)

Poço	Cloreto (mg/L)	Dureza (mg/L)	Ferro (mg/L)	Alcalinidade (mg/L)	pH	Condutividade elétrica (µS/cm)
1300006457	1,78	1,89	0,02	0,2	6,4	39,9
1300006621	1,78	1,89	0,02	0,2	6,4	39,9
1300006636	1,78	1,89	0,12	0,2	8,1	39,9
1300006952	17,7	9,89	0,02	0,4	6,2	85,8
1300006957	19,3	5,26	0,01	0,8	6,56	41,1
1300006965	22,2	2,84	0,02	0,5	6,43	72,3
1300006966	22,4	4,31	0,09	0,7	6,55	58,2
1300006967	18	6,63	0,01	0,7	6,39	22,1
1300006980	4	18	0,02	4	5,45	39,7
1300006981	5,27	5,26	0,01	1	6,39	51,1
1300007002	9,49	3,26	0,16	0,2	6,6	44,7
1300007003	7,12	2	0,02	0,3	6,52	13,9
1300007154	16	1,26	0,07	0,5	6,4	50,1
1300007155	12,7	1,68	0,02	0,9	6,3	36,1
1300007161	1,78	1,89	0,02	0,2	6,3	38,9
Média	10,75	4,53	0,042	0,72	6,466	44,91

Fonte: Portal SIAGAS (2017).

O cloreto possui uma forte tendência a absorver água e a se liquefazer, sendo muito estável em solução e dificilmente precipita. A alta solubilidade e o lento movimento das águas no aquífero vão provocando aumentos gradativos e constantes nos cloretos, na direção do fluxo (FEITOSA, MANOEL FILHO, 2000), sendo um bom indicador de poluição para aterros sanitários e lixões. Nos poços localizados na cidade de Manaus e analisados neste estudo, os cloreto têm uma variação de 1,78 à 22,4 mg/L, sendo que a média é de 10,75 mg/L. O valor máximo permitido em lei é de 250 mg/L, sendo que nenhum dos poços analisados apresentou valores superior a este, indicando boa qualidade quanto a esse parâmetro.

Segundo Neira et al. (2008), os íons de cálcio e magnésio em determinadas concentrações conferem os índices de dureza das águas subterrâneas. Assim, depósitos de minerais de sulfato de cálcio ou carbonato de cálcio caracteriza-se como potenciais fontes de dureza. As águas dos poços analisados possuem dureza média de 4,53 mg/L, classificadas como águas brandas – de acordo com o modelo de unidade francês (Santos, 2000), não sendo necessário, portanto, o abrandamento para seu uso. De acordo com a legislação pertinente, o valor máximo permitido é de 500 mg/L e nenhum dos poços ultrapassou este valor indicando boa qualidade nesse sentido.

O ferro pode apresentar-se como duas formas químicas, o hidróxido férrico (Fe^{+3}) e o hidróxido ferroso (Fe^{+2}), sendo que este último é instável quando há oxigênio. O Ferro produz à água um gosto amargo e adstringente, que associa-se ao manganês e o alto teor de ferro em água subterrânea. Os teores elevados em poços de extração podem causar a presença de ferrobactérias ou corrosão no filtro e/ou no revestimento do poço. Em relação ao abastecimento para consumo humano os problemas estão associados às propriedades organolépticas. Apresenta, geralmente, baixos teores <0,3 mg/L (SANTOS, 2000). Nas amostras dos poços analisados o valor de ferro varia de 0,01 a 0,09 mg/L, com exceção de duas

amostras que apresentaram 0,12 e 0,16 mg/L – sendo que a média dos 15 poços é de 0,042 mg/L. A Portaria nº 2914 (BRASIL, 2011) recomenda que o valor máximo de ferro na água seja de 0,3 mg/L. Nenhum dos poços ultrapassa este valor.

Relacionada com a capacidade da água de neutralizar ácidos, a alcalinidade em águas subterrâneas é devida principalmente aos carbonatos e bicarbonatos e, secundariamente, aos íons hidróxidos, silicatos, boratos, fosfatos e amônia (SANTOS, 2000). Segundo Colombo (2013), caracteriza-se como de elevada alcalinidade águas com valores de CaCO_3 superiores a 2000 mg/L, e de baixa alcalinidade águas com valores de CaCO_3 inferiores a 20 mg/L. As águas subterrâneas dos poços estudados apresentam baixa alcalinidade, em média, 0,72 mg/L de CaCO_3 , indicando boa qualidade. A Portaria nº 2914 (BRASIL, 2011) não especifica valores máximos ou mínimos para a alcalinidade da água para consumo humano.

O pH encontra-se na faixa de 5,45 a 8,1, indicando águas neutras, ácidas e alcalinas. A Portaria nº 2.914 (BRASIL, 2011) do MS recomenda que o pH se encontre na faixa de 6 a 9,5. Entretanto, o poço 1300006980 apresenta pH abaixo do recomendado pela legislação (6,67% do total de poços analisados).

A condutividade elétrica está relacionada com a presença de minerais dissolvidos na água, sendo comuns baixos valores nessa região (SILVA, 2001). A condutividade elétrica mais elevada (85,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$) foi observada no poço 1300006952. Sendo considerada baixa para aquíferos livres. A Portaria nº 2914 não especifica valores máximos ou mínimos deste parâmetro (BRASIL, 2011).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As águas subterrâneas apresentaram boa qualidade para o abastecimento público, tendo em conta os parâmetros avaliados neste estudo. Exceção a isso é a turbidez em três poços e o pH em um dos poços, o que requer avaliação mais detalhada e a aplicação de medidas de correção.

Considerando a elevada dependência das águas do aquífero poroso de Manaus para o abastecimento da cidade, considera-se fundamental o monitoramento hidroquímico contínuo e estendido a parâmetros bacteriológicos para controlar que as águas distribuídas na zona urbana apresentem qualidade adequada para o consumo de acordo com a legislação vigente.

5. REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 15, de 11 de janeiro de 2001. **Estabelece diretrizes gerais para a gestão de águas subterrâneas**. Brasília, 2001;

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. **Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Brasília, 2011;

CPRM, COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Carta Hidrogeológica da Cidade de Manaus**. Relatório Preliminar. Manaus, CPRM, 2002;

COLOMBO, P. **Determinação de alcalinidade em águas**. 2013. Disponível em:

<peessoal.utfpr.edu.br/marcusluz/arquivos/Alcalinidade.pdf>. Acesso em: 15/06/17;

FEITOSA, F. A. C. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. 3ª edição, Rio de Janeiro: CPRM: LABHID, p. 325-342, 2008;

NEIRA, D. F.; TERRA, V. T.; PRATE-SANTOS, R.; BARBIÉRI, R. S. **Impactos do necrochorume nas águas subterrâneas do cemitério de Santa Inês**. 2008. Espírito Santo, Brasil Natureza Online, p. 36-41, 2008;

SILVA, M. L. **Características das águas subterrâneas numa faixa norte-sul na cidade de Manaus (AM)**. Rem: Rev. Esc. Minas vol.54 nº 2. Ouro Preto, 2001;

SOUZA, E. **Manaus, análises e muito mais**. Revista Água e Meio Ambiente Subterrâneo, ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas), ano 3, nº 18, p. 3, 2010;

SANTOS, A. **Noções de hidroquímica**. 2ed. In: CPRM/REFO, LABHID-UFPE. Hidrogeologia: conceitos e aplicações. Fortaleza: CPRM/REFO, LABHID-UFPE, 2000;

VASCONCELOS, T. A. de. **Estudo físico-químico e microbiológico de águas de poços tubulares da cidade de Manaus**. UFAM, Manaus, 2006;

ZOBY, J. L. G.; OLIVEIRA, F. R. **Panorama da qualidade de águas subterrâneas no Brasil**. Agência Nacional de Águas, Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2005;