

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS USADAS EM ESCOLAS DA REDE ESTADUAL DE ENSINO DE MANAUS

Genilson Pereira Santana
Prof. Dr. Associado - UFAM

Viviane de O. L. Zeferino
MSc do Centro de Ciências do Ambiente - UFAM

RESUMO

O estudo realizado sobre a qualidade das águas subterrâneas envolveu 40 escolas da rede estadual de ensino na capital do Amazonas. Os resultados físicos e químicos demonstram que a água consumida em todas as 40 escolas está de acordo com o padrão do Ministério da Saúde, exceto o teor de Fe cujo nível é praticamente alterado em todas as seis zonas geográficas de Manaus. Todavia, coliformes totais foram encontrados de 25 a 60% indicando contaminação microbiológica. Em quase todas as zonas foram encontrados coliformes fecais de 25 a 40%, exceto na zona Oeste. Questionários revelam a desinformação dos gestores sobre a água subterrânea das suas respectivas escolas e ainda, a ausência de um programa de manutenção da qualidade da água realizado pela Secretaria de Educação do Governo do Amazonas. As percepções dos alunos das escolas sobre a qualidade da água expressada nos questionários aplicados demonstram também uma desinformação sobre a água servida nas escolas e as características da água subterrânea.

Palavras-chaves: Escolas, contaminação, água subterrânea, Manaus

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS USADAS EM ESCOLAS DA REDE ESTADUAL DE ENSINO DE MANAUS

ABSTRACT

Findings shows that the physical and chemical drink water of all 40 High Schools are accorded to Brazilian Health Ministry Standards, except the Fe contents in which its level is practically altered in the six Manaus geographical zones. However, total coliform was found on 25 to 60% indicating some contamination microbiological kind. In almost geographical zone fecal coliform varied from 25 to 40%, except west zone. Questionnaires reveal a head teacher disinformation on ground-water well from their High School, and a missing maintenance water quality program by Education Secretary of Amazonas Government. High School student water quality perception expressed by questionnaires applied also towards a disinformation on ground-water.

Keywords: School, contamination, groundwater, Manaus.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional intensificou o ritmo dos impactos humanos sobre os recursos naturais, no que se refere aos recursos hídricos convergindo para a preocupação de se garantir o acesso à água em quantidade suficiente e com qualidade adequada. Inserida neste contexto a água subterrânea que representa 97% da água doce disponível e ainda, considerada de boa qualidade para o consumo humano, é utilizada como um recurso coletivo clássico, tornando-se uma fonte vulnerável, onde seu uso excessivo pode levar a exaustão deste suprimento.

Um exemplo do uso indiscriminado da água subterrânea é a cidade de Manaus, que consome de 7 a 8 m³/s. Esse consumo, atualmente, representa mais de 40% do abastecimento de água na cidade (STROIEK, 2006). Borges (2006) argumenta que o aumento de poços perfurados na cidade se deve à precária distribuição de água potável à população, sobretudo nos bairros estabelecidos recentemente. Outra parcela do consumo da água subterrânea é realizada pelas escolas da Rede Estadual de Ensino de Manaus. Segundo os dados da Secretaria de Educação e Qualidade Ensino – SEDUC (2005), em um universo de 199 escolas, 155 utilizam água subterrânea; representando um percentual de 78%.

Embora, os depósitos de água subterrânea sejam naturalmente protegidos, apresentando elevado padrão de qualidade física, química e biológica, infelizmente não são isentos dos agentes de poluição e de contaminação (ABEAS, 1999). A perfuração e construção de poços em locais inadequados representam o principal risco à qualidade da água subterrânea. No Brasil cresce o número desses poços construídos sem critérios, contribuindo para se criar uma conexão, extremamente prejudicial à qualidade das águas dos aquíferos, entre as águas mais rasas e, portanto mais suscetíveis à contaminação com as águas mais profundas e menos vulneráveis (ANA, 2005).

Em geral, as informações a respeito da qualidade da água associada à percepção do usuário contribuem determinantemente na escolha da fonte de consumo de água. Isto pode ser explicado em virtude da dificuldade de se obter informações técnicas dos padrões de potabilidade da água para consumo humano.

Ressalta-se ainda, que o desconhecimento da qualidade da água pelos usuários pode resultar em uma avaliação preconceituosa, baseada principalmente por uma percepção sensorial distorcida. Esse fato, resulta na busca de novas fontes, ainda que usufruindo de água potencialmente de qualidade, obviamente, sem descartar possibilidade inversa, em que a distribuição de água inadequada pode inadvertidamente levar a consequências agravantes. Foster et al. (1993) argumenta que os atuais “Guias da Organização Mundial de Saúde sobre Qualidade de Água Potável”, referem-se diretamente às águas subterrâneas, baseando-se em dois critérios diferentes: sua importância para saúde (efeito tóxico, carcinogênico, mutagênico), que é de primeira prioridade, e os aspectos organolépticos ou estéticos (sabor, cor, cheiro), que são de importância secundária, embora garanta que o usuário aceitará a água e não optará por uma outra fonte aparentemente melhor, mas de maior risco à sua saúde.

Diante do exposto, o presente trabalho partiu da motivação de se entrelaçar dois pilares básicos, responsáveis pelo melhor padrão de vida do cidadão: *qualidade da água que consome e a educação*. Sendo o último representado pela escola, por entendê-lo como o espaço de formação e transformação do indivíduo no exercício da cidadania. Portanto, a pesquisa teve como objetivo principal uma avaliação qualitativa da água subterrânea usada para consumo pelas escolas da rede estadual de ensino de Manaus (EREM).

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram selecionadas 40 escolas, distribuídas nas seis zonas geográficas da cidade de Manaus. Os princípios adotados para a delimitação da amostra foram os seguintes:

1. Inclusão prioritária das escolas com poços com dados cadastrais na SEDUC (dados referentes à profundidade e idade dos poços);

2. Distribuição proporcional das amostras nas seis zonas das EREM;
3. Eleição dentro de cada zona das escolas com maior representatividade quantitativa, ou seja, o maior número de alunos.

Após a seleção das escolas foram realizadas visitas, com a intenção de se aplicar formulário, com o objetivo de se obter informações sobre os poços *in loco*. Os formulários foram respondidos pelos gestores das escolas (62%) ou, no caso da ausência dos mesmos, pelos responsáveis presentes, pedagogos e/ou secretários (38%). Concomitantemente, foram aplicados questionários para se conhecer o “Perfil Sensorial dos Alunos”. Dentre as 40 escolas do espaço amostral foram selecionadas 12 com maior representatividade, ou seja, número maior de usuário/alunos, onde cada duas pertenciam a uma das seis zonas das EREM. O número de formulários aplicados foi de 308, representando aproximadamente 1% do total de alunos das escolas selecionadas

As coletas das amostras de água das EREM foram realizadas (CETESB, 1987), sempre que possível, na torneira de saída da bomba do poço. Entretanto, nem todos os poços apresentavam essa saída de água. Desta forma, preferencialmente as coletas eram realizadas o mais próximo do poço, no sentido de se minimizar a diferença de risco de contaminação ao longo da rede de distribuição da água. Sendo assim, os pontos de coletas ficaram assim distribuídos: na saída da bomba, antes de chegar ao reservatório - caixa d'água e depois do reservatório. A Tabela 1 mostra a distribuição dos pontos de coleta por zona.

Tabela1
Pontos de coleta por zona

Zona	Ponto de Coleta		
	Saída da Bomba	Antes do Reservatório	Depois do Reservatório
Sul	4	2	6
Oeste	1	2	2
Norte	1	1	8
Leste	3	1	1
Ctr-Sul	2	1	1
Ctr-Oeste	1	2	1

No momento das coletas foi observado que a grande maioria das EREM não apresentava quaisquer preocupações em relação ao acondicionamento das bombas, sendo encontradas nas mais diversas situações, podendo comprometer a qualidade das amostras realizadas nestes pontos de coleta. Segundo relato verbal de alguns gestores, nas casas destinadas à proteção dessas bombas, pode-se encontrar até mesmo fezes humanas. Além do que, alguns gestores resolvem inclusive fazer uso destas casas para outros fins, por exemplo, guardar entulho, normalmente encontrado durante as visitas, ou mesmo servir de depósito de lixo. Ocorrem ainda, situações em que essas bombas não apresentam qualquer tipo e proteção.

Ponderando-se que poderia haver diferenças nas amostras de água coletada na bomba ou próxima desta com a água que é consumida pelos alunos, foram coletadas além desta, amostras diretamente dos bebedouros dos alunos, nas escolas onde foram aplicados os formulários relativos ao estudo da “Percepção Sensorial dos Alunos”.

Os parâmetros analíticos selecionados para análise das amostras foram realizados em conformidade com o padrão de aceitação para consumo humano estabelecidos na Portaria nº 518 de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde.

No que se refere aos procedimentos microbiológicos, o diferencial da abordagem apresentada neste trabalho em relação à literatura sobre a qualidade microbiológica da água subterrânea da cidade de Manaus é principalmente a análise comparativa da determinação de *Escherichia coli* e dos coliformes fecais- CF. Justifica-se, portanto, esta abordagem pela própria definição da *Escherichia coli* “sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos” (MS/ 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os aspectos estéticos das águas das EREM não apresentaram diferenças significativas; ou seja, são insípidas, inodoras e incolores. Considerando como exceções, algumas amostras das zonas norte e leste, que exibiram valores para cor pouco acima do permitido na Portaria n° 518 do Ministério da Saúde (2004) e ainda, emitiram algum tipo de sabor.

Os resultados da temperatura, encontrado por zona, variaram entre 28,7 e 26,5 °C. , sendo que a menor média foi encontrada na zona norte e a maior na região sul e oeste.

Os valores da condutividade elétrica apresentaram oscilação muito grande entre si, as maiores médias foram encontradas nas zonas sul (56,43 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e leste (53,65 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Nas demais zonas, os resultados foram significativamente baixos, o menor valor encontrado foi na zona centro-oeste, com uma condutividade elétrica de 3,61 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Quanto aos valores de pH observa-se que houve uma oscilação nas médias apresentadas por zona, variando de 4,18 a 4,72 devido à acidez das águas. Embora, os valores de pH sejam típicos dos encontrados na região de Manaus, o intervalo encontrado é diferente dos trabalhos de Silva (1999) e Santos (1981), que trabalhando sazonalmente determinaram o intervalo de 4,1 a 6,0 e Silva (2005) pH entre 4,3 a 5,7.

No que se referem aos metais analisados, as concentrações de Cu, Cr, Pb e Zn ficaram abaixo do limite estabelecidos pela Portaria n° 518 , em todas as zonas. Como a concentração de Ni não é prevista pelo Ministério da Saúde, os valores encontrados foram comparados com o nível permitido pela resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005), para águas de classes especiais (abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção). As análises determinaram que este metal, em todas as zonas, está abaixo do limite estabelecido. Os valores médios de Co, Fe e Mn expressaram diferenças significativas nas seis zonas, cujas maiores concentrações foram as apresentados pelo Fe (Tabela 2).

Quanto aos resultados das análises microbiológicas todas as zonas apresentaram algum tipo de contaminação por coliformes totais (CT). Foi constatado que das zonas amostradas, a zona centro-oeste apresentou o menor índice percentual, 25% de CT, as demais exibiram percentual similar entre 40 a 60%.

Os resultados apresentados para coliformes termotolerantes (CF), nas seis zonas, ficaram abaixo dos resultados de CT. A Figura 1 demonstra o número percentual de escolas por zona em que foram encontrados CF e *Escherichia coli*.

Observa-se que não foram encontrados quaisquer valores para CF na zona leste e ainda, a determinação de coliformes foi maior na zona oeste, em 40% das escolas da referida zona, foi determinado a presença de CF; outra zona que apresentou média alta foi a norte com pouco mais de 30%. As zonas centro-sul e centro-oeste registraram o mesmo índice percentual de 25% para CF.

Do total das nove amostras que apresentaram CF, três amostras, que representam 33%, não foram confirmadas para *E. coli* (zona oeste e sul), ou seja, estes coliformes não pertenciam ao gênero *Escherichia*, portanto não convém relacioná-los com contaminação fecal. É comum se deparar com pesquisas que generalizam a determinação de CF, associando a presença destes com a contaminação fecal, sem considerar que o gênero *Escherichia* é o único representante exclusivamente fecal.

Tabela 2

Valores encontrados para os elementos Co, Fe e Mn em mg/L por zona

Distrito	SUL	OESTE	NORTE	LESTE	Ctr-Sul	Ctr-Oeste
\bar{X}	0,124	0,136	0,119	0,1	0,103	0,106
(SD)	(0,032)	(0,034)	(0,022)	(0,039)	(0,030)	(0,033)
mn	0,065	0,089	0,082	0,045	0,066	0,063
Mx	0,188	0,192	0,173	0,164	0,159	0,162
\bar{X}	0,241	0,477	0,723	0,737	0,575	0,670
(SD)	(0,391)	(0,174)	(0,194)	(0,371)	(0,342)	(0,164)
mn	<0,05	0,284	0,283	0,186	0,030	0,462
Mx	0,849	0,776	0,999	1,297	0,969	0,865
\bar{X}	0,065	0,098	0,082	0,085	0,089	0,087
(SD)	(0,020)	(0,030)	(0,014)	(0,013)	(0,027)	(0,014)
mn	0,034	0,072	0,036	0,057	0,049	0,063
Mx	0,093	0,146	0,092	0,100	0,132	0,103

\bar{X} = média; SD = desvio-padrão; mn = mínimo; mx = máximo

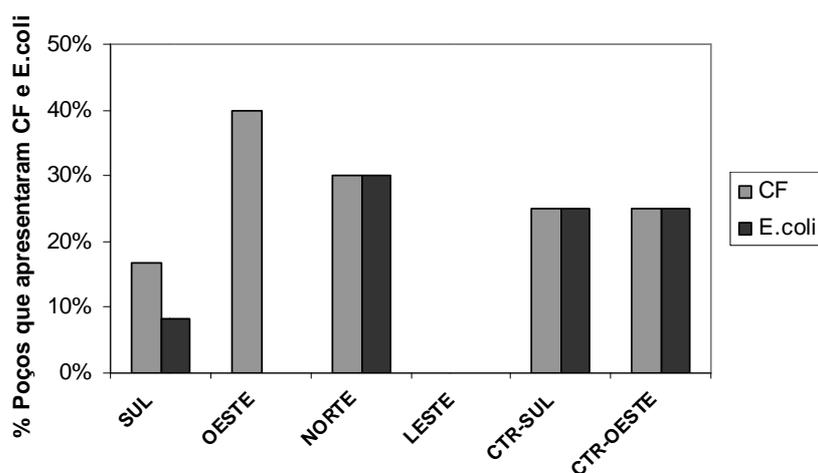


Figura1 - Poços das escolas por zona que apresentaram CF e *E. coli*

Estudos nesse contexto têm sido abordados em escala mundial e nacional, Ramteke et al (1992) avaliando águas naturais em diferentes regiões da Índia, encontraram que 96 a 99% dos coliformes termotolerantes eram *E. coli* em águas superficiais, entretanto em águas subterrâneas esse percentual descia para 54 a 61%. Destacam ainda que, a grande diversidade na microbiota das regiões tropicais contribui para a redução da eficiência do teste para coliformes fecais. Estudos similares indicam que 15% dos testes positivos para Coliformes Termotolerantes são devidos a outros coliformes que não *E. coli*, provenientes de diversas origens. Sendo muitos destes resultados devidos a espécies dos gêneros *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*, de contribuição ambiental (solo, vegetais, e águas pristinas) (CAPELNAS e KANAREK, 1984; EDBERG et al. 1994).

Cerqueira et al (1999) avaliando os percentuais de ocorrência de *E. coli* em contagens de coliformes termotolerantes e desses nas contagens de coliformes totais (coletas realizada na COPASA MG), não observaram padrões nas proporções obtidas em todas as amostras (mananciais de superfície, afluentes de estações de tratamento de água e esgoto doméstico). Ressaltam que a distribuição dos percentuais não apresentou similaridades entre os parâmetros microbiológicos e nem entre os diferentes tipos de amostras.

Em um contexto geral, das 20 escolas que apresentaram contaminação microbiológica, em nove determinou-se a presença de CF, dentre as quais, cinco amostras foram coletadas depois do reservatório, e das cinco em quatro confirmou-se a presença de *E. coli*. No ponto de coleta antes do reservatório, foi determinada a presença de CF em três amostras e em apenas uma se confirmou *E. coli*. Das amostras coletadas na saída da bomba, em uma determinou-se contaminação de CF, sendo neste caso, estabelecido a confirmação para *E. coli*. No caso particular dessa escola, não é possível precisar a profundidade do poço e sua idade segundo informações cadastrais fornecida pela SEDUC, o que leva a pensar na contaminação devido à baixa profundidade do poço.

Quanto às amostras coletadas nos bebedouros das escolas verificaram-se resultados semelhantes aos encontrados nos pontos de coleta após o reservatório, número expressivo de CF, o que era de certa forma esperado, pois a água que abastece esses bebedouros, na grande maioria das vezes, passa antes pelo reservatório de água, ou seja, a caixa d'água. Em todas as zonas 50% das escolas apresentaram CT, exceção feita à zona leste que registrou em 100% de suas escolas a presença desses microorganismos. O percentual determinado para CF em todas as escolas foi de 50%, ocorrendo novamente diferenças com *E. coli*, ou seja, 33% das amostras positivas para CF não se confirmaram para *E. coli*. Portanto, repete-se o percentual obtido para a confirmação de *E. coli* dentre o número determinado de CF.

O percentual de 67% confirmativo para *E. coli* obtido neste estudo é semelhante ao determinado por Ramteke et al (1992), que em águas subterrâneas observaram que o percentual confirmado era de 54 a 61%. Entretanto é cedo estimar percentuais esperados de *E. coli* dentre a determinação de CF nas águas subterrâneas, seriam necessários estudos mais detalhados considerando a peculiaridade do solo tropical e ainda, rigorosa caracterização das fontes contaminantes dos aquíferos.

Das escolas que apresentaram algum tipo de contaminação nos bebedouros apenas uma não estava inclusa nos resultados mencionados anteriormente, sendo assim, contabilizando todos os resultados, das 40 escolas da pesquisa, 21 apresentaram algum tipo de contaminação microbiológica.

Em geral, os resultados das amostras que apresentaram algum tipo de contaminação estão relacionados com a área de coleta. É pertinente considerar que, a contaminação por CF e *E. coli* está relacionada à distribuição de água na rede de abastecimento, assim como, na disposição de seu armazenamento. Entretanto, seria necessário um estudo mais detalhado da rede física de distribuição e dos processos posteriores à captação de água, para se mensurar os problemas referentes. No que se refere à contaminação de CT, na saída de água da bomba, as péssimas condições em que as mesmas se encontravam, podem justificar o nível de contaminação apresentado. Ainda assim, é prematuro considerar esta possibilidade como único motivo factível.

Perfil da água subterrânea de acordo com os usuários das EREM

As informações acerca do controle da qualidade da água somadas à percepção que o usuário apresenta a partir das suas características organolépticas (cor, odor e sabor) convergem, em geral, para aceitação e confiança no consumo da água ingerida.

De acordo com os gestores das EREM a idade dos poços está entre um e acima de dez anos, sendo que todas as zonas apresentam percentuais de poços com 80 m de profundidade. A maior parte das escolas realiza o controle de qualidade da água, em apenas três zonas em percentuais pequenos. A SEDUC é apontada em 62% das escolas como a responsável pela realização do

controle de qualidade da água, em seguida 23% a própria gestão escolar se define como responsável; é citado ainda, um técnico especializado com 15%.

As condições de higiene do reservatório em que é armazenada a água estão diretamente associadas à qualidade da água consumida nas EREM, pois a grande maioria relatou que antes que a água seja servida em qualquer ponto da escola, passa primeiro pelo reservatório.

Um número significativo de gestores, 20% por zona, exceção é a zona centro-oeste, desconhecem e, portanto não opinaram se é realizada a limpeza do reservatório, o que pode ser um indicador da displicência da gestão escolar com as condições de higiene do reservatório, podendo comprometer à qualidade da água. O agravante é que aproximadamente 20% das escolas das zonas sul, norte e centro-sul e a zona centro-oeste com índice ainda maior de 50%, afirmam não realizarem a limpeza no reservatório de água. Das escolas que realizam a limpeza, 54% atribuem essa responsabilidade a Secretaria de Educação e Qualidade de Ensino - SEDUC, 32% reconhece como da gestão escolar e 14% citam outros como responsável.

De acordo com Costa (2005) os usuários da água subterrânea, em Manaus, fazem uso desta por considerarem a água subterrânea de boa qualidade, ponderando, quase que exclusivamente, as características estéticas da água. De acordo com 72% dos gestores, essas características satisfazem os alunos das EREM, não ocorrendo reclamações quanto à qualidade da água, porém 28% afirmam ocorrer reclamações.

Na Figura 2 é possível verificar como estão distribuídas às escolas cujos gestores afirmam ocorrer reclamações. Na zona leste não ocorrem reclamações e o maior percentual de reclamações é encontrado na zona oeste com 80%, sendo todas classificadas como esporádicas. Entretanto, ao contabilizar os percentuais em que se dividem as reclamações, a zona centro-sul apresenta 100% de ocorrência, assim distribuídas: i) 25% definem como sendo freqüentes, ii) 25% esporádicas e iii) 50% as classificam como sendo muito raras.

Nesse raciocínio, a zona sul apresenta 10%, zona norte 30% e a centro-oeste 50% de reclamações. As principais reclamações são pertinentes à qualidade da água, é possível perceber que das características estéticas da água, foram citadas somente a cor e o gosto. Sendo que, a cor registrou percentual menor de 20% nas zonas oeste e norte e de 50% na zona centro-sul. As demais reclamações correspondem às alterações no gosto da água, 10% nas zonas sul e norte, 50% nas zonas centro-sul e centro-oeste e 60% na zona oeste.

A maior parte dos alunos das EREM reconhece que a água consumida na escola é de procedência do poço. Entretanto, das zonas amostradas de 20 a 40% dos alunos entrevistados desconhecem de onde vem a água consumida na escola, exceção à zona centro-oeste com apenas 5% e os demais confirmam a origem subterrânea da água.

É pequeno o número de alunos que consomem a água da escola, de 5 a 30% nas zonas amostradas, sendo maior apenas na zona centro-sul com 40%. Dentre os motivos justificados pelos alunos das EREM por não consumirem água da escola, o percentual mais significativo corresponde à aparência não higiênica dos bebedouros, em seguida a falta de confiança na água servida na escola.

Embora os alunos reconheçam como muito importante (70 a 95%) a realização do controle da qualidade da água, um número expressivo de alunos das EREM afirma desconhecer a realização do controle da qualidade da água da escola, com variação de 42 a 73%. A zona centro-oeste foi a zona que apresentou o maior percentual (50%), dos alunos que tem o conhecimento da realização do referido controle. Um número pequeno, de 8 a 22%, afirma que não se procede a controle de qualidade da água em sua escola.

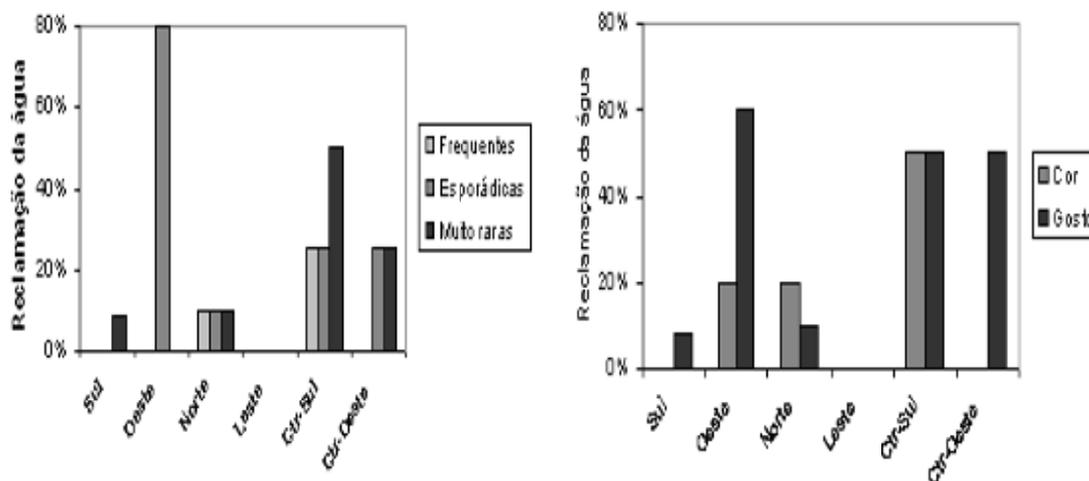


Figura 2 - Reclamações da Qualidade da água

De acordo com a percepção dos alunos das EREM a qualidade da água consumida na escola é regular, registrando índices de 50% nas zonas sul, oeste e norte, pouco mais de 40% nas zonas leste e centro-sul e ainda, 35% na zona centro-oeste. O melhor conceito para a água consumida na escola pode ser verificado na zona centro-oeste, 25% afirmam ser de ótima qualidade e aproximadamente 40% dos alunos a considera boa. As zonas norte e centro-sul apresentam os maiores índices de insatisfação, pouco menos de 50 a 35%, respectivamente consideram a água péssima.

Em um contexto geral os alunos se dividem em apresentar ou não reclamações da qualidade da água de sua escola. Entretanto, na zona leste este número está bem mais definido, 75% afirmam ter reclamações, outro, na zona norte com 70% dos alunos, não apresentam reclamações da água. Os tipos mais comuns de reclamações estão associados à percepção sensorial dos alunos, pois se apresentam relacionadas às características estética da água, cor, odor e sabor. Sendo que, a análise conjunta dessas características pode conduzir os alunos a classificarem a água como contaminada. Dentre as reclamações mencionadas a alteração no sabor é mais observada em todas as zonas. Como os alunos podiam citar mais de uma reclamação, o sabor se destaca isoladamente e associado a outras reclamações, em seguida, outra reclamação comumente observada nas zonas é a suspeita de contaminação (Figura 3).

Outro fator a ser considerado nas informações dos alunos das EREM é que a percepção pode estar associada às informações que os mesmos possuem a respeito da água subterrânea. Praticamente a totalidade dos alunos tem a concepção que a água subterrânea, captada do poço não precisa de qualquer tratamento prévio para ser consumida.

Entretanto, número considerável dos alunos das EREM das zonas sul (56%) e oeste (63%) acreditam que a água de poço nem sempre pode ser avaliada como de boa qualidade e ainda, 5 a 16% dos alunos das zonas amostradas consideram que a água proveniente do poço não é de boa qualidade para o consumo humano. Percentual significativo de alunos 12 a 14% verificados respectivamente nas zonas norte e oeste não sabem definir se a água de poço apresenta boa qualidade. Resultados diferenciados, dos que acreditam ser a água de poço de boa qualidade, foram encontrados em todas as zonas (14 a 29%), o mesmo ocorrendo em relação a água apresentar desvantagem por ser subterrânea e/ou captada de poço (Figura 4).

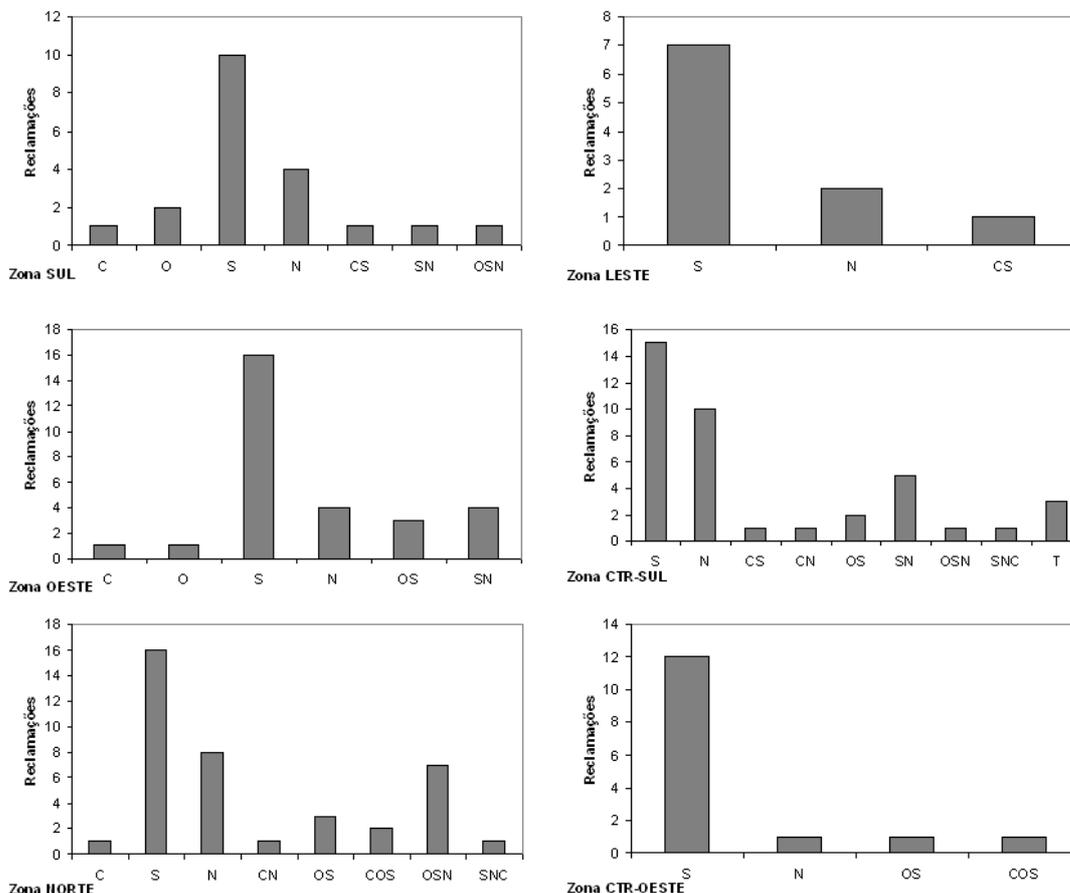


Figura 3 - Tipos de reclamações referentes à qualidade da água dos alunos das EREM

C=cor; O=odor; S=sabor; N=contaminação; T=todas

Análise comparativa da qualidade da água com a percepção sensorial dos usuários das águas subterrâneas das EREM

Das zonas amostradas, a norte e leste exibiram cor e sabor acima do permitido em algumas escolas. No que se refere aos parâmetros químicos, a zona sul foi a única que não apresentou percentuais de Fe além do permitido.

É sabido que, níveis mais altos deste metal podem comprometer uma característica estética muito importante, que é o sabor da água. Talvez a alteração do sabor justifique o número alto de reclamações dos alunos das EREM, sendo que o maior percentual de reclamações foi verificado na zona leste onde também foram determinados níveis mais altos de Fé, 0,737 mg/L. Por certo corrobora para essa insatisfação as alterações supramencionadas na cor e sabor da água de algumas das escolas da referida zona. Entretanto, de acordo com 100% dos gestores da zona leste não ocorrem reclamações quanto à qualidade da água da escola.

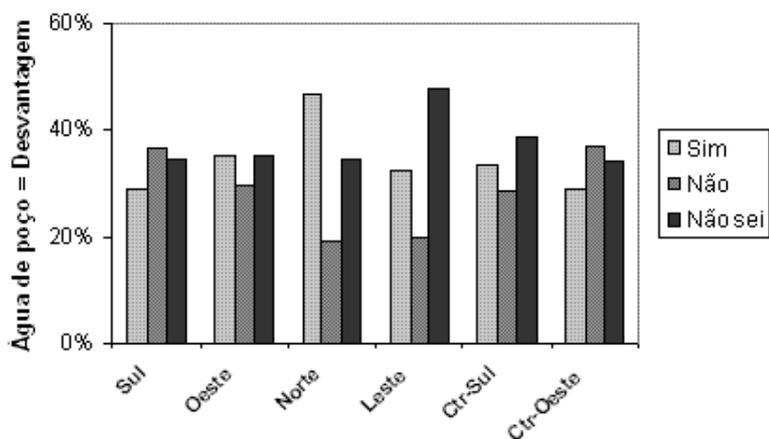
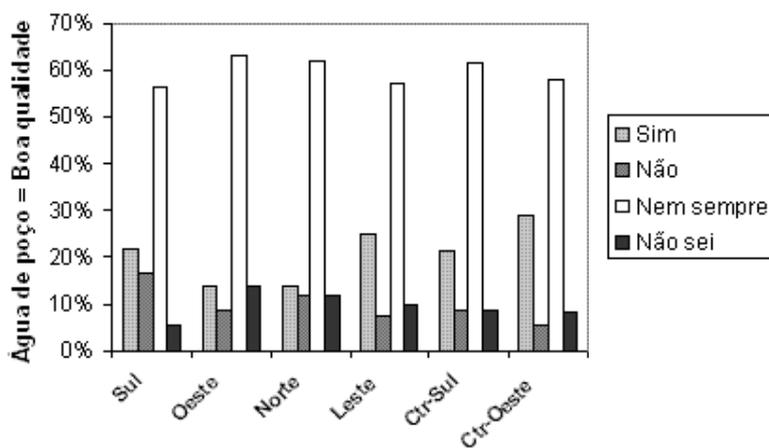
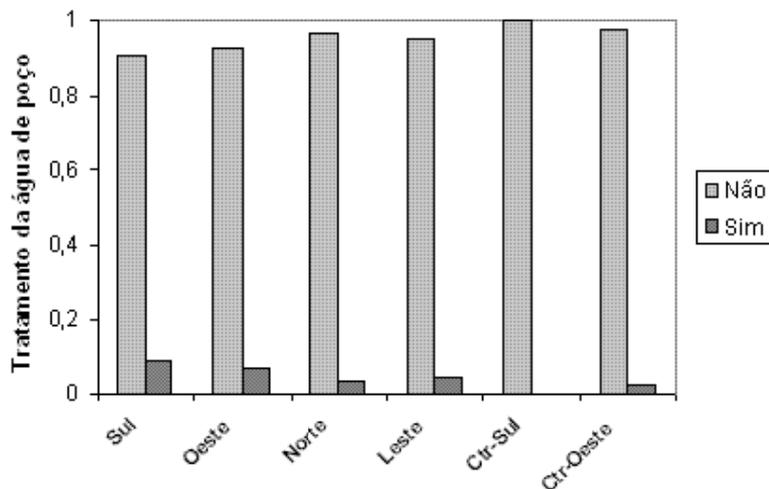


Figura 4 - Percepção dos alunos quanto à qualidade da água subterrânea

Das zonas amostradas, a norte e leste exibiram cor e sabor acima do permitido em algumas escolas. No que se refere aos parâmetros químicos, a zona sul foi a única que não apresentou percentuais de Fe além do permitido. É sabido que, níveis mais altos deste metal podem comprometer uma característica estética muito importante, que é o sabor da água. Talvez a alteração do sabor justifique o número alto de reclamações dos alunos das EREM, sendo que o maior percentual de reclamações foi verificado na zona leste onde também foram determinados níveis mais altos de Fé, 0,737 mg/L. Por certo corrobora para essa insatisfação as alterações supramencionadas na cor e sabor da água de algumas das escolas da referida zona. Entretanto, de acordo com 100% dos gestores da zona leste não ocorrem reclamações quanto à qualidade da água da escola.

No que se refere aos parâmetros microbiológicos o maior índice de contaminação por CT e CF da água do poço foi na zona oeste. Entretanto, segundo os gestores esta zona e a zona leste são as únicas que realizam, em 100% de suas escolas, o controle técnico da qualidade da água. A gestão escolar da zona oeste afirma ainda que, 80% das escolas realizam a limpeza do reservatório.

Mensurar as opiniões dos alunos considerando o perfil destes parece contraditório, pois embora 100% dos alunos das zonas norte e sul cursem o ensino fundamental e estudem por tempo igual ou maior que três anos, de acordo com aproximadamente 60% dos entrevistados, os mesmos apresentam os maiores índice de desconhecimento da procedência da água consumida na escola, 35 e 40% respectivamente nas zonas sul e norte.

Dentro deste contexto, na zona centro-sul todos os entrevistados cursam o ensino médio, representando hipoteticamente os alunos mais atentos e bem informados, entretanto são estes que apresentam o maior percentual de desconhecimento do controle de qualidade da água, sendo este controle realizado em aproximadamente 80% da referida zona, de acordo com os gestores. Destaca-se ainda que, a falta de informação dos alunos da zona centro-sul possa contribuir para o índice negativo registrado para avaliação da qualidade da água consumida na escola, aproximadamente 50% consideram péssima a qualidade da água, sendo este o maior percentual de insatisfação registrado nas zonas amostradas.

Dentre os motivos citados pelos alunos para justificar a decisão de não consumir a água da escola, a aparência não higiênica dos bebedouros somada a falta de confiança na água servida na escola são os mais representativos. Sendo que, as zonas leste e centro-oeste são mais contundentes em relação à aparência dos bebedouros, representa 50% da opinião dos entrevistados. As análises microbiológicas realizadas corroboram para essa justificativa, pois em 100% dos bebedouros da zona leste e 50% nas demais zonas foi determinada a presença de CT.

Contudo diante das opiniões emitidas pelos alunos, mais que a aparência dos bebedouros as informações desconstruídas a respeito da água subterrânea convergem para um conceito distorcido ou, ainda, um preconceito referente ao consumo da mesma. De acordo com os alunos entrevistados, praticamente 100% acreditam que a água de poço não precisa de tratamento prévio, contraditoriamente, destes, somente 14 a 29% afirmam que a água subterrânea apresenta boa qualidade para consumo. Foram registrados, ainda, percentuais altos de 30 a 47% dos alunos que afirmam existir desvantagem por a água ser de poço.

Diante do exposto pelos alunos das EREM, ressalta-se a necessidade de uma abordagem informativa das características da água subterrânea, assim como do controle e cuidados necessários pertinentes a toda água destinada ao consumo humano, bem como o esclarecimento dos riscos associados ao consumo de água contaminada.

CONCLUSÃO

Os resultados mostram que em todas as zonas não foram observadas alterações significativas nos parâmetros físicos e químicos de acordo com os padrões da água potável. Com ressalva para os parâmetros microbiológicos em que foram registrados números de coliformes totais e fecais em 53% das amostras. Contudo, o estudo realizado considera pouco provável que esta contaminação esteja associada à água subterrânea, mas sim com a rede de

distribuição e armazenamento da água captada do poço. Dentro deste contexto, insere-se uma nova abordagem dos indicadores microbiológicos nas águas subterrâneas da cidade de Manaus, que é a necessidade de se analisar o percentual de *Escherichia coli* durante a determinação dos coliformes fecais. Somente este gênero *Escherichia* pode ser considerado um indicador exclusivo de contaminação fecal.

As opiniões emitidas pelos gestores das EREM refletem um desencontro de informações, revelando que não há concordância na responsabilidade das atribuições agregadas ao uso da água. Essa situação converge para ausência de um controle efetivo dos procedimentos que garantam a qualidade da água na escola.

Quanto à análise da percepção dos alunos das EREM no que se refere ao consumo e características das águas subterrâneas é preocupante a falta de informações dos alunos. Este fato também é observado quanto aos procedimentos de controle da qualidade da água, assim como do perfil geral em que se insere a água subterrânea, sendo considerada como boa para consumo humano. Este desconhecimento está associado à recusa do consumo da água servida na escola, o que se procede em 70 a 90% das EREM.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Cadernos de Recursos Hídricos. Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil. Disponível em <http://www.ana.gov.br>. Acesso em 18 de jun. de 2007.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19.ed. Washington/DC: APHA. AWWA. WEF. 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO AGRÍCOLA SUPERIOR – ABEAS. Água Subterrânea: conceitos, reservas, usos e mitos. Brasília DF; 1999.

BORGES, J. T. Saneamento e suas Interfaces com os igarapés de Manaus. T&C Amazônia, Ano IV, Número 9, Agosto de 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria Nº 518, 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

CAPLENAS, N.R., KANAREK, M.S. Thermotolerant nonfecal source of *Klebsiella pneumoniae*: validity of the fecal coliform test in recreational waters. Am. J. Public Health, v.74, n.11, p. 1273-1275.

CERQUEIRA, D. A.; DE BRITO, L. L.; GALINARI, P. A.; G. C. M. Amaral. Perfis de Ocorrências de Coliformes Termotolerantes e de *E. coli* em diferentes Amostras de Água. In: Anais do 20º Congresso Brasileiro de engenharia Sanitária e Ambiental: resumo dos trabalhos técnicos – Rio de Janeiro: ABES,1999.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. CETESB, 1987. Guia de coleta e preservação de amostras de água. 1ª ed. São Paulo,1987

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução Nº 357, 17 de março de 2005.

COSTA, A. M. R. Uso da água subterrânea na cidade de Manaus. Dissertação de Mestrado. Manaus. Universidade do Amazonas. 2005, 109p.

EDBERG, S.C., ALLEN, M.J., SMITH, D.B. National Field Evaluation of a defined substate method for the simultaneous enumeration of total coliforms and *Escherichia coli* from drinking water: comparison with the standard multiple tube fermentation method. **Appl. Environ. Microbiol.**, v.54, n.6, 1988.

FOSTER, S.; HIRATA, R. Determinação Do Risco De Contaminação Das Águas Subterrâneas: Um Método Baseado Em Dados Existentes. São Paulo: Instituto Geológico, 1993.

RAMTEKE, P.W., BHATTACHARJEE, J.W., PATHAK, S.P., KAIRA, N. Evaluation of coliforms as indicators of water quality in India. **J. Appl. Bacteriol.** V.72, 1992.

SANTOS, A., RIBEIRO, M.N.G., RIBEIRO, J.S., BRINGEL, S.R.B. Hidroquímica da Amazônia Central III. Química da água de lavagem da floresta no ecossistema Campina Amazônia (Stemflow). **Acta Amaz.**, v.11, 1981.

SILVA, M. L. Hidroquímica Elementar e dos isótopos de Urânio nos Aqüíferos de Manaus-AM, UNESP, RIO Claro. Dissertação de Mestrado em Química. Universidade de Rio Claro, 1999.

STROIEK, Sandro. Pontos de Vista. In: T&C Amazônia, Ano IV, Número 9, Agosto de 2006.