

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS DE POÇOS CACIMBAS E RASOS NO MUNICÍPIO DE HUMAITÁ-AM

Tayson Antonio Ceron Rodrigues da Costa, Benone Otávio Souza de Oliveira & Keith
Soares Valente

RESUMO: A utilização de poços cacimba e rasos ainda é um meio utilizado como fonte de captação de água no município de Humaitá localizado ao sul do Estado do Amazona. Desta forma, o trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade da água proveniente de poços cacimbas e rasos no município de Humaitá-AM. Inicialmente realizou-se o georreferenciamento dos poços no município, constatando 10 poços e de forma aleatório foram realizadas coletas em 05 poços. Foram avaliados os seguintes parâmetros físico-químicos da água: condutividade elétrica, pH, turbidez, cor, oxigênio dissolvido, amônia, nitrito, nitrato, nitrogênio total, fósforo total, temperatura, sólidos totais dissolvidos, coliformes termotolerantes e demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅). Os resultados do parâmetro pH nos pontos P02, P03 e P05 tiveram valores abaixo dos limites permissíveis, nos parâmetros fósforo, DBO₅ e coliformes termotolerantes dos pontos P01 e P04 quando comparados com os limites das Resoluções n° 396/08 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA e com a Portaria n. 2914/11 do Ministério da Saúde apresentaram resultados acima permitidos, com relação ao consumo. O Índice de Qualidade da Água de P01 e P04 foi considerado “Ruim”. Resultado que reflete na saúde da população que utiliza esses poços.

Palavras-chave: Água subterrânea; Qualidade da água; poços cacimbas e rasos.

EVALUATION OF THE QUALITY OF WATER FROM WETLANDS AND RASOS WELLS IN THE MUNICIPALITY OF HUMAITÁ-AM

ABSTRACT: The use of cacimba and shallow wells is still a medium used as a source of water abstraction in the municipality of Humaitá located to the south of Amazonas State. In this way, the objective of this work is to evaluate the water quality from wells cacimbas and shallows in the municipality of Humaitá-AM. Initially the georeferencing of the wells was carried out in the municipality, recording 10 wells and collecting in 5 wells. The following physico-chemical parameters were evaluated: electrical conductivity, pH, turbidity, color, dissolved oxygen, ammonia, nitrite, nitrate, total nitrogen, total phosphorus, total dissolved solids, thermotolerant coliforms and biochemical oxygen demand (BOD₅). The results of the pH parameter at points P02, P03 and P05 had values below the allowable limits in the phosphorus, BOD₅ and thermotolerant coliforms of points P01 and P04 when compared to the limits of Resolutions n ° 396/08 of the National Council for the Environment - CONAMA and Portaria n. 2914/11 of the Ministry of Health presented above-permitted results in relation to consumption. The Water Quality Index of P01 and P04 was considered "Bad". This result reflects on the health of the population that uses these wells.

Keywords: Groundwater; Water quality; cacimbas and shallow wells.

1. INTRODUÇÃO

A disponibilidade hídrica tem se tornado cada vez mais relevante nas discussões sobre recursos hídricos, pois, a água deve estar disponível em quantidade e em qualidade em diversas regiões, para tanto tais requisitos são atingidos através da exploração de aquíferos (BOLDRIN E CUTRIM, 2014).

No Brasil, a captação da água subterrânea para abastecimento das populações vem sendo realizada desde os primórdios dos tempos coloniais, em virtude do seu elevado padrão de qualidade físico-química e microbiológica (FAUSTINO et al. 2013; COSTA et al. 2012; ECKHARDT et al. 2009).

As águas subterrâneas são intensamente exploradas, principalmente em centros urbanos onde a demanda pelo recurso é elevada. No Brasil, aproximadamente 39% das cidades brasileiras dependem dos mananciais subterrâneos para o abastecimento da população urbana (BOLDRIN E CUTRIM, 2014). No estado do Amazonas, dos 62 municípios, 44 são abastecidos exclusivamente por águas subterrâneas, 10 por mananciais e 8 de forma mista, inclusive a capital Manaus, isso se dá, principalmente, pela facilidade de exploração, pelo baixo custo da operação e manutenção do abastecimento por poços e pela larga presença de municípios de pequeno porte (ANA, 2010).

A diversificada utilização das águas subterrâneas é crescente, no entanto a sua intensa exploração e aos processos de uso e ocupação do solo, podem comprometer a sua qualidade, em razão dos seguintes fatores: disposição incorreta de resíduos sólidos industriais e domésticos, fertilizante utilizados na agricultura, além de esgotos domésticos e industriais a céu aberto (COSTA et al. 2012; SILVA et al. 2014; CAPP et al. 2012). Proporcionando assim, que as águas poluídas podem ser fontes de transmissão de diversas doenças, causadas por organismos patogênicos provenientes de fezes de humanos e animais (FAUSTINO et al. 2013; BRUM et al. 2016; BARROS et al. 2011).

Diante dos problemas que afetam a qualidade da água, foram desenvolvidos diversos índices com base nos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, cabendo ajustes nos pesos e parâmetros para adequação à realidade regional, estes Índices de Qualidade das Águas (IQAS) são baseados em nove variáveis, cuja definição deve refletir as alterações potenciais ou efetivas, naturais ou antrópicas que a água sofre (BARROS et al. 2011).

Tendo em vista a importância da água subterrânea como fonte de abastecimento e a sua possível contaminação por efluentes domésticos e industriais, principalmente em virtude da falta de saneamento básico. Portanto o município não difere dessas causas, pois, o município apresenta uma deficiência no sistema de esgotamento sanitário e tratamento convencional da água fornecida, à qual acaba sendo explorada através de poços tubulares, artesianos e poços cacimba. Implicando na construção de fossas negras que facilitam a percolação e infiltração de impurezas no solo podendo chegar até os lençóis que abastecem os poços do município.

Diante das argumentações este trabalho avaliou a qualidade da água de poços do tipo cacimba e rasos para consumo humano na área urbana do município de Humaitá-AM, por meio de indicadores microbiológicos, físico-químicos e do índice de qualidade de água (IQAS).

2. METODOLOGIA

2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Município de Humaitá-AM, situado na região sul do Estado do Amazonas, cujas coordenadas geográficas são 07° 30' 22" S e 63° 01' 15" W, registradas na (figura 01), estando a uma altitude de 90 metros acima nível do mar, admitindo uma população estimada em 51.302 habitantes e possui uma área de 33.071,00 km², (IBGE, 2014).

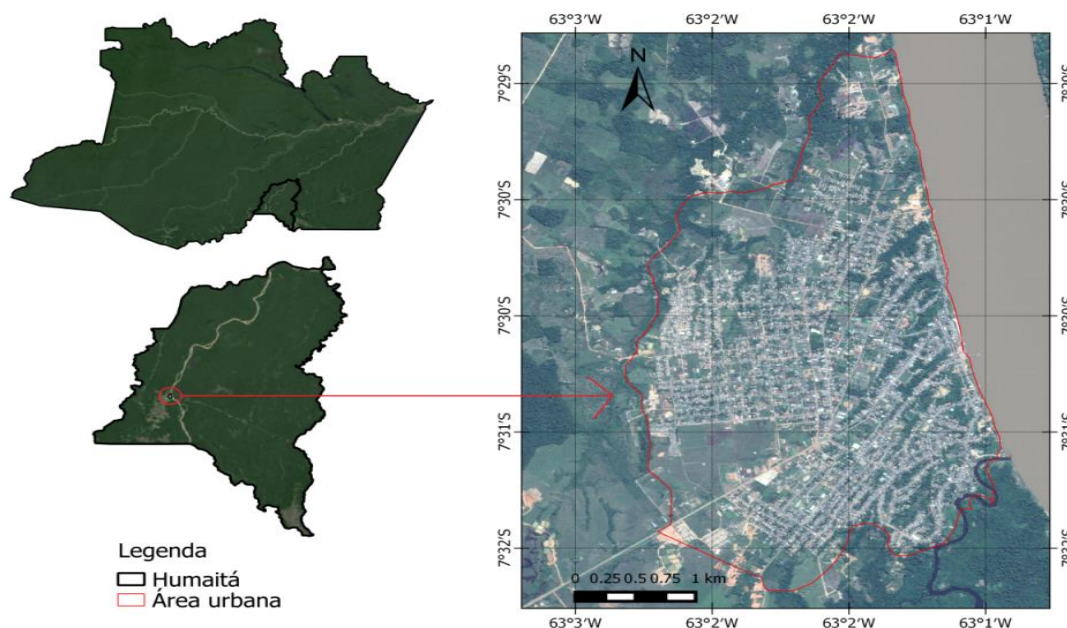


Figura 01. Localização do município de Humaitá no Amazonas.

De acordo com os critérios de classificação de Köppen, o clima de região é caracterizado como tropical úmido apresentando um período chuvoso prolongado e com pouca duração de período seco (AM), temperatura média de 26°C e a pluviosidade variando em torno de 2.500mm, com precipitação entre os meses de outubro e junho e umidade do ar atmosférico entre 85 e 90% (CAMPOS et al. 2012).

A área urbana do município de Humaitá encontra-se sobre o sistema de aquífero Aluvionar, ocorrendo de forma livre, com predominância da Formação geológica Depósito Aluvionar e Formação Içá (DUARTE et al. 2016). Esse sistema de aquífero, segundo Duarte et al. (2016) é caracterizado como sendo um bom produtor de água por apresentar boa porosidade sendo um aquífero intergranular, possui espessura média de 23,75 metros e normalmente apresentando espessura máxima de 40 m, e transmissividade variando de $6,6 \times 10^{-6} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$ a $4,27 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$, com valor médio de $6,03 \times 10^{-4} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$. E normalmente, encontram-se presente nos depósitos sedimentares constituídos por areia, silte, argila e cascalho (DUARTE et al. 2016).

2.2. CARACTERIZAÇÃO E MAPEAMENTO DOS POÇOS

O estudo foi realizado em todos os bairros do município de Humaitá-AM, o qual contempla 13 bairros, a seleção das residências para o levantamento dos dados foi realizada de forma aleatória. O abastecimento de água no município é realizado pela Companhia Humaitaense de Águas e Saneamento Básico – COHASB, porém algumas residências não utilizam o sistema local, optando pela perfuração mecanizada ou manual de poços.

A caracterização dos poços nas residências sucedeu-se através de dados pré-existentes, obtidos no site da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM e no Sistema de Informação de Água Subterrânea – SIAGAS, além de visitas *in loco* com aplicação de questionários em entrevistas junto aos proprietários dos poços que afirmaram ter adotado esse sistema, visando economia financeira e também por acreditarem na boa qualidade da água dos poços.

2.3. AMOSTRAGEM E ANÁLISE DE ÁGUA

As coletas foram realizadas utilizando-se de bombas de água periféricas, pois os referidos poços estão concretados a bastante tempo, impossibilitando a coleta manual das amostras, as mesmas foram acondicionadas em recipientes com capacidade máxima de 500 ml, algumas análises foram obtidas com as leituras da sonda (YSI 556 MPS – Multi Probe System) que avaliou *in loco* os parâmetros: temperatura da água, oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica. No entanto para os procedimentos nas amostras coletadas para fins de análises físico-químicas e bacteriológicas foram preconizadas de acordo com *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005).

Para fins de comparação de resultados, foi utilizada a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA n° 396/2008 e a Portaria n. 2914/11 do Ministério da Saúde.

O Índice de Qualidade da Água/IQAS (Equação 1) foi calculado pelo produto ponderado da qualidade da água correspondente às variáveis de oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fósforo total, temperatura da água, turbidez e sólidos totais (CETESB, 2007).

$$IQA = \prod_{i=0}^9 qi^{wi} \text{ (Equação 1)}$$

Onde:

- IQA: representa o índice de qualidade da água, apresenta um número de 0 a 100.
- qi: indica a qualidade do parâmetro *i* obtido através da média de qualidade.
- wi: significa o peso atribuído ao parâmetro (Tabela 1), em função de sua importância na qualidade seu valor está entre 0 e 1.

Tabela 1. Valores atribuídos ao peso de cada parâmetro.

Parâmetros	Pesos
OD	0,17
DBO ₅	0,10
Coliformes Termotolerantes	0,15
Temperatura	0,10
pH	0,12
Nitrogênio Total	0,10
Fósforo	0,10
Sólidos Totais	0,08
Turbidez	0,08

A qualidade da água de acordo com os 9 indicadores é classificada em: ótima ($80 \leq \text{IQA} \leq 100$), bom ($52 \leq \text{IQA} \leq 80$), aceitável ($37 \leq \text{IQA} \leq 52$), ruim ($20 \leq \text{IQA} \leq 37$) e péssima ($0 \leq \text{IQA} \leq 20$) de acordo com a CETESB e na classificação atendendo os critérios da National Sanitation Foundation – NSF com as faixas ótima ($90 \leq \text{IQA} \leq 100$), bom ($70 \leq \text{IQA} \leq 90$), médio ($50 \leq \text{IQA} \leq 70$), ruim ($25 \leq \text{IQA} \leq 50$) e péssima ($0 \leq \text{IQA} \leq 25$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. CARACTERIZAÇÃO E MAPEAMENTO DOS POÇOS

Com base nas informações e visitas *in loco*, foi elaborado um mapa (Figura 2) de localização dos poços selecionados para coleta, totalizando 5 poços entre tubulares rasos e cacimbas.

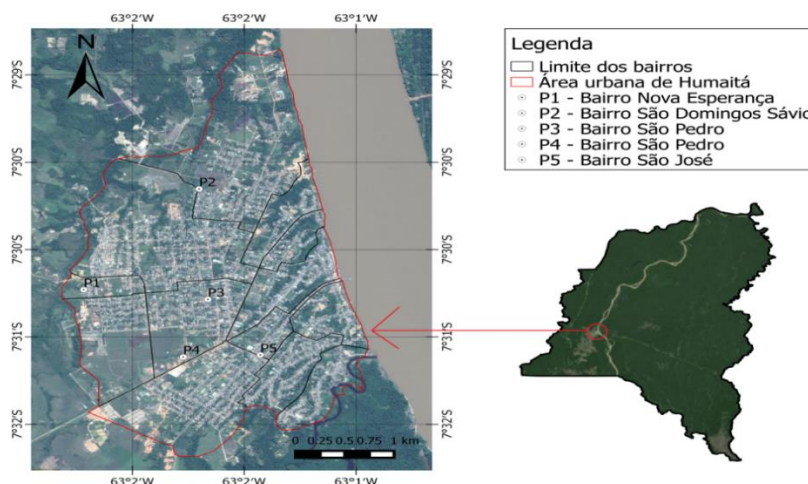


Figura 02. Localização dos poços analisados no perímetro urbano.

O poço P01 está localizado sob as coordenadas geográficas 07°30'56"S e 63°02'60"W, o qual possui profundidade de 6 metros, estando a 10 metros de fossas negras, sendo caracterizado como poço do tipo cacimba. O poço P02 está sob as coordenadas 07°29'93"S e 63° 01'75", o qual possui proximidade de 16 metros, estando a 33 metros de fossas negras, se trata de um poço tubular raso escavado de forma mecanizada.

O poço P03 está localizado sob as coordenadas 07°30'71"S e 63°01'87"W, com profundidade de 16 metros e distante da caixa de rejeitos a 20 metros, tratando-se de um poço cacimba com boca concretada, com apenas uma escotilha de 50 cm por 50 cm utilizada para substituição da bomba de sucção, é utilizado para consumo e atividades domésticas na propriedade. O poço P04 localiza-se sob as coordenadas 07°31'10"S e 63°02'01"W, possui profundidade de 18 metros, estando a 9,50 metros de fossas negras, trata-se de um poço tubular raso, construído de forma mecanizada e atualmente com a boca concretada, é utilizado para consumo e atividades domésticas.

O poço P05 está localizado nas coordenadas 07°31'1 0"S e 63° 01' 60"W, possui profundidade de 23 metros, não se observou à existência de fossa negra, sendo utilizado para consumo e outras atividades.

Para tanto as atividades de campo permitiram identificar, basicamente, dois sistemas de captação de água subterrânea. Um sistema mais simples, que permite captar a água do freático a pouca profundidade, e outro sistema, composto por poços tubulares, corroborando com os estudos de Eckhardt et al. (2009), os quais encontraram esses dois sistemas no município de Lajeado.

Com a falta de coleta e tratamento de esgoto na cidade, cada residência possui sua própria fossa, que em sua maioria não atendem aos padrões sanitários. No entanto, essas fossas recebem todo o esgoto da residência e muitas vezes estão instaladas próximas aos poços utilizados para a captação de água constituindo um grande risco a contaminação do aquífero (MARQUES et al., 2012; CAPP, et al. 2012).

3.2. DADOS OBTIDOS COM AS ANÁLISES DA ÁGUA

Conforme descrito no processo metodológico, foram amostrados 5 poços do tipo cacimba/rasos de captação de água subterrânea, sendo realizadas 05 coletas (Tabela 3).

Nos resultados das amostras dos poços P01 e P04 (Tabela 3), o pH variou entre 6,4 e 6,0 respectivamente e estão dentro dos limites estabelecidos, já nos demais poços esses valores foram inferiores, apresentando uma média de 5,4 caracterizando o pH dessas águas como ácidas, esses valores podem estar relacionados com o período de estiagem da região. Corroborando com os estudos de Faustino et al. (2013) e Mello (2009), os quais verificaram em seus estudos pH ácido das águas subterrâneas, ressaltando ainda o pH é mais ácido nos meses de setembro, novembro e julho. As Resolução CONAMA n. 396/2008 e Portaria n. 2914/2011 recomenda que o pH da água seja mantido na faixa de respectivamente 6,0 a 9,0 e 6,0 – 9,5. Assim, grande parte das amostras encontra-se fora do Valor Máximo Permitido (VMP) para consumo.

Tabela 3. Resultados das análises microbiológicas e físico-químicas realizadas nos poços.

Parâmetros	VMP ¹	LQP ²	PONTOS AMOSTRADOS				
			P01	P02	P03	P04	P05
pH	6,0 – 9,0	6,0 – 9,5	6,40	5,00	5,40	6,00	4,39
CE ³ µS/cm	-	-	198	48	71	160	60
Cor	-	15	29,4	< 0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Turbidez (UNT)	5	5	3,40	0,80	0,10	0,20	0,10
FT ⁴ (mg.L ⁻¹)	0,050	-	0,75	0,00	0,00	1,00	0,00
DBO ₅ ⁵ (mg.L ⁻¹)	-	-	3,44	1,26	<0,01	0,58	<0,01
Amônia (mg.L ⁻¹)	1,5	1,5	0,10	0	0,10	0,10	0
Nitrato N (mg.L ⁻¹)	10,0	300	0,10	1,5	0,10	0,10	0,01
Nitrito N (mg.L ⁻¹)	1,0	20	0,01	0,5	0,80	0,01	1,0
NT ⁶ (mg.L ⁻¹)	-	-	0,11	2,00	1,00	0,21	1,01
OD ⁷ (mg.L ⁻¹)	-	-	5,00	5,00	2,50	3,00	2,80
STD ⁸ (mg.L ⁻¹)	1000	2.000	0,06	0,09	0,04	0,03	0,05
CT ⁹ (NMP/100 ml)	-	Aus ¹⁰	19.200	Aus	Aus	56.000	Aus
Temperatura (°C)	25	-	33	34	35	34	36

1. Portaria 2914/2011, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade; 2. CONAMA n° 396/08, Limite de Quantificação Praticável para consumo humano; 3. Condutividade Elétrica; 4. Fósforo Total; 5. Demanda Bioquímica de Oxigênio; 6. Nitrogênio Total; 7. Oxigênio Dissolvido; 8. Sólidos Totais Dissolvidos; 9. Coliformes Termotolerantes. 10. Ausência em 100 ml; 11. Ausente.

Nos poços investigados P01 e P04, os valores de CE apresentaram-se superiores a 100 µS/cm, dando evidencia clara de ações antrópicas na qualidade da água desses poços, uma que na região Amazônica, valores de condutividade elétrica compreendidos entre 10 µS/cm a 40 µS/cm são considerados como fundo regional das águas subterrâneas (CAMPOS, 2003). Portanto o aumento deste parâmetro, pode ser em razão da contaminação por esgoto doméstico provenientes de fossas negras, corroborando com Brum et al. (2016).

A turbidez da água dos poços analisados variou de 3,4 a 0,10 (UNT), valores dentro dos valores máximos permissíveis pela legislação. Orssatto et al. (2009) e Ucker et al. (2009), encontraram baixos valores de turbidez variando respectivamente de 2,69 a 30,90 (UNT) e aproximadamente 12,40 (UNT). Estes resultados corroboram com os valores encontrados nesta pesquisa, que também registrou baixa turbidez com valores que não chegam ao limite estabelecido na legislação vigente.

O oxigênio dissolvido das amostras variou de 2,5 a 5,0 mg/L, apresentando assim baixos valores de oxigênio dissolvido, indicando má qualidade da água, devido a elevada

concentração de substâncias orgânicas e inorgânicas, provavelmente oriundas dos esgotos domésticos. Corroborando com Kemerich et al. (2013), os quais obtiveram em seus estudos baixos valores de oxigênio dissolvido. Por outro lado, segundo Janzen et al. (2008), o baixo nível de oxigênio dissolvido, indica consumo de oxigênio por decomposição da matéria orgânica ou respiração realizada por microrganismos.

Para o parâmetro temperatura, foi verificado que no ponto P01 a mínima foi de 33°C e no P5 máxima de 36°C, tendo uma variação de 3°C entre esses pontos analisados, esses valores podem ser relacionados com a exposição dos poços a radiação solar. Todos os pontos amostrados estão acima dos valores permitidos pela Portaria 2914/11, podendo desta forma favorecer o crescimento de bactérias do grupo coliformes (NOGUEIRA et al. 2003).

Os valores de nitrato obtidos das análises variaram de 0,01 a 1,5 mg/L, apresentado resultados de acordo com os padrões definidos pela legislação. Corroborando com estudos de Eckhardt et. al. (2009), o qual mostraram que as concentrações de nitratos em poços tubulares apresentaram valores de 0,039 a 14,7 mg/L e apresentou valores de poços escavados que foram de 0,082 a 6,86 mg/L ambos seus resultados ficaram dentro dos limites de potabilidade para consumo.

Nos resultados dos parâmetros físico-químicos, os valores de Sólidos Totais Dissolvidos (STD), nitrito, amônia, DBO₅ apresentou níveis dentro do permitido pela Portaria nº 2914/11/MS e do limite de quantificação praticável pela Resolução CONAMA nº 396/08.

As amostras de água oriundas dos poços P01 e P04 apresentam concentrações de fósforo total respectivamente de 0,75 e 1,00 mg/L esses valores estão acima dos permitidos pela legislação que impõe 0,050 mg/L, portanto, o fósforo aparece em águas naturais principalmente por descargas de esgotos sanitários, onde apresentam concentrações de fósforo na faixa de 0,01 a 0,05 mg/L, e valores acima de 1,0 mg/L geralmente são indicativos de águas poluídas (FEITOSA, 2008). Nos demais poços não foi detectado sua presença nas amostras, indicando que essas águas estão dentro dos limites estabelecidos.

Foi observado presença de Coliformes Termotolerantes P01= 19.200 NMP/100ml e P04= 56.000 NMP/100ml e Coliformes Totais P01= 25.600 NMP/100 ml; P04= 80.000 NMP/100ml, causando preocupação com relação ao consumo da água desses poços, tais resultados podem ser atribuídos à presença de fossas negras a menos de 15m dos poços,

bem como a falta de esgotamento sanitário nos bairros em questão. Corroborando com Colvara, et al. (2009); Cajazeiras (2007); Silva e Araújo (2003); Carmago e Paulosso (2009), os quais encontraram presença de coliforme acima dos valores permissíveis da legislação, e que tal presença são oriundas da proximidade de fossas negras, além da consequência desses agentes patogênicos que pode envolver casos até mesmo letais, principalmente em crianças e idosos.

Através dos resultados obtidos pela (Equação 1) referente ao cálculo dos indicadores do Índice de Qualidade da Água – IQA, a qualidade da água dos poços analisados foi determinada conforme o (Tabela 4).

Tabela 4. Resultado do cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQAS)

Nº	IQA	Nível ¹	Classif. ²	Nível ³	Classif. ⁴
P1	50	Aceitável	37<IQA<52	Ruim	25<IQA≤50
P2	68	Bom	52<IQA<80	Médio	50<IQA≤70
P3	72	Bom	52<IQA<80	Bom	70<IQA≤90
P4	46	Aceitável	37<IQA<52	Ruim	25<IQA≤50
P5	66	Bom	52<IQA<80	Médio	50<IQA≤70

1. Nível – CETESB; 2. Classificação – CETESB; 3. Nível – NSF; 4. Classificação – NFS.

Os valores do Índice de Qualidade da Água (IQAS) variaram entre 46 e 72. De forma geral a qualidade das águas, segundo os valores do IQA, é considerada na categoria “Bom”. Pois quase todos os poços apresentaram qualidade intermediária. Tal resultado reflete o que foi verificado “in loco”, pois nas proximidades dos poços foi diagnóstico presença de fossas negras, esgoto à céu aberto, presença de resíduos sólidos, corroborando com os estudos de Molina et al. (2006) e Kemerich et al. (2013).

A determinação individual do IQA indica que no ponto P01 e P04, os parâmetros coliformes termotolerantes contribuiu para o baixo valor do índice de qualidade da água (Figura 03). Esses resultados permitem inferir que o lançamento de matéria orgânica está influenciando as concentrações desses parâmetros, reduzindo assim a qualidade da água, para tanto esses altos índices de coliformes encontrados demonstram problemas de saneamento básico.

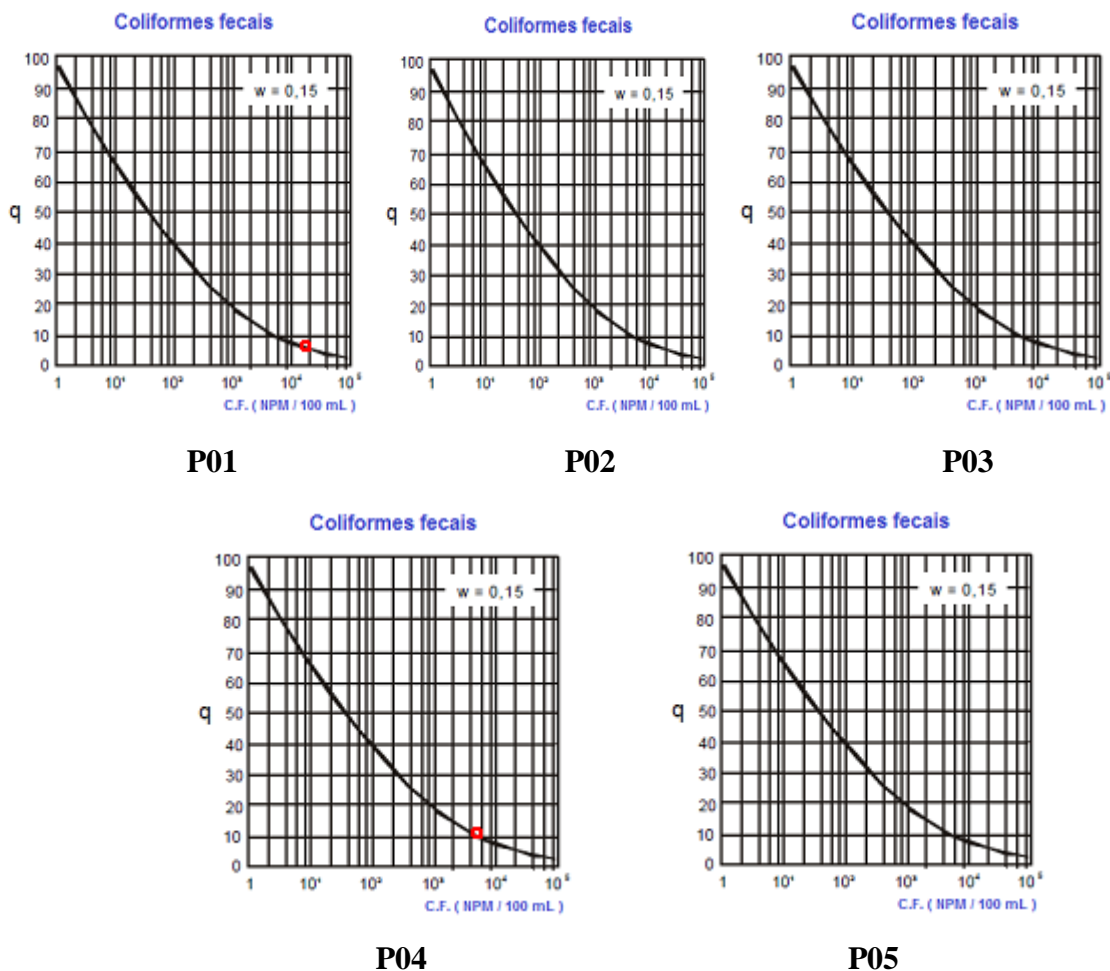


Figura 03. Curvas médias de variação do parâmetro Coliformes termotolerantes.

4. CONCLUSÃO

No município de Humaitá-AM foram georreferenciados 10 poços do tipo caçimba e rasos.

Dentre as amostras analisadas para determinar a qualidade da água dos poços cacimba selecionados no município de Humaitá, foi confirmando a presença de Coliformes Termotolerantes em dois poços P01 e P04, num subtotal de 40% dos poços analisados, enfatizando a importância da implantação de sistemas para tratamento de água e esgoto.

Os coliformes termotolerantes foi o parâmetro que mais contribuiu para a degradação da qualidade da água nos pontos P01 e P04.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. **Resolução nº 396 de 3 de abril de 2008**. Brasília: Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2008.

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods of the experimentation of water and wastewater**. 21th ed. New York: APHA. 1085p. 2003.

BARROS, R. V. G.; SOUZA, H. M. L.; SOUZA, C. A. Determinação do índice de qualidade da água (IQA) na sub-bacia do córrego André em Mirassol d’oeste, Mato Grosso. **Engenharia Ambiental**, v. 8, n. 3, p. 138 -153, 2011.

BOLDRIN, M. T. N.; CUTRIM, A. O. Avaliação de impactos potenciais nas águas subterrâneas urbanas de Sinop (MT) usando a matriz de Leopold. **Geociências**, v. 33, n. 1, p. 89-105, 2014.

Brasil. Ministério da Saúde. **Portaria 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União 2011.

BRUM, B. R.; OLIVEIRA, N. R.; REIS, H. C. O.; LIMA, M.; MORAIS, E. B. Qualidade das águas de poços rasos em área com déficit de saneamento básico em Cuiabá, MT: avaliação microbiológica, físico-química e fatores de risco à saúde. **HOLOS**. v. 2, n. 32, p. 179-188, 2016.

CAJAZEIRAS, C. C. A. Qualidade e uso das águas subterrâneas e a relação com doenças de veiculação hídrica, Região de Crajubar/CE. 2007. 143 f. **Dissertação (Mestrado em Geologia)** - Universidade Federal Do Ceará, Fortaleza.

CAMARGO, M. F.; PAULOSSO, L. V. Avaliação qualitativa da contaminação microbiológica das águas de poços no município de Carlinda – MT. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 77-82, 2009.

CAMPOS, J. C. V. A problemática dos recursos hídricos subterrâneos na Amazônia na visão do Serviço Geológico do Brasil – CPRM. **I Simpósio de Hidrogeologia do Sudeste**. Petrópolis, Rio de Janeiro, p. 133-141, 2003.

CAMPOS, M. C. C.; RIBEIRO, M. R.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; RIBEIRO FILHO, M. R.; ALMEIDA, M. C. Topossequência de solos na transição Campos Naturais-Floresta na região de Humaitá, Amazonas. **Acta Amazônica**, v.42, n.3, p.387-398, 2012.

CAPP, N.; AVACH, L. R.; SANTOS, T. M. B.; GUIMARAES, S. T. L. Qualidade da água e fatores de contaminação de poços rasos na área urbana de Anastácio (MS). **Geografia Ensino & Pesquisa**, vol. 16, n. 3, P. 77-91, 2012.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). **Prevenção e controle da poluição do solo e das águas subterrâneas**. São Paulo: CETESB, 2007.

COLVARA, J. G.; LIMA, A. S.; SILVA, W. P. Avaliação da contaminação de água subterrânea em poços artesianos no sul do Rio Grande do Sul. **Braz. J. Food Technol.**, II SSA, p. 11-14, 2009.

COSTA, C. L.; LIMA, R. F.; PAIXÃO, G. C.; PANTOJA, L. D. M. Avaliação da qualidade das águas subterrâneas em poços do estado do Ceará, Brasil. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 33, n. 2, p. 171-180, 2012.

DUARTE, M. L.; ZANCHI, F. B.; NEVES, J. R. D.; COSTA, H. S.; JORDÃO, W. H. C. Vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas no município de Humaitá, Amazonas, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 2, p. 402-413, 2016.

ECKHARDT, R. R.; DIEDRICH, V. L.; FERREIRA, E. R.; STROHSCHOEN, E.; DEMAMAN, L. C. Mapeamento e avaliação da potabilidade da água subterrânea do município de Lajeado, RS, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 4, n. 1, p. 58-80, 2009.

FAUSTINO, E.; VANZELLA, M.; JESUS, M. A.; MENEGUETTI, D. U. O.; ZAN, R. A. Avaliação da qualidade de águas de poços rasos ou comuns da cidade de Ariquemes, Rondônia, Brasil. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**. v. 4, n. 2, p. 65-78, 2013.

FEITOSA, F.A.C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E.C.; DEMETRIO, J.G.A. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. Rio de Janeiro: CPRM: LABHID, 2008. 812 p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas da População (2014)**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br> . Acesso em: 17 de Outubro de 2015.

JANZEN, J. G. SCHULTZ, H. E., LAMON, A. W. Medidas da concentração de oxigênio dissolvido na superfície da água. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v. 13, n. 3, p. 278-283, 2008.

KEMERICH, P. D. C.; SILVA, R. F.; REQUE, P. T. Determinação do índice de Qualidade da água do Arroio Esperança. **Ciência e Natureza**, v. 34, n. 2, p. 83-98, 2012.

MARQUES A. K.; SOUZA, M. B.; BOLDRIN, M. T. N.; DALTRO, R. F.; CUTRIM, A. O.; MIGLIORINI, R. B. Avaliação do perigo à contaminação do aquífero freático na região da Vila São Cristóvão em Sinop/MT. In: **Anais do XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**, Bonito/MS, 2012.

MELLO, M. P. M. Qualidade da Água Minerais. Zoneamento Ecológico-Econômico da Subterrânea em Poços do PA Nova Amazônia (RR): Região Central do Estado de Roraima. Rio de influência dos agentes impactantes. (**Monografia Janeiro: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, de Especialização em Recursos Naturais**). Boa Vista: Programa Pós-graduação em Recursos Naturais/PRONAT. Universidade Federal de Roraima, 2009.

MOLINA, P. M. Índice De Qualidade De Água Na Microbacia Degradada Do Córrego Água Da Bomba – Município De Regente Feijó – Sp, In XVI CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 2006 Goiânia. **Anais**. Goiânia-GO: 25 a 30 de julho de 2006.

NOGUEIRA, G.; NAKAMURA, C.V.; TOGNIM, M. C.; ABREU FILHO, B.A.; DIAS FILHO, B.P. Qualidade microbiológica de água potável de comunidades urbanas e rurais, Paraná. **Revista de Saúde Pública**. v. 37, n.2, p. 232-236, 2003.

ORSSATTO, F.; HERMES, E.; EVARINI, J. A.; MENDONÇA, M. S. S. Avaliação da qualidade da água do ribeirão Coati Chico, Cascavel – PR. **Engenharia Ambiental: pesquisa e tecnologia**. v. 6, n. 3, p.255-274, 2009.

SILVA, D. D.; MIGLIORINI, R. B.; SILVA, E. C.; LIMA, Z. M.; MOURA, I. B. Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero freático: região do Bairro Pedra Noventa, Cuiabá (MT). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.19, n.1, p. 43-52, 2014.

SILVA, R. C. A.; ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 8, n. 4, p. 1019-1028, 2003.

UCKER, F. E.; FOLETTO, C.; KEMERICH, P. D. C. Índice de qualidade da água em Bacia-Escola urbana na cidade Santa Maria - RS. **Engenharia Ambiental: pesquisa e tecnologia**. v.6, n.3, p.660-670, 2009.

Recebido: 30/10/2017. Aceito 30/11/2017.

Sobre os autores e contatos:

Tayson Antonio Ceron Rodrigues da Costa – Mestrando em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Amazonas-UFAM, Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente – IEAA. E-mail: trtayson@gmail.com

Benone Otávio Souza de Oliveira - Professor Auxiliar de Ensino I, Unidade Acadêmica do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, UFAM, Humaitá-AM. E-mail: engambiental87@gmail.com

Keith Soares Valente - Professora Auxiliar de Ensino I, Unidade Acadêmica do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, UFAM, Humaitá-AM. E-mail: Keith.ufam@gmail.com