

QUALIDADE DA ÁGUA DOS POÇOS TUBULARES DO AQUÍFERO ALTER DO CHÃO CAPTADA PELA COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE SANTARÉM – PA

Josciane Carneiro Oliveira (*), Gilson Silva Carvalho, Soliane de Sousa, José Reinaldo Pacheco Peleja

* UFOPA joscianecarneiro12@gmail.com

RESUMO

A água é um constituinte indispensável à sobrevivência dos seres vivos. Tendo em vista a preocupação com a qualidade da água ofertada para consumo humano, o objetivo do trabalho foi diagnosticar a qualidade da água dos poços tubulares captada do Aquífero Alter do Chão pela Companhia de Saneamento do Pará, para o abastecimento de água à população urbana do município de Santarém. Para o estudo foram contemplados somente os bairros que condicionam os poços tubulares. Houve coleta de amostras de água para a avaliação dos parâmetros físico-químicos: Cor Verdadeira, pH, Dureza Total, Alcalinidade Total, STD, Condutividade Elétrica, Ferro Total, Nitrito, Nitrito e Turbidez e bacteriológicos: Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes, onde seguiu-se o Procedimento Operacional Padrão (POP) do Laboratório de Biologia Ambiental da Universidade Federal do Oeste Pará. As análises físico-químicas e microbiológicas, consideradas no estudo, obedeceram ao tempo inferior a 24h. Foi utilizado métodos analíticos para a determinação de todos os parâmetros segundo o preconizado por APHA Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater. A qualidade da água dos poços tubulares está dentro dos padrões de potabilidade exigidos pela Portaria MS Nº 2914 de 12/12/2011, configurando a água potável e sem riscos à saúde da população no município de Santarém.

PALAVRAS-CHAVE: Potabilidade, Águas subterrâneas, Consumo Humano.

INTRODUÇÃO

A água é um constituinte indispensável à sobrevivência dos seres vivos (MORAES & JORDÃO, 2002). E por ser um elemento vital, torna-se também essencial para a economia, produção de alimentos, desenvolvimento humano e principalmente para a manutenção do clima na terra (VILLAR, 2007; TUNDISI, 2003). A multidisciplinaridade acerca dos recursos hídricos, tais como as práticas insustentáveis direcionadas ao crescimento econômico das sociedades modernas, que atrelado ao aumento exponencial da população, contribuem para escassez hídrica, que antes era hipotética, e hoje é real (COSGROVE & COSGROVE, 2012).

No Brasil, a qualidade da água é um dos principais problemas ambientais. Dentro da concepção mais vasta de gestão da qualidade de água, o saneamento encarna o setor que mais claramente está ligado à agenda ambiental, assegurando o principal em termos de impactos sociais e ambientais (LIMA, 2006). Saneamento é o controle dos fatores do meio físico do homem, bem como o seu bem-estar físico, mental e social e, sobre sua saúde, que objetivasse alcançar a salubridade ambiental por meio de um conjunto de serviços (PHILIPPI JR e SILVEIRA, 2004).

Para o consumo humano, há necessidade de uma água cristalina e saudável, livre de cor, gosto, odor, de qualquer substância que possa produzir efeito fisiológico prejudicial à saúde do homem, a esses parâmetros aplica-se o conceito de potabilidade (SOUSA, 2000). Conforme ressalta Freitas (2002) essa potabilidade, é alcançada mediante várias formas de tratamento: deve ser limpa, tratada e livre de contaminação, seja esta de origem microbiológica, química, física ou radioativa, não devendo, em hipótese alguma, oferecer riscos à saúde humana.

As águas subterrâneas que abastecem as duas principais capitais da região Norte são provenientes do “Aquífero Alter do Chão”, considerado o mais importante sistema hidro geológico da região Amazônia. Pesquisas recentes apontam que esta reserva subterrânea pode ser a maior do planeta, devido ao volume de 86 mil quilômetros cúbicos de água doce, o equivalente para abastecer a população mundial em até 100 vezes. Localizam-se os estados do Amazonas, Pará e Amapá, o aquífero tem quase o dobro do volume de água potável que o Aquífero Guarani (ECOD, 2011; NASCIMENTO, 2006).

Tendo em vista a preocupação com a qualidade da água ofertada para consumo humano, faz-se necessários estudos voltados para a qualidade da água com características físico, química e bacteriológica da água dos poços tubulares no Aquífero Alter do Chão, que está estimada como a maior reserva subterrânea em termos volumétricos, para constatação de potabilidade de acordo com a portaria do Ministério da Saúde Nº 2.914/2011, garantindo o bem-estar e qualidade de vida da população favorecida.

OBJETIVO

Diagnosticar a qualidade da água captada do Aquífero Alter do Chão pela Companhia de Saneamento do Pará, ofertada para consumo humano à população urbana do município de Santarém, através da avaliação dos parâmetros físico-químicos: Cor Verdadeira, pH, Dureza Total, Alcalinidade Total, STD, Condutividade Elétrica, Ferro Total, Nitrito, Nitrato e Turbidez e bacteriológicos (Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes) da água dos poços tubulares do aquífero Alter do Chão na zona urbana de Santarém.

METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido no município de Santarém localizado no Oeste do Pará, possui uma população de 294.580 habitantes, 215.790 dos quais residentes na zona urbana em 40 bairros e 78.790 na zona rural, distribuídos em uma área aproximada de 40 km² (IBGE,2017). Dentre os bairros que constituem a cidade, foram contemplados somente os que acondicionam os poços tubulares do Aquífero Alter do Chão, para a averiguação da qualidade da água.

No estudo utilizou-se pesquisa, bibliográfica e de campo. Para a realização das coletas, seguiu-se o Procedimento Operacional Padrão (POP) do Laboratório de Biologia Ambiental da Universidade Federal do Oeste Pará. As coletas foram realizadas no dia 23/03/16 no intervalo de tempo compreendido entre as 8:00 h e 12:00 h do referido dia. Os poços foram identificados e georeferenciados com GPS da marca Garmin (Tabela 1).

Tabela 1. Localização, abastecimento e coordenadas geográficas dos poços tubulares. Fonte: CARVALHO, 2015.

| POÇOS TUBULARES | LOCALIZAÇÃO | ABASTECE | COORDENADAS GEOGRÁFICAS |
|-----------------------------|--|--|--|
| P01 - PT Tiradentes | Praça Tiradentes S/N Bairro Aldeia | Abastece os bairros Aldeia, parte Fátima e parte Centro | Latitude 2°25'10.32"S Longitude 54°43'23.74"O |
| P02 - PT Mendonça Furtado | Av. Mendonça furtado esquina com madre imaculada | Centro, parte de prainha, santa Clara e complementa aldeia | Latitude 2°25'18.93"S Longitude 54°42'28.06"O |
| P03 - PT Júlia Passarinho | Av. Dom Frederico Costa | Abastece os bairros da Prainha e Santana | Latitude 2°25'51.99"S Longitude 54°42'03.02"O |
| P04 - PT Livramento | Rua nações Unidas S/N Livramento | Abastece os bairros Livramento e Uruará | Latitude 2°26'25.53"S Longitude 54°41'45.32"O |
| P05 - PT Nova República | Beco da amizade S/N, Nova república | Nova República, Matinha, Vitoria Régia e São Francisco | Latitude 2°27'59.85"S Longitude 54°43'22.56"O |
| P06 - PT03 Bacabal | Av. Caritás | Abastece o bairro Maracanã | Latitude 2°26'17.32"S Longitude 54°44'24.19"O |
| P07 - PT02 Bacabal | Av. Caritás | Abastece o Complexo do Irurá | Latitude 2°26'19.18"S Longitude 54°44'22.41"O |
| P08 - PT01 Elcione Barbalho | Trav. B | Elcione Barbalho e Conquista | Latitude 2°26'36.32"S Longitude 54°45'15.37"O |
| P09 - PT02 Elcione Barbalho | Av. Maracanã s/n | Elcione Barbalho e Conquista | Latitude 2°26'36.70"S Longitude 54°45'15.16"O |
| P10 - PT01 Santarenzinho | Rod. Fernando Guilhon, s/n | Abastece o Complexo do Irurá | Latitude 2°26'37.70"S |

Longitude
54°44'9.89"O

Após o procedimento de coleta e acondicionamento as amostras foram levadas para o laboratório, e realizadas as análises físico-químicas e microbiológicas, consideradas neste estudo, obedecendo o tempo inferior a 24h. Foi utilizado métodos analíticos para a determinação de todos os parâmetros segundo o preconizado por APHA Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater (APHA, 2005), indicados na Tabela 2. Os referidos métodos são indicados pela Portaria MS Nº 2914 de 12/12/2011 que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Tabela 2. Demonstrativo dos Parâmetros Físico-Químicos e Bacteriológicos e Metodologia de análise utilizada.
Fonte: CARVALHO, 2015.

| Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos | Método / Código Standard Methods (2005). |
|--|--|
| Cor Verdadeira | Colorimétrico (Cód.: 2120 C) |
| pH | Medição in situ – Potenciometria (Cód.: 4500-H B) |
| Dureza Total | Titulação com EDTA (Cód.:3500- Ca B) |
| Alcalinidade Total | Titulação com H ₂ SO ₄ (Cód.: 2320- B) |
| Sólidos totais dissolvidos | Potenciometria (Cód.: 2510 A) |
| Condutividade Elétrica | Medição in situ – Condutivimetria (Cód.: 2510 A) |
| Ferro Total | Orto-Fenatrolina (Cód.: 3500- Fe A) |
| Nitrito | N-(1-naftyl)-etilenodiamina (Cód.: 4500 NO ₃ -) |
| Nitrato | N-(1-naftyl)-etilenodiamina (Cód.: 4500 NO ₃ -) |
| Turbidez | Nefelométrico (Cód.: 2510 A) |
| Coliformes Totais | Membrana filtrante – Meio Endo (Cód.: 9222 D) |
| Coliformes Termotolerantes | Membrana filtrante – Meio Endo (Cód.: 9222 D) |

O Método estatístico utilizado foi o de análise de variância do tipo uma entrada para comparar variações estatisticamente significativas entre as condições de potabilidade da água dos poços nos bairros urbanos. Para verificação das possíveis correlações dos parâmetros físico-químicos entre si e destes com a profundidade, foi utilizado uma matriz de correlação de Pearson. Para identificar a região na qual a correlação é mais forte foram comparados os coeficientes de determinação de cada tratamento.

A influência da profundidade dos poços sobre os parâmetros de qualidade da água foi interpretada através de regressão linear simples. As análises estatísticas seguiram as metodologias propostas por ZAR (1984) e Ayres et al. (2000) e foram processadas com o auxílio do Programa Computacional Statistica Versão 6.0 (Zar, 1984; Ayres et al., 2000).

RESULTADOS

Após realizada análises no laboratório, obteve-se os seguintes resultados:

Tabela 3. Resultados das análises dos parâmetros cor, pH, dureza total, e alcalinidade em cada ponto de coleta.
Fonte: CARVALHO, 2015.

| PONTOS DE COLETA | COR VERDADEIRA uH | PH | DUREZA TOTAL mg/L | ALCALINIDADE TOTAL (mg/L) |
|------------------|-------------------|------|-------------------|---------------------------|
| P01 | 0,00 | 4,44 | 24 | 00 |
| P02 | 0,00 | 5,29 | 20 | 02 |
| P03 | 0,00 | 5,30 | 14 | 04 |
| P04 | 0,00 | 4,81 | 06 | 02 |
| P05 | 0,00 | 4,63 | 12 | 02 |
| P06 | 0,00 | 4,80 | 20 | 02 |
| P07 | 0,00 | 4,80 | 12 | 02 |
| P08 | 0,00 | 4,95 | 08 | 04 |

| | | | | |
|-----|------|------|----|----|
| P09 | 0,00 | 4,66 | 02 | 04 |
| P10 | 0,00 | 4,67 | 28 | 02 |

A cor está relacionada com as substâncias dissolvidas na água. A Portaria 2914/11 do MS estabelece para cor aparente o valor máximo permitido de 15 uH como padrão de aceitação para consumo humano. A mesma recomenda que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5. As amostras ficaram compreendidas entre as faixas 4 e 6 como mostra na tabela 3, o que torna a água um pouco ácida. O que não inviabiliza o consumo humano, apenas reduz a vida útil dos equipamentos utilizados no sistema de bombeamento.

As águas podem ser classificadas de acordo com sua dureza, numa escala de branda a muito dura. A Alcalinidade total está relacionada principalmente à presença de bicarbonatos, carbonatos e hidróxido. Não representa risco potencial à saúde pública. Provoca alteração no paladar e a rejeição da água em concentrações inferiores àquelas que eventualmente pudessem trazer prejuízos mais sérios. A alcalinidade não se constitui em padrão de potabilidade.

Tabela 4. Resultados das análises dos parâmetros STD, Condutividade elétrica, ferro e Nitrito em cada ponto de coleta.
Fonte: CARVALHO, 2015.

| PONTOS DE COLETA | SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS (mg/L) | CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (μ S/cm) | FERRO TOTAL (mg/L) | NITRITO (mg/L) |
|------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------|----------------|
| P01 | 56,83 | 111,10 | Ausente | Ausente |
| P02 | 13,08 | 25,11 | Ausente | Ausente |
| P03 | 26,38 | 49,41 | Ausente | Ausente |
| P04 | 18,79 | 35,48 | Ausente | Ausente |
| P05 | 26,39 | 51,82 | Ausente | Ausente |
| P06 | 35,98 | 72,63 | Ausente | Ausente |
| P07 | 26,91 | 52,68 | Ausente | Ausente |
| P08 | 21,91 | 43,64 | Ausente | Ausente |
| P09 | 09,24 | 18,09 | Ausente | Ausente |
| P10 | 41,36 | 81,30 | Ausente | Ausente |

Em todos os pontos de coleta os resultados para os parâmetros citados foram favoráveis para o padrão de potabilidade, conforme mostra a tabela 4. Os Sólidos Totais Dissolvidos é o peso total dos constituintes minerais presentes na água, por unidade de volume. A Condutividade elétrica facilidade de condução de corrente elétrica, está relacionada ao teor de sais dissolvidos. A portaria de potabilidade exige que a água de abastecimento público não ultrapasse 0,3 mg/L de Ferro. Esse limite é estabelecido devido aos problemas estéticos relacionado a presença do ferro na água e do sabor ruim que o mesmo lhes confere.

A deposição de matéria orgânica no solo, como acontece quando se utiliza fossas e sumidouros, aumenta drasticamente a quantidade de nitrogênio. Esse nitrogênio é biotransformado, e por fim, se transforma na substância inorgânica denominada nitrato, que possui grande mobilidade no solo alcançando o manancial 22 subterrâneos e ali se depositando. Em elevadas concentrações, o nitrato está adjunto à doença da metahemoglobinemia ou síndrome do bebê azul, que dificulta o transporte de oxigênio na corrente sanguínea de bebês podendo acarretar a asfixia. Em adultos, a atividade metabólica interna impede a conversão do nitrato em nitrito, que é o agente responsável por essa enfermidade.

Tabela 5. Resultados das análises dos parâmetros Nitrato, turbidez, coliformes totais e E. Coli em cada ponto de coleta.
Fonte: CARVALHO, 2015.

| PONTOS DE COLETA | NITRATO (mg/L) | TURBIDEZ (UT) | COLIFORMES TOTAIS (UFC/mL) | COLIFORMES TERMOTOLERANTES E. Coli (UFC/mL) |
|------------------|----------------|---------------|----------------------------|---|
| P01 | 1,12 | 0,11 | Ausente | Ausente |

| | | | | |
|-----|------|------|---------|---------|
| P02 | 1,45 | 0,20 | Ausente | Ausente |
| P03 | 3,75 | 0,25 | Ausente | Ausente |
| P04 | 0,59 | 0,16 | Ausente | Ausente |
| P05 | 0,70 | 0,16 | Ausente | Ausente |
| P06 | 0,49 | 0,74 | Ausente | Ausente |
| P07 | 0,82 | 0,14 | Ausente | Ausente |
| P08 | 1,10 | 0,11 | Ausente | Ausente |
| P09 | 1,43 | 0,11 | Ausente | Ausente |
| P10 | 0,41 | 0,17 | Ausente | Ausente |

Os resultados identificados na tabela 5 mostram os valores para os parâmetros Nitrato e Turbidez são aceitáveis, enfatizando os valores para Turbidez abaixo de 1,0 uT o que evidencia a baixíssima concentração de partículas nas amostras, bem como a ausência de Coliformes Totais e Termotolerantes E. Coli, que constata a potabilidade da água em todos os pontos de coleta.

A Turbidez é devido à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. O valor máximo permitido pela Portaria é de 5,0 uT como padrão de aceitação para consumo humano. Os valores ficaram abaixo de 1,0 uT o que evidencia a baixíssima concentração de partículas nas amostras.

Os Coliformes Totais são bactérias do grupo coliformes utilizadas como indicadores de contaminação bacteriológica da água. Além de serem encontradas nas fezes, elas podem ocorrer no meio ambiente, em águas com alto teor de material orgânico, solo ou vegetação em decomposição. E os Coliformes Termotolerantes vivem normalmente no organismo humano, existindo em grande quantidade nas fezes de humanos, animais domésticos, selvagens e pássaros.

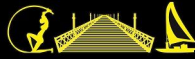
Na análise que acusar presença de Coliformes Totais e/ou Coliformes Termotolerantes ainda não indicam necessariamente que água está contaminada por bactérias patogênicas ou vírus, mas indica uma grande probabilidade. De acordo com a Portaria do Ministério da Saúde, em vigência, a análise deverá apresentar ausência de coliformes em 100 ml de amostra.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados das análises laboratoriais dos parâmetros, podemos afirmar que a água dos poços no Aquífero Alter do Chão captada pela Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) para abastecimento de água no município, está dentro dos padrões de potabilidade exigidos pela Portaria MS Nº 2914 de 12/12/2011, configurando a água potável e sem riscos à saúde, com ênfase na ausência de Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes (E. Coli) em todas as amostras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Public Health Association (APHA). **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 21st ed. Washington. 2005.
2. CARVALHO, G. **Perfil da qualidade da água do aquífero Alter do Chão da Cidade de Santarém captada pela companhia de saneamento do Pará. Monografia** (Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologias das Águas), Universidade Federal do Oeste do Pará. Santarém, 2015.
3. COD. **Aquífero na Amazônia pode abastecer a população mundial em até 100 vezes**. Eco desenvolvimento. Março de 2011.
4. FREITAS, V. P. S. **Padrão físico-químico da água de abastecimento público da região de Campinas**. Revista Instituto Adolfo Lutz, Campinas, v.61, n.1, p. 51-58, 2002.
5. COSGROVE, C. E.; W. J. COSGROVE. **The dynamics of global water futures driving forces 2011– 2050**. UNESCO, World Water Assessment Programme, Paris, France, 2012.
6. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Panorama: Território e ambiente; Trabalho e rendimento; saúde**. Brasil, 2017.



7. LIMA, W. P. **Efeitos hidrológicos do manejo de florestas plantadas**. In: LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. As florestas plantadas e a água – implementando o conceito de microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. São Carlos: RiMa, 2006.
8. Ministério da Saúde (MS). **Portaria nº 2.914, de dezembro de 2011**. Dispõe os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: DOU, 2011.
9. MORAES, D.S.L; JORDÃO, B.Q. **Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana** Water resources deterioration and its impact on human health Rev Saúde Pública 2002;36(3):370-4.
10. NASCIMENTO, D.B. **Dominialidade das águas subterrâneas – estudo de caso da vulnerabilidade de contaminação por resíduos sólidos do aquífero de Alter do Chão**, 2006.
11. PHILLIPPI JR., A.; SILVEIRA, V. F. **Saneamento Ambiental e Ecologia Aplicada**. In: **CURSO DE GESTÃO AMBIENTAL**. Phillippi Jr., Arlindo; Romero, Marcelo de Andrade; Bruna, Gilda Collet (Editores), Barueri-SP: Manole. 2004.
12. SOUZA, D. A. **Desenvolvimento de metodologia analítica para determinação de multiresíduos de pesticidas em águas de abastecimento de São Carlos – SP**. 52 2000. 109f. Dissertação (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.
13. TUNDISI, J.G. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. Editora Rima, São Paulo. 247 pp, 2003.
14. VILLAR, P.V. **A gestão internacional dos recursos hídricos subterrâneos transfronteiriços e o Aquífero Guarani**. Revista de Gestão de Águas da América Latina volume 4ºed. 1, pp63 74, 2007.