

Avaliação da qualidade da água de poço

Assessment the quality of well-water

RIALA6/1542

Claudio Fernández ARAUJO¹, Janayna Roriz HIPÓLITO², Andrea Viviana WAICHMAN³

*Endereço para correspondência: ¹Setor de Produtos, Laboratório Central de Saúde Pública do Amazonas, Fundação de Vigilância em Saúde do Amazonas. Rua Emílio Moreira, 518, Praça 14, Manaus, AM, Brasil, CEP: 69020-040. Tel: (92) 8113-3347. E-mail: claudioaer@yahoo.com.br

²Departamento de Cito-histologia, Escola Superior de Ciências da Saúde, Universidade do Estado do Amazonas.

³Laboratório de Ecologia, Departamento de Biologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Amazonas.

Recebido: 14.09.2012 - Aceito para publicação: 24.02.2013

RESUMO

O poço é considerado uma importante fonte de suprimento de água para consumo humano por populações que não têm acesso à rede pública de abastecimento em Manaus. A elevada porosidade dos solos de uma região, associada à quantidade de chuvas, pode comprometer a qualidade da água de poço por contaminação, principalmente antropogênica. Com o intuito de verificar essa contaminação, foram avaliadas 962 amostras oriundas das seis zonas do Município de Manaus durante todo o ano de 2007 e de 2008, divididas nos períodos de chuva (inverno amazônico) e de seca (verão amazônico) da região, por meio de análises laboratoriais (físico-químicas e microbiológicas). Foram encontrados resultados fora dos parâmetros estabelecidos na Portaria nº 2914/2011 do MS em 20 % das amostras correspondentes ao período de seca e em 34 % das amostras referentes ao período de chuva. Esses resultados alertam para o risco da população ser acometida por diversas doenças de veiculação hídrica. Outrossim, este estudo mostra que é necessária a intervenção de órgãos competentes no sentido de minimizar a ocorrência de várias doenças de veiculação hídrica como parasitoses, hepatite infecciosa, febre tifoide, paratifoide, disenteria bacilar, cólera, dentre outras, na população de Manaus que faz uso de água de poço.

Palavras-chave. água, análises físico-químicas, análises microbiológicas.

ABSTRACT

The use of wells by populations for domestic water supply in Manaus is an important source of water for human consumption. The high porosity of the soils associated with the rain amount can cause effect on the quality of well-water due to the anthropogenic contamination. The present study assessed the well-water quality by analyzing 962 samples collected from six areas of the municipal district of Manaus. Physicochemical and microbiological analysis were performed in samples collected in 2007 and 2008 during the rainy and dry seasons. Of the total analyzed samples, 20 % corresponding to the dry season and 34 % to the rainy season showed water quality parameters noncompliant with the established standard (Decree nº 2914/2011). This study indicated the health risk to the population by consuming this well-water. Hence, it is necessary to implement the sanitation and water supply program for reducing the risk and minimizing the occurrence of waterborne diseases.

Keywords. water, physicochemical analysis, microbiological analysis.

INTRODUÇÃO

Em cidades onde as redes de abastecimento de água encanada são insuficientes para suprir toda a demanda, a busca de fontes alternativas, como a perfuração de poços, tem se tornado a principal solução^{1,2}, que apresenta vantagens práticas e econômicas quanto a sua captação, além de ser abundante e de qualidade, dispensando tratamentos químicos, exceto desinfecção³.

No estado do Amazonas, o uso de água de poço faz parte do senso comum em matéria de abastecimento de água para consumo humano, seja pela facilidade de obtenção ou pela dificuldade de receber regularmente água de abastecimento encanada, até mesmo em grandes indústrias e condomínios. A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais estima que existam cerca de sete mil poços clandestinos na cidade de Manaus⁴.

Em geral, os depósitos de água subterrânea são naturalmente protegidos, mas não estão isentos de agentes de poluição e contaminação⁵. Além das contaminações com esgoto lançado sem nenhum tratamento, existem outros fatores que podem gerar a contaminação da água. Já foram identificadas amostras de águas superficiais contaminadas por metais pesados em Manaus, com possibilidade de contaminação dos recursos hídricos subterrâneos^{6,7}.

Comumente, onde não há rede de abastecimento de água, normalmente não há coleta de esgoto, em geral, usam-se fossas ou sumidouros para o esgotamento doméstico, dessa forma, esses dejetos podem vir a contaminar a água subterrânea tornando-a imprópria para o consumo devido a sua proximidade aos poços, ou por infiltração no solo⁸.

O uso de água sem controle na qualidade coloca em risco a saúde do usuário, gerando problemas para a saúde pública devido à alta incidência de doenças de veiculação hídrica e outras ditas negligenciadas a ela relacionadas, gerando alto custo e a necessidade de um serviço especializado para o tratamento destas patologias⁹.

Em 1855, John Snow mostrou a relação entre água contaminada e o surto de cólera em Londres¹⁰. Para a população de Manaus, as características estéticas da água de poço são os fatores mais importantes para sua utilização, sendo que, na maioria dos casos, a aparência da água é o único fator considerado para seu uso, sem a realização de análises físico-químicas ou bacteriológicas

que de fato indiquem se ela é apropriada para o consumo humano^{11,12}. Portanto, a população consome água de poço sem a prévia verificação de sua qualidade e, desta forma, talvez esteja consumindo água com contaminantes imperceptíveis sem a realização de análises laboratoriais, o que possibilita a disseminação de doenças de veiculação hídrica e coloca em risco a saúde dos usuários.

A avaliação da qualidade da água por parâmetros físico-químicos, como por exemplo, nitratos associados à presença de matéria orgânica no lençol freático, principalmente originária de fossas sépticas, pode ser ferramenta útil para a verificação de risco ambiental e à saúde humana¹³. Também é importante a verificação de contaminação microbiana (presença ou ausência de bactérias do gênero coliformes), que é um indicativo direto de contaminação ambiental por dejetos de origem humana, principalmente esgotos¹⁴.

Assim, este trabalho objetivou identificar e quantificar alguns destes eventuais contaminantes das águas subterrâneas com marcadores físico-químicos e microbiológicos que sinalizem para a tomada de medidas ambientais e sanitárias, com o intuito de minimizar e mesmo evitar efeitos nocivos sobre a saúde da população.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um estudo descritivo e analítico de avaliação da qualidade da água de poço no município de Manaus. Todas as amostras encaminhadas ao setor de Produtos do Laboratório Central de Saúde Pública do Amazonas (LACEN-AM) para análise nos anos de 2007 e 2008 foram analisadas, totalizando 962 amostras.

As amostras foram coletadas conforme preconizado no Guia de Coleta de Amostras de Água do LACEN-AM em sacos plásticos estéreis de 1000 mL para o ensaio físico-químico e 200 mL para o ensaio microbiológico, acondicionadas em caixas isotérmicas com gelo e transportadas no mesmo dia para o Setor de Produtos do LACEN-AM.

Foram realizadas análises microbiológicas de coliformes totais e *Escherichia coli*, conforme descrito em Official Methods of Analysis of AOAC International¹⁵. Os parâmetros físico-químicos da água pesquisados foram alcalinidade, cloreto, dureza, nitrato, pH e turbidez, descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater¹⁶ e as análises de amônia e cor, descritas nas Normas Analíticas do

Instituto Adolfo Lutz¹⁷. Estes parâmetros, escolhidos por serem indicadores de alterações na qualidade da água e de contaminação, estão elencados nas análises previstas na Portaria nº 2914/2011¹⁸, e a presença de alguns deles acima de valores máximos estabelecidos podem representar risco para a saúde humana.

Os resultados obtidos estão apresentados como médias ± desvio padrão e foram analisados pelo programa Microsoft Excell. A utilização dos resultados foi autorizada pela Fundação de Vigilância em Saúde do Amazonas (FVS-AM).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, as amostras foram agrupadas de acordo com os períodos de chuva e seca da região amazônica, sendo divididas em dois grandes grupos. Verificou-se que, nos anos de 2007 e 2008, os meses de janeiro, fevereiro, março, abril, maio, novembro e dezembro tiveram o maior índice pluviométrico, sendo considerado o período chuvoso ou inverno amazônico, e os meses de junho, julho, agosto, setembro e outubro, que foram os meses com menor índice pluviométrico e com temperaturas mais altas, sendo considerado como período seco ou verão amazônico¹⁹.

Do total de 962 amostras de água de poço do município de Manaus dos anos de 2007 e 2008, foram analisadas 535 nos meses chuvosos e 427 no período considerado seco. A maior parte das amostras analisadas (55 %) foi oriunda de escolas, o que torna preocupante o fato da água estar fora dos padrões de potabilidade para uso por crianças que já têm o sistema imune fragilizado por sua baixa idade, favorecendo a ocorrência de doenças de veiculação hídrica (Tabela 1).

Tabela 1. Procedência das amostras de poço coletadas no município de Manaus nos anos de 2007 e 2008

| Procedência | Período de seca | | Período chuvoso | |
|-------------------|-----------------|------|-----------------|------|
| | n | % | n | % |
| Escolas | 237 | 55,5 | 288 | 53,8 |
| Unidades de Saúde | 60 | 14,1 | 51 | 9,5 |
| Residências | 54 | 12,6 | 72 | 13,5 |
| Outros | 76 | 17,8 | 124 | 23,2 |
| Total | 427 | 100 | 535 | 100 |

No verão, 20 % das amostras apresentaram alguma não conformidade e, no inverno, 34 % das amostras foram reprovadas em alguma análise laboratorial (estavam acima dos valores máximos

permitidos estabelecidos pela Portaria nº 2914/2011), foi verificada diferença significativa entre os períodos de seca e chuvoso conforme apresentado na Tabela 2. Estes resultados estão de acordo com outros autores^{1,20} que verificaram que a qualidade da água de poço é afetada pelo ciclo hidrológico.

Tabela 2. Resultado das análises físico-químicas de água de poço no período de seca (jun, jul, ago, set, out) e no período chuvoso (jan, fev, mar, abr, mai, nov, dez) em Manaus, nos anos de 2007 e 2008

| Resultado | Período de seca | | Período chuvoso | | p |
|-----------|-----------------|----|-----------------|----|---------|
| | n | % | n | % | |
| Aprovado | 342 | 80 | 352 | 66 | <0,001* |
| Reprovado | 85 | 20 | 183 | 34 | <0,001* |

*Teste Mann-Whitney

Assim, a qualidade da água de poço é afetada pela chuva e é agravada pela alta porosidade do solo (Arenito Manaus) e a grande quantidade de fossas domésticas instaladas^{21,22}. Em maior ou menor grau, todos os igarapés urbanos de Manaus estão poluídos, seja por lançamento de esgotos industriais, por esgotos domésticos, por lançamentos de águas servidas, ou pela falta de coleta de lixo. Na maioria dos casos, a poluição ocorre pela junção das três causas⁴.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados das amostras reprovadas nas análises microbiológicas do município de Manaus, separadas por período chuvoso e de seca. No período chuvoso foi observado um aumento significativo no número de amostras reprovadas, sendo 50 % maior que o observado na época de seca. Foram considerados como critérios para reprovação, amostras com presença de coliformes totais e *Escherichia coli*.

Tabela 3. Resultado das reprovações por análise microbiológica

| Setor | Período de seca | | Período chuvoso | |
|---------------|-----------------|-----|-----------------|------|
| | n | % | n | % |
| Microbiologia | 37 | 8,7 | 91 | 17,0 |

Outros estudos mostraram resultados similares, como os de Santana e Zeferino¹² e o de Costa¹¹, que encontraram coliformes totais acima dos valores admitidos pela Portaria do Ministério da Saúde¹⁸ em todas as áreas de Manaus amostradas. Neste último estudo, foi constatado ainda que 75 % dos poços apresentaram água imprópria para o consumo devido à presença de coliformes totais e coliformes termotolerantes acima do permitido nos dois períodos.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados das análises físico-químicas nos períodos de seca e chuvoso em Manaus.

Tabela 4. Resultados das análises físico-químicas das águas de poço do município de Manaus nos anos 2007 e 2008, separados por período de seca e chuvoso

| Análises físico-químicas | Período de seca | Período chuvoso |
|--------------------------|-----------------|-----------------|
| Alcalinidade (mg/L) | 4,8 ± 6,95 | 3,80 ± 4,87 |
| Amônia (mg/L) | 0,45 ± 1,18 | 0,33 ± 0,93 |
| Cloretos (mg/L) | 12,95 ± 15,18 | 6,81 ± 8,74 |
| Cor (uH) | 3,41 ± 26,66 | 4,84 ± 24,53 |
| Dureza (mg/L) | 13,79 ± 12,73 | 12,95 ± 12,86 |
| Nitrato (mg/L) | 9,13 ± 24,74 | 10,20 ± 24,55 |
| Turbidez (NTU) | 0,52 ± 1,18 | 0,67 ± 1,77 |

uH=unidade de Hazen (mg Pt-Co/L); NTU=unidade nefelométrica de turbidez

Foram verificados valores de alcalinidade de 4,8 mg/L no período seco e de 4,0 mg/L no período chuvoso. Apesar de não estar entre os parâmetros elencados pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde¹⁸, a análise da alcalinidade toma importância por ter incidência sobre o caráter corrosivo ou incrustante e, em altas concentrações, pode afetar o sabor, que é considerado um dos principais fatores de rejeição por parte dos usuários.

Neste estudo, encontraram-se valores de amônia semelhantes aos estudos de Costa¹¹ e de Silva²⁰, dentro do exigido pela Portaria do Ministério da Saúde¹⁸, que é de até 1,5 mg/L. A amônia é formada no processo de decomposição de matéria orgânica (ureia-amônia), e tem importância por ser o primeiro produto da decomposição de substâncias nitrogenadas por isso, a presença desta substância indica uma poluição orgânica recente. A amônia, assim como o nitrito, costuma estar ausente, pois são rapidamente convertidos a nitrato pelas bactérias.

O nitrato está presente em águas superficiais em quantidades pequenas, e pode atingir níveis elevados em águas subterrâneas. As águas de abastecimento contendo quantidade excessiva de nitrato podem causar a metemoglobinemia (cianose) e câncer em crianças²³, quando esta substância está presente na água em concentrações superiores a 10 mg/L, que é o valor limite estabelecido pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde¹⁸.

Foram encontrados valores médios de nitrato de 9,1 mg/L e 10,2 mg/L no período de seca e no período

chuvoso, respectivamente. Entretanto, estes valores foram menores aos encontrados por Carvalho²⁴ na zona leste de Manaus (25,45 mg/L) e por Rocha e Horbe⁷, que foi de 17,8 mg/L, na área do lixão no bairro Novo Israel (Zona Norte).

Nas águas subterrâneas, os nitratos ocorrem em teores geralmente abaixo de 5 mg/L. Altas concentrações de nitrato na água estão relacionadas à falta de sistema de esgotamento sanitário, sendo comum também em outras regiões do país. Valores de nitrato acima dos limites exigidos na legislação também foram encontrados em 30 % das amostras do estudo de Freitas et al⁸ em água de poço do Rio de Janeiro e por Alaburda e Nishihara²⁵, na região metropolitana de São Paulo, que encontraram 15 % das amostras fora das especificações de alguma forma de nitrogênio.

Scorsafava et al²³, avaliando águas de poço e de minas, também encontraram valores acima do permitido na legislação e sinalizaram possível indício de contaminação ambiental e aumento do risco de doenças de veiculação hídrica. Silva et al²² atribuíram os achados a forte dinâmica de fluxo provocada pela alta pluviosidade local, que funciona como um importante fator de dispersão hidrodinâmica dos poluentes pelo fluxo subterrâneo, o que promove a diluição das concentrações iônicas no aquífero.

Concentrações altas de cloretos podem restringir o uso da água em razão do sabor que eles conferem e pelo efeito laxativo que podem provocar. Teores anômalos são indicadores de contaminação por água do mar e por aterros sanitários. No presente estudo, encontramos valores bem abaixo do exigido na Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde¹⁸ (que é de 250 mg/L), não sendo um fator limitante para o uso das águas analisadas.

Os valores de cor foram de 3,4 uH e 4,8 uH, respectivamente, no período de seca e no período chuvoso, valores bem abaixo do exigido pela legislação, que é de 15 uH. Valores dentro dos exigidos na Portaria do Ministério da Saúde¹⁸ também foram encontrados por Costa¹¹, que determinou cor aparente entre setembro a novembro de 2003, de 2,8 uH. A cor é consequência de substâncias dissolvidas como, por exemplo, substâncias húmicas, taninos, pela presença de metais como o ferro e o manganês e resíduos industriais fortemente coloridos.

A dureza está ligada a outros parâmetros, como o pH e a alcalinidade e, dependendo destes, pode formar depósitos nos dutos e até obstruí-los completamente. As análises realizadas indicaram valores médios próximos de 13 mg/L muito abaixo do valor máximo permitido pela

Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde¹⁸, que é de 500 mg/L e semelhante aos observados em outros estudos na cidade de Manaus^{11,20,24}. O principal inconveniente de águas duras é porque o sabão não limpa eficientemente, aumentando seu consumo, e deixando uma película insolúvel sobre a pele, pias, banheiras e azulejos do banheiro.

A turbidez da água é devida à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. É um indicador sanitário e padrão de aceitação da água de consumo humano. As águas subterrâneas normalmente não apresentam problemas devido ao excesso de turbidez. Em alguns casos, águas ricas em ferro podem apresentar uma elevação de sua turbidez quando entram em contato com o oxigênio do ar. Neste estudo foram encontrados valores médios de 0,52 NTU na seca e 0,67 NTU no período das chuvas, valores estes menores aos reportados por Costa¹¹. Ambos os estudos mostraram valores dentro do exigido na Portaria do Ministério da Saúde¹⁸.

O pH (potencial hidrogeniônico), ou mais popularmente descrito como grau de acidez, é um parâmetro que afeta a qualidade da água. Os principais fatores que determinam o pH da água são o gás carbônico dissolvido e a alcalinidade. Neste estudo, foram encontrados valores de pH de 5,4 na seca e 5,6 no período chuvoso. Em outros estudos realizados na região também foram verificados valores de pH ácido: Santana e Zeferino¹² encontraram valores entre 4,18 e 4,72; Silva²⁰ encontrou valores de pH entre 4,1 e 5,4 com média de 4,8 e Costa¹¹ encontrou valores de 4,7 na época da chuva (jan a mar) e 4,4 no período de seca. Em todos os estudos os valores estiveram fora dos limites exigidos na Portaria do Ministério da Saúde¹⁸, que estabelece valores de pH acima de 6.

O pH das águas subterrâneas varia geralmente entre 5,5 e 8,5. A corrosão pode adicionar constituintes para a água, tais como: ferro, cobre, chumbo, zinco e cádmio. O controle de pH da água bruta é fundamental em processos importantes como a desinfecção com cloro e está associado a fenômenos, tanto de corrosão como de incrustações da rede de distribuição. Os valores de pH encontrados em todos os estudos na região amazônica apontam para a necessidade de adaptação da legislação às características da região, uma vez que, até mesmo a água de abastecimento no município de Manaus, não consegue atingir o valor exigido, devido ao caráter ácido da água.

Freitas e Freitas¹⁰ descreveram a necessidade de divulgação dos achados de estudos para a adequada

vigilância da qualidade da água. O grande número de amostras coletadas ao longo de dois anos para a realização neste trabalho possibilitou verificar as variações nos períodos de seca e chuvas da região Amazônica.

De acordo com os achados deste estudo, boa parte das amostras analisadas apontam que as águas subterrâneas utilizadas pela população de Manaus estão impróprias para o consumo, de acordo com a legislação vigente, sendo necessária uma intervenção de órgãos competentes para minimizar a ocorrência de doenças relacionadas à água.

REFERÊNCIAS

1. Castro AM SM, Câmara VM. Avaliação do programa de vigilância da qualidade da água para consumo humano em Salvador, Estado da Bahia. *Rev Baiana Saúde Publica*.2004;28:212-6.
2. Borges JT. Saneamento e suas interfaces com os igarapés de Manaus. *T&C Amazôn*.2006; IV:9.
3. Azevedo RP. Uso de água subterrânea em sistema de abastecimento público de comunidades na várzea da Amazônia central. *Acta Amaz*.2006;36:313-20.
4. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPMR. Poços cadastrados. 2010. [Acesso 2010 Jul 08]. Disponível em: [http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/uf_pocos.php].
5. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior – ABEAS. Água subterrânea: conceitos, reservas usos e mitos. Brasília DF; 1999.
6. Santana GP, Barroncas PSR. Estudo de metais pesados (Co, Cu, Fe, Cr, Ni, Mn, Pb e Zn) na bacia do Tarumã-Açu Manaus (AM). *Acta Amaz*.2007;37:111-8.
7. Rocha LCR, Horbe AMC. Contaminação provocada por um depósito de lixo no aquífero Alter do Chão em Manaus-AM. *Acta Amaz*.2006;36:307-12.
8. Freitas MB, Brilhante OM, Almeida LM. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. *Cad Saúde Pública*.2001;17:651-60.
9. Giatti LL. Reflexões sobre água de abastecimento e saúde pública: um estudo de caso na Amazônia Brasileira. *Saúde Soc*.2007;16:134-44.
10. Freitas MB, Freitas CM. A vigilância da qualidade da água para consumo humano – desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde. *Ciênc Saúde Colet*.2005;10:993-1004.
11. Costa AMR. Uso da água subterrânea na cidade de Manaus [dissertação de mestrado]. Manaus (AM): Universidade Federal do Amazonas; 2005.
12. Santana GP, Zeferino VOL. Avaliação da qualidade das águas subterrâneas usadas em escolas da rede estadual de ensino de Manaus. *Cam Geogr*.2008; 9:24-36.
13. Soto FRM, Fonseca YSK, Risseto MR, Azevedo SS, Arini MLB, Ribas MA, et al. Monitoramento da qualidade da água de poços rasos de escolas públicas da zona rural do município

- de Ibiuna/SP: parâmetros microbiológicos, físico-químicos e fatores de risco ambiental. *Rev Inst Adolfo Lutz*.2006;65:106-11.
14. Marcondes DW, Viana PC, Valente PA, Salzer MA, Luz SM. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica das águas de poços em unidades de saúde pública na cidade de Manaus-AM. 2005. *In: 14º Encontro Nacional de Analistas de Alimentos*.
 15. Association of Analytical Communitie AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th ed. Gaithersburg, Maryland, EUA: 2000.
 16. American Public Health Association. Standart methods for the examination of water and wastewater. 20th ed. Maryland, EUA: 1998.
 17. Instituto Adolfo Lutz (São Paulo – Brasil). Métodos físico-químicos para análise de alimentos: normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 4^a ed. Brasília (DF) Anvisa; 2005.
 18. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 14 dez. 2011. Seção 1. p.39-46.
 19. Allmetsat. Climatologia de Manaus. [internet]. [Acesso 2010 mar. 05]. Disponível em: [<http://pt.allmetsat.com/clima/america-sul.php?code=82331>].
 20. Silva ML. Hidroquímica elementar dos isótopos de Urânio nos aquíferos de Manaus/AM [dissertação de mestrado]. Rio Claro (SP): Universidade Estadual Paulista; 1999.
 21. Souza LSB, Verma OP. Mapeamento de aquíferos da cidade de Manaus (AM) – utilizando perfilagem geofísica de poço e sondagem elétrica vertical. *Rev Bras Geofis*.2006;24:443.
 22. Silva AC, Dourado JC, Krusche AV, Gomes BM. Impacto físico-químico da deposição de esgotos em fossas sobre as águas de aquífero freático em Ji-Paraná-RO. *Rev Est Amb*.2009;11:101-12.
 23. Scorsafava MA, Souza A, Stofer M, Nunes CA, Milanez TV. Avaliação físico-química da qualidade de água de poços e minas destinada ao consumo humano. *Rev Inst Adolfo Lutz*.2010;69(2):229-32.
 24. Carvalho FP. Possibilidades de contaminação das águas subterrâneas na zona leste da cidade de Manaus [dissertação de mestrado]. Manaus (AM): Universidade Federal do Amazonas; 2003.
 25. Alaburda J, Nishihara L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. *Rev Saúde Pública*.1998;32(2):160-5.