

## **I-204 - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DISTRIBUÍDA NO MUNICÍPIO DE PARINTINS/AM**

**José Roberto de Souza Teixeira<sup>(1)</sup>**

Especialista em Educação Ambiental pela Universidade do Estado do Amazonas. Biólogo pela Universidade do Estado do Amazonas.

**Elias Simão Assayag**

Professor do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal do Amazonas. Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Amazonas. Mestre em Ciências do Ambiente pelo Centro de Ciências do Ambiente (CCA/UFAM). Doutorando em Engenharia Civil, na área de Recursos Hídricos na COPPE/UFRJ.

**Ellem Cristiane Morais de Souza Contente**

Professora do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal do Amazonas. Engenheira. Mestra em Engenharia Civil, na área de Saneamento e Recursos Hídricos, pela Universidade Federal do Pará. Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal do Pará.

**Lilyanne Rocha Garcez**

Professora do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal do Amazonas. Mestra em Engenharia Civil, na área de Engenharia Sanitária e Ambiental, pela Universidade Federal de Campina Grande. Engenheira Civil pela Universidade Federal do Amazonas

**Maria de Nazaré Alves da Silva**

Professora do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal do Amazonas. Mestra em Engenharia Civil, na área de Saneamento e Recursos Hídricos, pela Universidade Federal do Pará. Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal do Pará

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Beco José Henrique, 457 - Francesa - Parintins - AM - CEP 69151-505 - Brasil - e-mail: jrteixeirapim@hotmail.com

### **RESUMO**

A saúde pública atualmente tem sido afetada pela disponibilidade e qualidade de água para o consumo humano, que é distribuída nos serviços de abastecimento, pois, a água disponibilizada pode ser uma fonte de exposição a diversos contaminantes que, consequentemente, eleva os índices de risco à saúde da comunidade local. O sistema de abastecimento de água potável na área urbana do município de Parintins, Estado do Amazonas, provém de captação subterrânea, por meio de poços tubulares, distribuído em estações de bombeamento, administrados por autarquia municipal (Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE). Nesse sentido, o presente trabalho objetiva apresentar a qualidade da água distribuída no município de Parintins, por meio de parâmetros físico-químicos em duas campanhas semestrais realizadas nos 21 poços que abastecem o município em comparação com a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde. Os resultados das análises revelaram valores em conformidade com a referida Portaria, exceto para os valores de alumínio total acima do permitido nos poços analisados e valores de pH abaixo do recomendado, variando entre 3,5 a 4,5.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade da água, Abastecimento de Água, Água Subterrânea, Parâmetros Físico-Químicos.

### **INTRODUÇÃO**

A Organização Mundial de Saúde (OMS) faz referência sobre a relação do elevado número de doenças que ocorrem nos países em desenvolvimento diretamente com contaminação da água. O crescimento populacional aliado ao aumento das áreas urbanas provoca uma série de problemas ao meio ambiente, principalmente a precariedade dos serviços de saneamento básico intrinsecamente relacionado ao considerável número de doenças de veiculação hídricas.

Nesse contexto, as águas utilizadas nos sistemas de abastecimento público de água (superficiais e subterrâneas) representam sistemas mais vulneráveis à contaminação, como os mananciais subterrâneos que são extremamente vulneráveis a contaminação quando comparadas com as águas superficiais, pois geralmente não têm a capacidade de autodepuração. Isto acontece porque o fluxo de água é muito lento e não turbulento, e, portanto os contaminantes não se diluem nem dispersam efetivamente (INPA, 2009).

A água subterrânea, na maioria das vezes, é de boa qualidade, entretanto existem diversos fatores que podem contribuir para que ela tenha a sua qualidade comprometida, tais como: a) elevado grau de urbanização e o baixo grau de saneamento básico; b) falta de proteção sanitária adequada na construção dos poços, que previnam a introdução de contaminantes durante o bombeamento; c) acidentes de rompimento de fossas sépticas ou redes de esgotamento sanitário; d) ligações clandestinas feitas nas redes de abastecimento, entre outros (FERREIRA e CORRÊA, 2002).

No Brasil, dados do IBGE (2010) apresentam que o aquífero subterrâneo abastece 6.549.363 domicílios (19% do total), e, destes, 68,78% estão localizados na área rural, abrangendo 11,94% de toda a população nacional. Dos 5.565 municípios brasileiros, 55% poderão ter déficit no abastecimento de água, desses, 84% necessitariam de investimentos para adequação de seus sistemas produtores e 16% teriam necessidade de novos mananciais.

O município de Parintins está localizado na Mesorregião do Baixo Amazonas, a leste do Estado do Amazonas, possui uma população de 102.066 habitantes, sendo 67.655 habitantes concentrados na área urbana (IBGE 2010). A área urbana ocupa uma extensão de 45km<sup>2</sup> formada geograficamente por um grupo de ilhas, entre elas: a Ilha de Santa Clara, Ilha de Santa Rita, Ilha do Parananema, entrecortadas de lagos, furos, restingas, paranás e igapós. A Figura 1A apresenta o mapa de localização do município no Estado e a Figura 1B apresenta uma vista superior do centro urbano da referida cidade.



**Figura 01: Município de Parintins. 1A – Localização do mapa do Estado do Amazonas e 1B – Imagem da área central da sede do município.**

Na cidade de Parintins, o crescimento desordenado das últimas décadas foi ocasionado pela migração de centenas de famílias provenientes da zona rural e dos municípios circunvizinhos em busca de melhores condições de vida. As moradias foram construídas em locais inadequados sendo em áreas alagadiças e às margens dos rios, sem saneamento básico, sem coleta de lixo doméstico, proporcionando alterações significativas na qualidade da água utilizada para abastecimento da população. A poluição proporcionada pela ocupação desordenada não afeta somente as águas, mas as comunidades que ocupam a área, sendo prejudicial a todos (ARANHA *et al.*, 2012).

No total o fornecimento público de água para consumo humano na cidade de Parintins, provém de captação subterrânea, por meio de poços tubulares com bombas elétricas, distribuído em quatro estações de abastecimento, administrados pela autarquia municipal, o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), atingindo 95% dos domicílios na sede municipal.

O SAAE possui Laboratório próprio onde faz o controle de qualidade da água e os resultados dessas análises são comparadas com o padrão de potabilidade, conforme a Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde e repassada a Vigilância Ambiental do município. De acordo com a referida portaria a água possui uma ampla variedade de constituintes que podem ser medidos e monitorados sob os aspectos físicos, químicos e microbiológicos.

Nesse universo de parâmetros, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade físico-química da água distribuída, conforme os padrões de potabilidade estabelecidos na Portaria 2.914/2011, para a população do município de Parintins, com isso contribuir para o situacional do serviço de abastecimento de água no município.

É importante ressaltar que o presente trabalho foi objeto do estudo vinculado ao curso de capacitação em Saneamento do Programa de Extensão em Saneamento no Amazonas, MEC/SESu/Ministério das Cidades e desenvolvido pelo grupo de professores extensionistas da área de Hidráulica e Saneamento do curso de Engenharia Civil/Universidade Federal do Amazonas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A distribuição de água para consumo humano na sede do município é gerenciada pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) e compreende 4 sistemas de abastecimentos de água descentralizados com captação subterrânea (poços tubulares) por meio de 21 poços localizados no perímetro urbano do município. Os poços possuem profundidades entre 40,5m a 120m e o controle da qualidade da água distribuída é realizado em concordância com a Portaria supracitada.

As determinações laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Controle da Qualidade da Água do SAAE, com frequência de amostragem dos parâmetros de estudo adotada de acordo com o plano de amostragem da rotina do serviço.

Dessa forma, para o presente trabalho foi analisada a qualidade da água distribuída pelos 21 poços, com coletas semestralmente no período entre o segundo semestre de 2011 e o primeiro semestre de 2012, compreendendo o período de sazonalidade local na região (época de seca e chuvosa, respectivamente).

As Tabelas de 1 a 4 apresentam a identificação, localização e profundidade dos poços do SAAE referentes aos sistemas de bombeamento I, II, III e IV, respectivamente. A Figura 2 mostra a localização geográfica dos poços cadastrados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / Serviços Geológicos do Brasil (CPRM) (2005), utilizados para o abastecimento de água da população do município. A Figura 3 mostra uma das unidades do sistema de abastecimento de água do município de Parintins.

**Tabela 1: Poços do sistema de Bombeamento I (estação Paraíba).**

| Identificação | Localização                     | Profundidade (m) |
|---------------|---------------------------------|------------------|
| PT - 01       | Bombeamento – I, Rua Rio Branco | 86               |
| PT - 02       | Bombeamento – I, Rua Rio Branco | 120              |
| PT - 05       | Bombeamento – I, Rua Rio Branco | 60               |
| PT - 06       | Bombeamento – I, Rua Rio Branco | 50               |
| PT - 07       | Bombeamento – I, Rua Paraíba    | 120              |
| PT - 09       | Bombeamento – I, Rua Rio Branco | 40.5             |
| PT - 10       | Bombeamento – I, Rua Rio Branco | 75               |

**Tabela 2: Poços do sistema de Bombeamento II (Estação SHAM).**

| Identificação | Localização                                   | Profundidade (m) |
|---------------|---|------------------|
| PT - 01       | Bombeamento – II, Rua Alcides Seixas          | 120              |
| PT - 02       | Bombeamento – II, Rua Alcides Seixas          | 120              |
| PT - 03       | Bombeamento – II, Rua Alcides Seixas          | 66               |
| PT - 04       | Bombeamento – II, Rua Alcides Seixas          | 60               |
| PT - 05       | Bombeamento – II, Rua Alcides Seixas          | 58               |
| PT - 06       | Bombeamento – II, Rua Alcides Seixas          | 120              |
| PT - 01*      | Rua Herbert de Azevedo – Hospital Jofre Cohen | 120              |
| PT - 01*      | Rua Caetano Prestes – Centro                  | 120              |

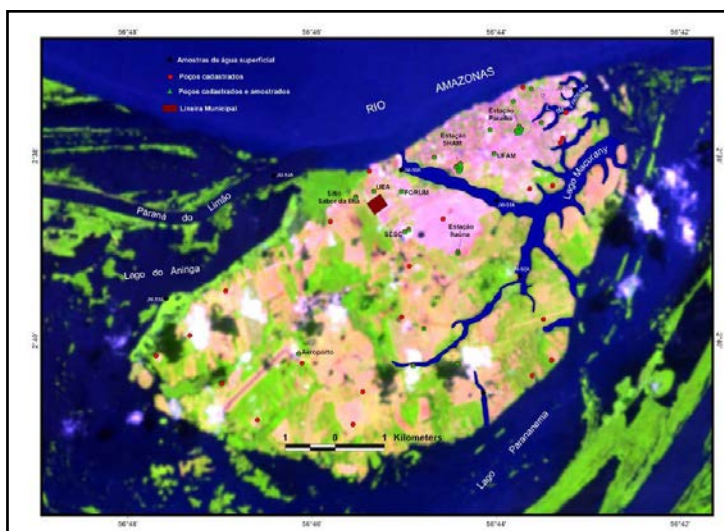
\*Poços descentralizados localizados em áreas diferentes do bairro Centro e bombeados diretamente na rede.

**Tabela 3: Poços do sistema de Bombeamento III**

| Identificação | Localização                          | Profundidade (m) |
|---------------|--------------------------------------|------------------|
| PT - 01       | Bombeamento – III, Rua Lourdita Lago | 120              |
| PT - 02       | Bombeamento – III, Rua Lourdita Lago | 120              |
| PT - 03       | Bombeamento – III, Rua Lourdita Lago | 120              |
| PT - 04       | Bombeamento – III, Rua Lourdita Lago | 120              |

**Tabela 4: Poços do sistema de Bombeamento IV**

| Identificação | Localização                       | Profundidade (m) |
|---------------|-----------------------------------|------------------|
| PT - 01       | Bombeamento – IV, Rua Maçaranduba | 120              |
| PT - 02       | Bombeamento – IV, Rua Maçaranduba | 120              |



**Figura 2: Município de Parintins, com localização dos poços cadastrados.**  
Fonte: CPRM, 2005.



**Figura 3: Unidades do sistema de abastecimento de água do município de Parintins.**

Os parâmetros analisados foram pH, condutividade elétrica, alumínio total, amônia, ferro total, manganês, nitrato e nitrito. Os equipamentos utilizados para realização das análises foram pHmetro, Condutivímetro, DR/700 Colorimeter. As análises foram de acordo com a metodologia do *Standard Methods for the Examination* (1998).



Os resultados serão apresentados por meio da interpretação de tabela e gráfico, comparando a qualidade da água por meio das análises físicas e químicas, com a profundidade dos poços e com os padrões estabelecidos na Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

Para o desenvolvimento do trabalho foram coletadas 21 amostras de água das torneiras de cada poço tubular, sendo uma amostra por poço. A coleta foi realizada em frascos de água mineral de 1.000ml, cujos frascos estavam limpos e esterilizados.

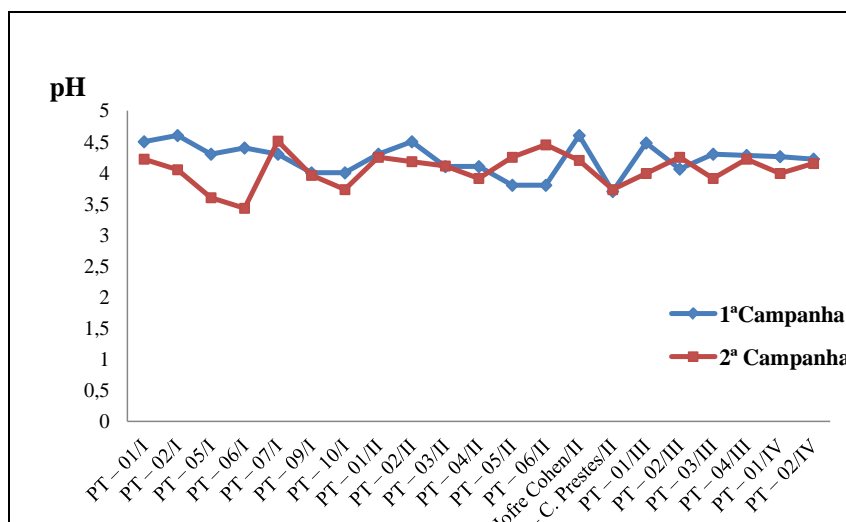
## RESULTADOS

Na Tabela 5 são apresentados os resultados médios das análises físico-químicas das amostras coletadas nos meses de outubro de 2011 e junho de 2012 para cada poço dos sistemas de bombeamento e na Figura 4 são mostrados os valores de pH máximo e mínimo analisados no sistema de bombeamento.

**Tabela 5: Resultados médios dos parâmetros analisados nos poços em cada sistema de bombeamento.**

| Poços /Sistema de Bombeamento | Prof.*<br>m | Conduct.**<br>μS/cm | Al <sup>3+</sup><br>mg/L | NH <sub>3</sub><br>mg/L | Ferro Total<br>mg/L | Mn<br>mg/L  | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>mg/L | NO <sub>2</sub> <sup>-</sup><br>mg/L |
|-------------------------------|-------------|---------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------|-------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| PT – 01/I                     | 86          | 43,3                | 0,17                     | 0,04                    | 0,03                | 0,06        | 3,05                                 | 0,003                                |
| PT – 02/I                     | 120         | 58,4                | 0,25                     | 0,09                    | 0,01                | 0,04        | 2,20                                 | 0,001                                |
| PT – 05/I                     | 60          | 0,266               | 1,75                     | 0,05                    | 0,09                | 0,05        | 5,75                                 | 0,004                                |
| PT – 06/I                     | 50          | 0,320               | 1,80                     | 1,55                    | 0,20                | 0,06        | 9,55                                 | 0,004                                |
| PT – 07/I                     | 120         | 23,4                | 0,02                     | 0,06                    | 0,04                | 0,06        | 0,85                                 | 0,002                                |
| PT – 09/I                     | 40,5        | 0,262               | 0,56                     | 3,95                    | 0,04                | 0,04        | 5,85                                 | 0,004                                |
| PT – 10/I                     | 75          | 111                 | 0,73                     | 0,65                    | 0,11                | 0,05        | 2,30                                 | 0,003                                |
| PT – 01/II                    | 120         | 46,1                | 0,06                     | 0,01                    | 0,06                | 0,05        | 1,40                                 | 0,003                                |
| PT – 02/II                    | 120         | 18,5                | 0,02                     | 0,00                    | 0,05                | 0,03        | 0,30                                 | 0,002                                |
| PT – 03/II                    | 66          | 148,7               | 0,27                     | 0,26                    | 0,11                | 0,04        | 3,15                                 | 0,007                                |
| PT – 04/II                    | 60          | 96,3                | 0,33                     | 0,21                    | 0,37                | 0,06        | 3,20                                 | 0,001                                |
| PT – 05/II                    | 58          | 73,8                | 0,70                     | 0,18                    | 0,35                | 0,05        | 5,50                                 | 0,038                                |
| PT – 06/II                    | 120         | 127                 | 0,23                     | 0,16                    | 0,08                | 0,05        | 3,70                                 | 0,013                                |
| PT – Jofre Cohen/II           | 120         | 90,7                | 0,18                     | 0,16                    | 0,28                | 0,04        | 2,95                                 | 0,001                                |
| PT – C. Prestes/II            | 120         | 0,266               | 0,96                     | 0,44                    | 0,11                | 0,06        | 6,70                                 | 0,007                                |
| PT – 01/III                   | 120         | 91,1                | 0,075                    | 0,09                    | 0,04                | 0,04        | 1,95                                 | 0,005                                |
| PT – 02/III                   | 120         | 48,7                | 0,065                    | 0,05                    | 0,05                | 0,03        | 1,30                                 | 0,002                                |
| PT – 03/III                   | 120         | 81,3                | 0,12                     | 0,07                    | 0,12                | 0,05        | 1,00                                 | 0,002                                |
| PT – 04/III                   | 120         | 75,8                | 0,045                    | 0,04                    | 0,06                | 0,03        | 1,10                                 | 0,001                                |
| PT – 01/IV                    | 120         | 33,4                | 0,035                    | 0,13                    | 0,05                | 0,04        | 1,55                                 | 0,001                                |
| PT – 02/IV                    | 120         | 26,7                | 0,03                     | 0,20                    | 0,26                | 0,02        | 0,90                                 | 0,003                                |
| VMP Portaria MS Nº 2.914/2011 |             |                     | 0,2<br>mg/l              | 1,5<br>mg/l             | 0,3<br>mg/l         | 0,1<br>mg/l | 10<br>mg/l                           | 1<br>mg/l                            |

\* Profundidade / \*\* Condutividade



**Figura 4: Valores de pH determinados.**

Como pode ser observado nos resultados demonstrados na Tabela 5, os parâmetros apresentaram qualidade da água distribuída pelos 21 poços em conformidade com os padrões da Portaria nº 2914/2011, com exceção do alumínio total, que apresentou valores médios entre 0,25mg/L e 1,78mg/L acima do estabelecido na Portaria que é de 0,2mg/L. Normalmente, esses valores foram observados nos poços com menores profundidades, como revelam os valores médios dos poços 5, 6, 9 e 10 (Bombeamento I) que apresentam concentração fora do padrão para o elemento alumínio nas amostras coletadas. Pode ser observada ainda essa situação em relação aos parâmetros NH<sub>3</sub> – PT 09 / I e PT 06 / I e Fe – PT 04 / II e PT 04 / II que também estão não conformes.

A condutividade elétrica representa um parâmetro diretamente relacionado com a quantidade de sólidos totais dissolvido na água. Tratando desse parâmetro, de todas as amostras analisadas verificou-se que os valores de condutividade estão variando entre 0,266mS/cm e 100uS/cm.

Os poços PT 03/II, PT 03/II e PT 05/II e o poço PT 01 localizado na Rua Caetano Prestes, centro do município, encontram-se também não conformes em relação ao padrão estabelecido pela Portaria, com elevados índices do alumínio.

Em relação ao parâmetro pH (Figura 4) foi verificado valores variando entre 3,5 a 4,6, nos 21 poços. A Portaria 2914/2011 recomenda para os valores de pH da água no sistema de distribuição, na faixa de 6,0 a 9,5.

Nos poços dos bombeamentos III e IV, os resultados obtidos estão de acordo com o padrão estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde, ressaltando apenas a variação nos valores de pH na amostras fora da recomendação.

Segundo Carvalho (2005) a presença de nitrato total, embora dentro dos padrões da Portaria do Ministério da Saúde, promove uma elevação da acidez, o que desencadeia uma maior solubilidade de alumínio, contribuindo para agravar ainda mais esse problema. O alumínio é um elemento pouco móvel (solubilidade muito baixa), quando presente na faixa de pH entre 4,0 a 8,0, típica dos ambientes naturais. Portanto, o alumínio dificilmente é liberado, como espécie iônica, para o meio aquoso, ficando retido na fase sólida, na forma de argilo-minerais, óxido ou hidróxido.

De acordo com o mesmo autor, ainda que em águas ácidas e com altas concentrações de ácidos orgânicos, o alumínio pode ser liberado para esse meio, por processo conhecido como complexação, onde o metal migra da fase sólida e se liga a compostos orgânicos, formando íons complexos.

O Estudo da CPRM realizado em 2005 para caracterização da qualidade da água dos poços utilizados no abastecimento da população urbana e rural de Parintins apresenta elevados valores na concentração de alumínio total. Os aquíferos da região comportam águas que possuem naturalmente destacada acidez (pH 4,0 a 4,5) a qual se acentua ainda mais nos poços com altos teores de nitrato, possibilitando condições para a

mobilização do alumínio contido nas partículas do solo para o meio aquoso, gerando um misto descontaminação natural e antrópica.

A CPRM (2005) cita que uma das causas da alta concentração de alumínio total está na relação com a geologia do município, onde fundamenta que a formação geológica da cidade de Parintins, que está assentada sobre rochas sedimentares, predominante arenosas, de idade cretácea da formação Alter do Chão.

O referido estudo também afirma que a causa das variações elevadas nos teores de nitrato nos poços mais rasos da zona urbana de Parintins está ligada à ausência de um sistema de coleta, transporte e tratamento dos esgotos na cidade, o que leva à infiltração dos resíduos líquidos desses esgotos, despejados em fossas ou a céu aberto, até os níveis superiores do lençol freático, o que potencializa a contaminação dessas unidades.

Assim, foi sugerida a desativação dos poços dos bombeamentos que revelaram o teor de alumínio fora do padrão da Portaria do Ministério da Saúde vigente e perfuração de novos poços com acompanhamento técnico de profissionais da área com profundidade de 120 metros. Nesse sentido, a prefeitura municipal e o SAAE vêm estudando estratégias para adequar o abastecimento de água com a desativação dos poços mais críticos localizados nas áreas de riscos intenso de contaminação.

## **CONCLUSÕES**

Considerando os poços tubulares utilizados no abastecimento público que fornecem água para a área urbana de Parintins, os resultados das análises físico-químicos revelaram alto índice de acidez.

Para a concentração de alumínio, os poços PT-5, PT-6, PT- 9 e PT-10 do Bombeamento I, poços PT- 3, PT- 4 e PT-5 do Bombeamento II e poço PT-1 da Rua Caetano Prestes, não estão em conformidade com padrão da Portaria vigente. Normalmente, essas alterações nos padrões de qualidade química da água estão relacionadas aos poços com menor profundidade.

É importante ressaltar que o SAAE continua monitorando a qualidade da água distribuída à população de Parintins, em cumprimento a Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde. Contudo, os resultados demonstraram que a ausência de adequado sistema de abastecimento afeta a qualidade da água utilizada pela população de Parintins.

Vale destacar que o bom funcionamento desses serviços implica em ações voltadas à garantia da dignidade da população atendida, pois melhora as condições de higiene, segurança e conforto, acarretando, assim, maior força produtiva em todos os níveis. Porém, a qualidade da água em todo o mundo é cada vez mais ameaçada à medida que as populações humanas crescem, atividades agrícolas e industriais se expandem e as mudanças climáticas ameaçam alterar o ciclo hidrológico global.

Finalizando, ressalta-se a contribuição do referido trabalho na ação de diagnóstico dos serviços de saneamento no estado do Amazonas previsto no programa “Extensão em Saneamento no Amazonas - MEC/SESu/UFAM”.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ARANHA , R. F. et al. Qualidade da água do Lago do Macurany, município de Parintins-AM.. VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisas e Inovação. VII CONNEPI. Disponível em: [www.ufpa.br/revistaic](http://www.ufpa.br/revistaic) Vol 3.Acesso em:17/03/2013.
2. BRASIL, Ministério da Saúde, Portaria 2914: Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, 2011.
3. CARVALHO, I G., Fundamentos de Geoquímica dos Processos Exógenos. Editora LTDA. Salvador, 1995.
4. COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM. Serviço Geológico do Brasil, Superintendência Regional de Manaus. Avaliação da Qualidade das Águas Subterrâneas da Cidade de Parintins, 2005.
5. FERREIRA M. B;CORRÊA, M. Estudo da Qualidade da Água no Sistema de Abastecimento do Conj. Eduardo Angelim e Adjacências, Icoaraci/Pa. Revista Científica da UFPA, 2007. Disponível em: [www.ufpa.br/revistaic](http://www.ufpa.br/revistaic) Vol 3.Acesso em:17/04/2013.
6. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2011.

7. MARMOS, J. L. AGUIAR, C. B. C. Avaliação do Nível de Contaminação dos Aqüíferos da Cidade de Parintins (AM): Primeiros Resultados. COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM. Serviço Geológico do Brasil, Superintendência Regional de Manaus. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/Painel21.pdf>, acessado em: 17/03/2013.