

# IMPACTO DA DEPOSIÇÃO DE ESGOTOS EM FOSSAS SOBRE AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DE MANAUS/AM

**Rayna Veras da SILVA (1); Cláudia Magalhães do VALLE (2)**

(1) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IF-AM, Av. Sete de Setembro, 1975, Centro, CEP 69020-120, Manaus/AM, (92) 3621-6723, e-mail: [jrtv19jrtv31@hotmail.com](mailto:jrtv19jrtv31@hotmail.com)

(2) IF-AM, e-mail: [cmvalle@ifam.edu.br](mailto:cmvalle@ifam.edu.br)

## RESUMO

Foram realizadas análises para verificar os impactos da deposição de esgotos sobre a qualidade das águas subterrâneas em alguns pontos da cidade de Manaus/AM, conforme normas do Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. As coletas foram feitas de acordo com o Cetesb, no período setembro/2009 a junho/2010, somando 36 (trinta e seis) amostras, sendo 18 (dezoito) para análises físico-químicas (temperatura, pH, condutividade elétrica, turbidez,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NH}_3$ ), e 18 (dezoito) para análises microbiológicas (coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia Coli*). Os resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos para as zonas norte e leste estão em conformidade com a Resolução nº 518/04 do MS, entretanto os da zona sul, os teores de  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NH}_3$  ultrapassaram o limite estabelecido tanto na saída da bomba (6,98 mg/L de  $\text{NH}_3$  e 49,13 mg/L de  $\text{NO}_3^-$ ) e do bebedouro (6,83 mg/L de  $\text{NH}_3$  e 58,29 mg/L de  $\text{NO}_3^-$ ) sendo a quantidade de 1,5 mg/L e 10 mg/L respectivamente, os valores permissíveis. As análises microbiológicas em quase todos os pontos de coletas estão de acordo com a RDC nº. 275/05 da ANVISA e a Resolução nº 518/04 do MS para coliformes totais, termotolerantes (fecais) e *Escherichia Coli*, os resultados foram expresso em NMP/100 mL com números de tubos positivos igual a zero e menor que 1,1 NMP. Porém, o ponto de coleta do bebedouro na zona sul apresentou coliformes totais com 1,1 NMP/100 mL, neste caso particular devido às péssimas condições higiênicas da caixa d'água e bebedouro.

**Palavras-chave:** Aquífero, Esgoto, Fossas, Coliformes.

# 1 INTRODUÇÃO

A falta de infra-estrutura nas cidades brasileiras ocasiona vários impactos que degradam a qualidade do meio ambiente e deterioram a qualidade de vida da população, gerando problemas nos recursos hídricos e também por não possuírem um sistema de coleta de esgotos que permita um destino ecologicamente correto para as excretas produzidas por essas populações. De acordo com a Secretaria Nacional de Saneamento apenas 50,3% dos municípios brasileiros possuem saneamento básico. Dessa forma, os produtos orgânicos e inorgânicos eliminados pela população são lançados em sistema rudimentares, fossas negras ou em fossas sépticas chegando, em muitos casos, com relativa facilidade aos aquíferos, introduzindo substâncias tóxicas e aumentando as concentrações de alguns íons na água subterrânea, além da introdução de microrganismos patogênicos (ANA, 2009).

Na cidade de Manaus essa realidade não é diferente, devido ao crescimento desordenado e as grandes concentrações de lugares invadidos sem nenhuma infra-estrutura, o que propicia a utilização de poços que de certa forma são mais vulneráveis à contaminação, principalmente quando a captação das águas subterrâneas é feita clandestinamente. Em geral os aquíferos livres (ou freáticos) são os mais explorados para o consumo doméstico, devido a sua profundidade e facilidade de acesso, que se dá através de escavação do solo utilizando-se enxadões, pás e picaretas, resultando nos poços cacimba, também conhecidos como cisternas, poço amazonas ou simplesmente poços escavados, geralmente com diâmetro variando de 0,80 a um 1,00 m, revestido ou não com tijolos ou anéis de concreto pré-moldados (FOSTER; HIRATA, 1993).

Os teores máximos de impurezas permitidos na água são estabelecidos em função dos seus usos. Esses teores constituem os padrões de qualidade, os quais são fixados por entidades públicas, com o objetivo de garantir que a água a ser utilizada para um determinado fim, não contenha impurezas que venham a prejudicá-la. E desta forma os padrões de potabilidade (água destinada ao abastecimento humano) são diferentes dos de balneabilidade (água para fins de recreação de contato primário), os quais, por sua vez, não são iguais aos estabelecidos para a água de irrigação ou destinada ao uso industrial (MOTA, 2006). Neste contexto, a proposta deste trabalho é avaliar os impactos da deposição de esgotos em fossas sobre as águas subterrâneas da cidade de Manaus/AM, tendo como relevância o fato de que grande parcela da população local utiliza-se dessas águas para o consumo doméstico.

## 2 MATERIAIS E METODOS

### 2.1 Área de estudo

#### 2.1.1 Localização geográfica da área de estudo

Manaus está localizada a leste (latitude:  $2^{\circ} 57' - 3^{\circ} 10'$  e longitude:  $59^{\circ} 53' - 60^{\circ} 07'$ ); do Estado do Amazonas, com área territorial de  $14.337 \text{ km}^2$  ([www.pmm.am.gov.br](http://www.pmm.am.gov.br)). O Amazonas está localizado na região Norte. A cidade de Manaus se encontra sobre os sedimentos continentais da *Formação Alter do Chão*, de idade cretáceas, e que se constitui em um dos mais importantes aquíferos da Bacia Geológica do Amazonas (BARBOSA et al., 1978), com relevo de interflúvios tabulares e de colina com topos de extensão entre 250 a 750 m, separados por vales abertos e de fraco grau de aprofundamento.

#### 2.1.2 Caracterização dos três locais de coleta

**Área 1** – Bairro Cidade Nova, com coordenadas de  $22^{\circ} 42' 23'' \text{ S}$  e  $43^{\circ} 26' 35'' \text{ O}$ , localizando-se na convergência entre o Centro e zona Norte de Manaus (WIKIPÉDIA, 2009). O ponto de amostragem selecionado situa-se no Conj. Arco-Íris, próximo da Avenida das Torres. Com formação de argila avermelhada arenosa, areia conglomerativa argilosa, argila esbranquiçada arenosa, arenito esbranquiçado médio e grosso, arenito amarelado médio (VASCONCELOS, 2006).

**Área 2** – Bairro Betânia, localizado na zona sul, começa na confluência do igarapé do Quarenta com o igarapé da Lagoa Verde (WIKIPÉDIA, 2009). Com formação de argila avermelhada siltosa, argila avermelhada arenosa, argila esbranquiçada arenosa, arenito avermelhado fino e pouco argiloso (VASCONCELOS, 2006).

**Área 3** – Bairro Zumbi dos Palmares, localizado na zona leste da cidade de Manaus. Assim como muitos outros bairros da periferia de Manaus, o Zumbi ainda hoje enfrenta muitos problemas de infra-estrutura

básica (WEKEPÉDIA, 2009). Com formação de arenito amarelado fino a médio, argilito, arenito argiloso, areia média e grossa (VASCONCELOS, 2006).

### **2.1.3 Procedimento de amostragem**

Foram realizadas amostragens no período setembro/2009 a junho/2010, somando ao término 36 (trinta e seis) amostras, sendo 18 (dezoito) para análises físico-químicas com os seguintes parâmetros: temperatura, pH, condutividade elétrica, turbidez, sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), amônia ( $\text{NH}_3$ ). E 18 (dezoito) para análises microbiológicas: coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia Coli*.

Nos meses de outubro a novembro/2009, solicitou-se autorização dos gestores dos locais amostrados e um termo de consentimento dos mesmos. Em seguida aplicaram-se os formulários sobre as características dos poços e identificou-se os dois pontos de coleta um referente à torneira do poço (bomba) e outro na torneira do bebedouro onde a comunidade se abastece. Foram realizadas as respectivas coletas, sendo duas amostras por mês de cada zona, somando 6 (seis) amostras por mês. Iniciando-se pela zona norte residência no conjunto Arco-íris, em seguida zona sul na Escola Estadual Adalberto Valle, e por fim zona leste na Escola Municipal Francisca Pergentina da Silva.

As coletas para cada ponto obedeceram à metodologia descrita no Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 1998), realizadas nas saídas das bombas dos poços e nas torneiras dos bebedouros utilizados pela comunidade. As coletas foram feitas em frasco polietileno com capacidade para 500 mL, para análise físico-química e frasco de vidro estéril, higienizou-se as torneiras com álcool a 70%, em seguida abriu-se e deixou-se correr a água durante três minutos e em seguida coletou-se aproximadamente de cada saída 1.500 mL de água e seu armazenamento/transporte foi feito em caixa de isopor, até o laboratório. “*in loco*” foi feito a medição do pH e temperatura, usando copos descartáveis para as coletas de cada ponto; o procedimento foi em triplicata. E no laboratório da GEAQMA, no Campus Manaus Centro do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas/IFAM foi determinado a variáveis físico-químicas e microbiológicas.

## **2.2 Procedimentos Analíticos**

### **2.2.1 Limpeza das vidrarias**

As vidrarias utilizadas para análise físico-química foram deixadas de molho em uma solução com hipoclorito de sódio ( $\text{NaClO}$ ) e detergente e somente depois, foi enxaguada em média cinco vezes e em seguida lavada em água corrente, terminada esta etapa, iniciou-se a segunda etapa, a acidificação com ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) 1% v/v, depois seguida de exaustivo enxágüe com água destilada. Após cinco enxágües, foram realizadas as medidas de condutividade. O material foi considerado “limpo” quando as medidas de condutividade não atingiram valores  $> 2 \mu\text{S cm}^{-1}$ . Desta forma adotou-se como prática, o mínimo de cinco enxágües com água destilada após a limpeza com  $\text{HNO}_3$ . Os frascos coletores (500 mL) de polietileno receberam limpeza similar e foram mantidos com água destiladas até o momento do uso. No momento da coleta fez-se o ambiente com própria amostra antes da coleta definitiva. As vidrarias para análise microbiológica foram esterilizadas em autoclave a 121 °C por 15 minutos.

### **2.2.2 Soluções e reagentes**

Para a determinação dos parâmetros químicos todas as soluções foram preparadas com água destilada. Soluções de ácido fenol dissulfônico, hidróxido de sódio a 50% e o sache com 0,1 g de cloreto de bário foram armazenados fora da geladeira, enquanto que a solução de acondicionamento, reagente de Nessler e as soluções padrões foram armazenadas sob refrigeração a 4 °C.

### **2.2.3 Medidas de temperatura**

É um parâmetro físico importante, e é determinante por inúmeros fatores potencialmente ambientais que o fazem variar continuamente, por exemplo, a influência no retardamento ou aceleração da atividade biológica e a absorção de oxigênio. A medição da temperatura foi realizada por um termômetro convencional (mmHg) no momento das coletas.

### **2.2.4 Medidas de pH**

As medidas de pH das amostras de água subterrâneas foram feitas no momento da coleta com um potenciômetro de campo portátil modelo Corning - pH-30, calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0.

As medidas eram feitas sem agitação aguardando-se até leitura estável ( $\approx 1$  minuto).

### 2.2.5 Medidas de condutividade

Essas medidas foram feitas com um condutivímetro Policontrol modelo COM 6 provido com célula de constante igual a  $1,0 \text{ cm}^{-1}$  para as medições de condutividade termostatizadas a  $25 \pm 0,1^\circ\text{C}$ . A calibração do condutivímetro foi realizada com solução padrão de  $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  de KCl, com condutividade de  $147 \mu\text{S cm}^{-1}$  a  $25^\circ\text{C}$ .

### 2.2.6 Medida de turbidez

A turbidez foi medida através do turbidímetro marca Adamo, modelo TB 1000, que comparou o espalhamento de um feixe de luz ao passar pela amostra com o espalhamento de um feixe de igual intensidade ao passar por uma suspensão padrão. Quanto maior o espalhamento maior será a turbidez. Os valores foram expressos em Unidade Nefelométrica de Turbidez (UNT).

### 2.2.7 Determinação de cátions e ânions

A tabela 1 apresenta um resumo das técnicas analíticas usadas, condições metodológicas e limites de detecção relativos aos íons:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NH}_4^+(\text{N-NH}_3)$ , todas as determinações foram realizadas conforme normas do Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (1995), segundo descrição abaixo:

A determinação do  $\text{SO}_4^{2-}$  é através da precipitação do íon sulfato em meio ácido com cloreto de bário, formando uma suspensão de cristais de sulfato de bário ( $\text{BaSO}_4$ ), de tamanho uniforme. A absorbância da suspensão é lida em espectrofotômetro e a concentração dos íons é determinada através da leitura em curva padrão. O método para determinação do  $\text{NO}_3^-$  baseia-se na reação de íons nitrato com ácido fenol dissulfônico e posterior alcalinização com hidróxido de sódio, obtendo-se um composto amarelo. Este composto é o sal sódico do ácido pícrico ( $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{ONa}$ ) formado pela nitração do fenol, cuja coloração é medida em espectrofotômetro.

**Tabela 1 - Metodologia analítica usada na determinação dos íons nas amostras de águas subterrâneas e limites de detecção. Fonte: Norma APHA (1995).**

Íon	Técnica Analítica	Método Analítico e/ou Condições Operacionais	Limite de Detecção (mg/L)
$\text{SO}_4^{2-}$	Espectrofotometria (TEKNA, T-2000)	Turbidimétrico – $\text{BaCl}_2$ , $\lambda = 420 \text{ nm}$ , cubeta de 1cm.	0,5
$\text{NO}_3^-$		Colorimétrico – ácido fenol dissulfônico/hidróxido de sódio, $\lambda = 410 \text{ nm}$ , cubeta de 1cm.	0,5
N-NH <sub>3</sub>		Colorimétrico – Nessler, $\lambda = 425 \text{ nm}$ , cubeta de 1 cm.	0,03 – 5,0

Na determinação do  $\text{NH}_4^+(\text{N-NH}_3)$ , utilizou-se o reagente de Nessler que reage, quando adicionado a uma solução diluída de amônia, formando um complexo de cor amarelada ( $\text{NH}_2\text{Hg}_2\text{I}_3$ ), o qual pode flocular após certo tempo. A determinação espectrofotométrica deve ser efetuada antes que isso ocorra.

As absorbâncias lidas no espectrofotômetro e as concentrações dos íons foram determinadas através da leitura em uma curva padrão dos respectivos íons.

### 2.2.8 Análise microbiológica

A técnica utilizada foi a dos tubos múltiplos, que é um método de análise quantitativo que permite determinar o Número Mais Provável (NMP) dos microrganismos alvo na amostra, através da distribuição de alíquotas em uma série de tubos contendo um meio de cultura diferencial para crescimento dos microrganismos alvo. A determinação do número de microrganismo é baseada no princípio de que, numa amostra líquida, as bactérias podem ser separadas por agitação, resultando numa suspensão em que as células estejam uniformemente distribuídas. A combinação de tubos com crescimento positivo ou negativo, após a incubação, permite estimar, por cálculos de probabilidade, a densidade original dos microrganismos na amostra. O que determina o microrganismo a ser contado é a seleção do meio de cultura. Os meios de culturas empregados foram os Caldos Lauril Sulfato Tryptose (LST) incubado em estufa regulada a  $35^\circ\text{C} \pm 0,5$  por 24 a 48 horas, Verde Brilhante Bile 2% (VB) para confirmação de coliformes totais, também incubado em estufa regulada a  $35^\circ\text{C} \pm 0,5$  por 24 a 48 horas e por fim Caldo *Escherichia Coli* (EC) para a confirmação de coliformes termotolerantes (fecais) em banho-maria com temperatura controlada a  $44,5^\circ\text{C}$ ,

com variação de temperatura não superior a 0,2 °C por 24 horas. Utilizaram-se tubos de ensaio com os caldos e tubo Durhan para captação de gás em casos de amostras positivas (SILVA et al., 2005).

### 3 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A tabela 2 apresenta os resultados da análise, sendo os valores referentes às médias de repetibilidade em triplicata e o desvio padrão exceto para coliformes totais/CT, coliformes termotolerantes, fecais/CT(F) e *Escherichia Coli*/EC.

**Tabela 2 - Valores das análises físico-químicos e microbiológicos.**

Zonas	Amostras	pH	CE ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	Temp. (°C)	$\text{NO}_3^-$ (mg/L)	$\text{SO}_4^{2-}$ (mg/L)	$\text{NH}_3$ (mg/L)	CT (NMP)	CT (F)	EC
Norte	Poço	4,43 ( $\pm 0,02$ )	182,4 ( $\pm 2,8$ )	25,63 ( $\pm 0,1$ )	2,73 ( $\pm 0,4$ )	2,5 ( $\pm 0$ )	0,52 ( $\pm 0,16$ )	< 1,1 <sup>[1]</sup>	< 1,1	< 1,1
	Bebedouro	4,99 ( $\pm 0,04$ )	112,0 ( $\pm 2,7$ )	26,26 ( $\pm 0,5$ )	3,17 ( $\pm 0,6$ )	2,5 ( $\pm 0,1$ )	0,57 ( $\pm 0,28$ )	< 1,1	< 1,1	< 1,1
Sul	Poço	4,25 ( $\pm 0,11$ )	1.201,3 ( $\pm 3,9$ )	26,33 ( $\pm 0,7$ )	49,13* ( $\pm 2,7$ )	17,1 ( $\pm 1,0$ )	6,98* ( $\pm 2,41$ )	< 1,1	< 1,1	< 1,1
	Bebedouro	4,33 ( $\pm 0,18$ )	1.414,4 ( $\pm 10,7$ )	27,10 ( $\pm 0,3$ )	58,29* ( $\pm 1,0$ )	17,3 ( $\pm 4,0$ )	6,83* ( $\pm 3,03$ )	1,1 <sup>[2]</sup>	< 1,1	< 1,1
Leste	Poço	5,70 ( $\pm 0,09$ )	160,9 ( $\pm 0,7$ )	25,85 ( $\pm 0,2$ )	1,44 ( $\pm 1,0$ )	2,9 ( $\pm 0,1$ )	1,19 ( $\pm 0,08$ )	< 1,1	< 1,1	< 1,1
	Bebedouro	5,72 ( $\pm 0,21$ )	153,46 ( $\pm 2,1$ )	26,53 ( $\pm 0,5$ )	1,03 ( $\pm 0,8$ )	2,5 ( $\pm 0,1$ )	0,61 ( $\pm 0,02$ )	< 1,1	< 1,1	< 1,1

\* Não conforme com os padrões de potabilidade estabelecido pela Portaria n°. 518/2004 do Ministério da Saúde.

[1] Número de tubos positivos = 0

[2] Número de tubos positivos = 1

#### 3.1 Caracterização físico-química

Os resultados da temperatura em relação às zonas e aos pontos de coletas (saída da bomba do poço e do bebedouro) variaram entre 25,63 e 27,10 °C. E a menor média foi encontrada na zona norte (saída do poço). Os valores registrados nas demais zonas estavam próximos aos encontrados por Silva (1999) nas águas subterrâneas de Manaus, com temperatura de 27,8 °C. Observou-se que as variações de temperatura medidas foram muito baixas, mesmo quando a temperatura ambiente, no período das coletas, estava em torno de 45 °C. A baixa variação de temperatura encontrada entre os valores, segundo literaturas para águas subterrâneas de Manaus é devido à pequena amplitude térmica, isto é, esta variável não é influenciada pelas mudanças de temperatura atmosférica. Para confirmar que não há influência real da temperatura atmosférica, no primeiro mês das coletas nas zonas norte, sul e leste, se registrou o período mais seco, quente e longo, sem chuvas no período de 30 dias. Enquanto em profundidades maiores a temperatura da água se influencia pelo grau geotérmico local (em média 1 °C a cada 30 m).

Os valores de pH recomendados pela Portaria n° 518/2004 do Ministério da Saúde/MS, estão entre 6,0 a 9,5. Os valores resultantes da medição do pH apresentaram oscilação por zona, variando entre 4,25 a 5,72, mostrando uma leve acidez, típico de águas subterrâneas da cidade de Manaus. O fator que contribui para tal acidez é a presença de CO<sub>2</sub> e de ácidos húmicos livres em solução, fenômeno de zonas tropicais. Mas as maiores alterações a essa variável se deve ao fato dos despejos de origem industrial liberados no ambiente. Segundo Farias (2003) e Marques (2006), em regiões de clima tropical, onde a degradação biológica é mais acentuada que nos climas temperados, a evolução da degradação da matéria orgânica na fase anaeróbica, favorece a produção de ácidos orgânicos e conseqüentemente pH mais ácido.

De acordo com Silva (2005) os valores de condutividade das águas subterrâneas da cidade de Manaus são relativamente baixos e indicam que estas são fracamente mineralizadas. Entretanto, é de se esperar um aumento no valor da condutividade elétrica, pois ao se infiltrar no solo, a água subterrânea é enriquecida em sais minerais dissolvidos devido ao intemperismo dos minerais presentes nas rochas (CASTANY, 1971). Os valores de cada zona estão acima da média: na zona norte os valores da condutividade da saída do poço foram de 182,4  $\mu\text{S cm}^{-1}$  e do bebedouro de 112,4  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , na zona leste na saída do poço foi de 160,92

$\mu\text{S cm}^{-1}$  e do bebedouro de  $153,46 \mu\text{S cm}^{-1}$ , enquanto que na zona sul foram elevadas em torno de 1.201,3 a  $1414,4 \mu\text{S cm}^{-1}$  respectivamente.

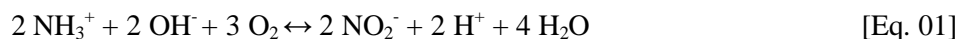
Segundo Aguiar et al. (2003) encontraram-se valores de condutividade elétrica em águas do aquífero *Alter do Chão* variando de  $14,6 \mu\text{S cm}^{-1}$  a  $458,0 \mu\text{S cm}^{-1}$ , estes valores estão relacionados à poluição antrópica que interfere para o aumento da condutividade elétrica dos poços amostrados em Manaus. Andrade et al. (2004) encontraram condutividade acima de  $1900 \mu\text{S cm}^{-1}$  em dois poços tubulares na cidade de Iranduba e relacionou a possível perfuração do poço ter ultrapassado a *Formação Alter do Chão* e chegado à *Formação Nova Olinda*. Os resultados obtidos na análise da água de poço tiveram valores elevados que indicam a existência de fontes pontuais de contaminação nas suas proximidades. Castany (1971), afirma que água subterrânea, quando infiltrada no estrato rochoso, é enriquecida em sais minerais dissolvidos favorecidos pelas baixas velocidades de circulação das águas subterrâneas, maiores pressões, temperatura e tipos de rochas. Os sais dissolvidos presentes na água são capazes de conduzir a corrente elétrica, aumentando a concentração iônica e conseqüentemente o valor da condutividade elétrica.

A amônia pode estar presente naturalmente em águas subterrâneas, sendo que usualmente sua concentração é bastante baixa, como pode ser observado, devido à fácil adsorção por partículas do solo ou à oxidação a nitrito e nitrato (BATALHA; PARLATORE, 1993). Durante as análises para determinação da amônia nas águas subterrâneas captada por poços tubulares os valores para as zonas norte e leste variaram entre 0,52 a 1,19 mg N-NH<sub>3</sub>/L em média e estando abaixo do limite estabelecido pela Portaria nº 518/2004 (MS) de 1,5 mg/L de amônia, indicada para o consumo humano. Enquanto que na zona sul os teores ultrapassaram esse limite, variando entre 6,98 a 6,83 mg/L de amônia. Tal poço apresentou-se com indício de poluição por matéria orgânica, podendo ser atribuído aos constantes lançamentos de efluentes domésticos *in natura*, e pelo fato de que o ponto de coleta está situado na confluência do igarapé do Quarenta com o igarapé da Lagoa Verde e os mesmos estão poluídos e contaminados por esgotos sanitários. Desta forma água deste igarapé não se enquadra dentro das classes 1, 2 ou 3, da Resolução nº 357 do CONAMA (2005), pois encontrando-se poluído por esgotos domésticos.

Os valores de sulfato em todas as zonas analisadas obedeceram à Resolução nº. 518/2004 (MS) que estabelece valor máximo permitido de 250 mg/L, variando entre 2,59 mg/L na zona norte, 2,9 mg/L na zona leste e na zona sul em torno de 17,3 mg/L. Esta concentração baixa se deve à pobreza desses íons nas rochas que constituem a *Formação Alter do Chão* e a baixa mobilidade de seus compostos (SILVA, 1999).

Teixeira et al. (2000) declararam que dentre os compostos inorgânicos, o nitrato é o contaminante de maior ocorrência em aquíferos, sendo a fonte poluidora mais comum nos sistemas de saneamento *in situ*, ou seja, fossa e latrinas. É de conhecimento geral que as qualidades físicas e químicas das águas subterrâneas tornam-na apta para o consumo humano, contaminá-la, coloca em risco a saúde e o bem estar do ser humano.

Os impactos da deposição de esgotos em fossas sobre essas águas são muito intensos. Inicialmente, no esgoto fresco, o nitrogênio está quase que totalmente combinado sob a forma de proteína e uréia (CORRÊA et al., 2000) quando bactérias executam um trabalho de oxidação biológica, transformando o nitrogênio presente num primeiro momento em amônia (NH<sub>3</sub>), depois em nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) e finalmente em nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Este processo é chamado de nitrificação e ocorrem na presença de oxigênio pela ação das bactérias do gênero *Nitrossomonas* e *Nitrobacter*, que convertem o nitrogênio amoniacal, independentemente da fonte inicial, em temperatura acima de 10 °C (LAMOND et al., 1999).



A ingestão de águas com elevadas concentrações de nitrato causa as seguintes enfermidades: *metahemoglobinemia* (cianose azul) e *carcinogênese* (câncer gástrico). Segundo a Portaria nº 518/2004 (MS) o valor adotado para o nitrato é de 10 mg/L, mais a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) considera que os valores acima de 3 mg/L são um indicativo de contaminação antrópica. Levando em conta estas considerações, os valores obtidos para zona norte variaram de 2,73 mg/L (saída do poço) e 3,17 mg/L (bebedouro), na zona leste 1,44 mg/L (saída do poço) e 1,03 mg/L (bebedouro) e por fim na zona sul com valores muito elevados, em média 49,13 mg/L (saída do poço) e 58,29 mg/L (bebedouro). As zonas norte e leste estão de acordo com o padrão de potabilidade sugerido pela Resolução nº 518/2004. No caso da zona sul, a maior concentração de nitrato, pode estar associado pela localização do ponto de coleta entre os igarapés contaminados, com lançamento de efluentes doméstico e/ou até mesmo tubulações de esgotos com

vazamentos contribuindo para o seu aumento, mas esta justificativa não é o suficiente, devido ao número pequeno de análises realizadas.

O parâmetro de turbidez nas águas coletas apresentou o resultado de 0,0 UNT para todos os locais analisados e esta em conformidade com o estabelecido pela Portaria nº 518/04 (MS), que é de 5,0 UNT na qual é o valor máximo permitido para o padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano, desta forma a água subterrânea dos locais não apresentaram redução da transparência por não conter presença de matéria em suspensão, que reflete a luz, dificultando a sua passagem pela solução. A turbidez é causada por matérias sólidas em suspensão (silte, argila, colóides, matéria orgânica, etc.). As águas subterrâneas normalmente não apresentam problemas de turbidez. Em alguns casos, águas ricas em íons Fe, podem apresentar uma elevação de sua turbidez quando entram em contato com o oxigênio do ar.

### 3.2 Caracterização microbiológica

Nos locais de coleta nas zonas norte e leste, tanto na saída do poço quanto no bebedouro, não apresentaram contaminação por microrganismo do gênero coliformes, expresso em 100 mL e < 1,1 NMP, com um intervalo de confiança de 95% para diversas combinações de tubos positivos e negativos na inoculação de 10 porções de 10 mL da amostra por tubo. Estando em conformidade com a RDC 275/2005 da ANVISA/MS que estabelece que para coliformes totais em 100 mL, seja < 1,1 NMP ou ausente. Para coliformes termotolerantes (fecais) e *Escherichia Coli* em 100 mL que estejam ausentes (ANVISA/MS, 2005).

Entretanto, na zona sul nos resultados houve uma amostra com confirmação de coliformes totais com valor de 1,1 de NMP/100 mL, referente à saída do bebedouro e as demais amostras obtiveram os resultados em conformidade com a RDC 275/2005 para coliformes, < 1,1 NMP ou ausente, e para coliformes termotolerantes (fecais) e *Escherichia Coli* em 100 mL ausente (ANVISA/MS, 2005). Na amostra do bebedouro da zona sul que apresentou irregularidade, foi constatado a falta de higienização dos usuários em relação à caixa d'água e ao próprio bebedouro que encontra-se em estado físico e de higiene péssimos.

## 4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nas análises físico-químicas das amostras da zona norte e leste obedeceram aos padrões de qualidade para água potável captada por poços tubulares, de acordo com a Portaria nº. 518 de 25/03/04 do Ministério da Saúde. Os valores obtidos da análise de água das amostras da zona sul para determinação do nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e amônia ( $\text{NH}_3$ ), não obedeceram aos valores máximos permitidos pela Portaria nº. 518 de 25/03/04, desta forma esta água é imprópria para o consumo.

Nas análises microbiológicas (coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia Coli*) os resultados das amostras da zona sul (em particular a saída do poço), norte e leste estão de acordo com a RDC 275/2005, para números de tubos positivos = 0, e < 1,1 NMP e ausência, respectivamente. No entanto, uma amostra do bebedouro apresentou positiva =1, sendo 1,1 NMP, sendo confirmado coliformes totais, provavelmente por falta de monitoramento em relação à higienização tanto na caixa d'água e do bebedouro.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, C.J.B. et al. **A vulnerabilidade do Aquífero Alter do Chão na Cidade de Manaus – Um caso de contaminação por Amônia e Nitrato Manaus-Am.** In: I Simpósio de Recursos Hídrico da Amazonas, 2003. Manaus. Caderno de Resumo. 2003. 109 p.

Agência Nacional de Águas/ANA. **Caderno de Recursos Hídrico. Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil.** Disponível em <http://www.ana.gov.br>. Acesso em 28 de junho de 2009.

ANDRADE, A.F.N.; SILVA, M.S.R.; SILVA, M.L. **Comparação das águas subterrâneas de uma bacia hidrográfica de Manaus com as do município de Iranduba.** In XIII Jornada de Iniciação Científica do PIBIC/CNPq/ FAPEAM/INPA, Anais. Manaus. 2004. 266-267 p.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde - ANVISA/MS. Portaria nº 518 de 25/03/2004. **Normas e Padrões de Potabilidade da Água Destinada ao Consumo Humano.** Diário Oficial da União. Brasília. DF, 2004.

ANVISA/MS. RDC nº 275 de 22/09/2005. **Regulamento Técnico de Características Microbiológicas para Água Mineral Natural e Água Natural**. Diário Oficial da União. Brasília. DF, 2005.

APHA, AWWA, WEF. **Standard Methods for the examination of water and waste water**. 19 ed. Washington, DC: American Public Health Association, 1995.

BARBOSA, G. V.; COSTA, R. C. V.; NATALI FILHO, T.; OLIVEIRA, A. A. B.; GARCIA, M. G. L. **Geomorfologia**. DNPM/Departamento Nacional de Produção Mineral. Brasília, 1978, v.18, 167-244 p.

BATALHA, B. H. L.; PARLATORE, A. C. **Controle da qualidade da água para consumo humano: bases conceituais e operacionais**. São Paulo, CETESB, 1993. 198 p.

CASTANY, G. **Tratado prático de águas subterrâneas**. Barcelona: Omega. 1971. 672 p.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental/CETESB. **Guia de Coleta e preservação de amostra de água**. São Paulo, 1998.

Conselho Nacional de Meio Ambiente/CONAMA. **Resolução nº. 357, de 17 de março de 2005**.

CORRÊA, R. S. **Deposição de esgoto doméstico para controle de poluição e revegetação induzida em área degradada**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande/PB,. 4 (2): 252-256, 2000.

FARIAS, W.M. **A influenciada do oxi-hidróxido de Fe matricial no comportamento mecânico de solos tropicais em áreas de deposição de resíduos sólidos**. Espaço & geografia, v.6, nº 2, 115-131p. ISSN: 1516-9375, 2003.

FOSTER, S.; HIRATA, R. **Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas: Um método baseado em dados existentes**. São Paulo: Instituto de Geologia, 1993.

LAMOND, R. E. et al. **Nitrate in groundwater**. Kansas State University. Kansas, 1999.

MARQUES, R. **Ensaios preliminares para o monitoramento da acidez de chuva em Cuiabá, MT**. Caminhos da Geografia, 2006.

MOTA, S. **Introdução à Química Ambiental**. 4. ed. Rio de Janeiro: ADES, 2006. 145-151 p.

SILVA, M. L. **Hidroquímica Elementar e dos isótopos de Urânio nos aquífero de Manaus (AM)**. Dissertação de Mestrado em Química. UNESP/Universidade de Rio Claro. 1999.

SILVA, M. L. **Características das águas subterrâneas numa faixa norte-sul na cidade de Manaus (AM)**. Tese (doutorado em Geociência). Universidade de São Paulo. Rio Claro, 2005. 168 p.

SILVA, N. da. CANTÚSIO NETO, R. JUNQUEIRA, V. C. A. SILVEIRA, N. F. de A. **Manual de método de análise microbiológica da água**. São Paulo: Varela, 2005.

TEXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R. E.; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

VASCONCELOS, T. A. **Estudos Físico-químicos e Microbiológicos de águas de poços tubulares da cidade de Manaus**. Dissertação de Mestrado. UFAM. Instituto de Ciências Exatas. Manaus, 2006.

WIKIPÉDIA. Enciclopédia Livre. **Consulta aos Bairros Cidade Nova, Betânia e Zumbi dos Palmares II**. Disponível em: <<http://www.wikipédia.com>> Acesso em: 12 dez 2009.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à FAPEAM pelo financiamento do projeto. Agradecem também ao contínuo apoio do IF-AM, em especial a Gerência de Administração e Manutenção/GAM.