

Avaliação da qualidade microbiológica de águas minerais consumidas na região metropolitana de Recife, Estado de Pernambuco

Marcelo Iran Souza Coelho^{1*}, Emiko Shinozaki Mendes², Maria Cláudia Soares Cruz¹, Sueli Santos Bezerra³ e Roseli Pimentel Pinheiro e Silva⁴

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, Rod. BR 235, Km 22, 56302-970, Petrolina, Pernambuco, Brasil. ²Programa de Pós-graduação em Ciência Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil. ³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Campus Barreiros, Barreiros, Pernambuco, Brasil. ⁴Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: marcelo.iran@ifsertao-pe.edu.br

RESUMO. Águas minerais comercializadas em garrações de 20 L na região metropolitana de Recife, Estado de Pernambuco foram analisadas microbiologicamente, no período de junho de 2002 a maio de 2003. As dez marcas escolhidas de água mineral foram avaliadas no tocante às bactérias heterotróficas, coliformes, *Escherichia coli*, *Pseudomonas* spp., *Pseudomonas aeruginosa* e *Aeromonas* spp. Os dados foram analisados estatisticamente por meio de Modelos Lineares Generalizados (GLM). As águas minerais apresentaram contaminação por *E. coli*, *P. aeruginosa*, *A. hydrophila* e *A. caviae*. Concluiu-se que, de todas as dez marcas analisadas, pelo menos uma amostra de cada marca apresentou-se imprópria para o consumo, por não atender aos parâmetros estabelecidos pela legislação em vigor em, no mínimo, duas análises; o Número Mais Provável (NMP) de *Pseudomonas* spp. e de *P. aeruginosa* foi influenciado pela sazonalidade e a contagem de bactérias heterotróficas; o Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes e a pesquisa de *Aeromonas* spp. não sofreram influência significativa da sazonalidade.

Palavras-chave: água mineral, microbiologia, coliformes, *Pseudomonas*, *Aeromonas*.

ABSTRACT. Evaluation of the microbiological quality of mineral water consumed in the metropolitan region of Recife, Pernambuco State. Mineral water sold in 20 L bottles in the metropolitan area of Recife, Pernambuco State were microbiologically analyzed between June 2002 and May 2003. The ten selected brands of mineral water were evaluated with regard to heterotrophic bacteria, coliforms, *Escherichia coli*, *Pseudomonas* spp., *Pseudomonas aeruginosa* and *Aeromonas* spp. Data were statistically analyzed using Generalized Linear Models (GLM). Mineral waters showed contamination by the following: *E. coli*, *P. aeruginosa*, *A. hydrophila* and *A. caviae*. It was concluded that of all ten tested brands, at least one sample of each brand was improper for consumption, for not meeting the parameters established by legislation in at least two tests; the Most Probable Number (MPN) for *Pseudomonas* spp. and *P. aeruginosa* was influenced by seasonality and the count of heterotrophic bacteria; the Most Probable Number (MPN) of coliform and thermotolerants and research of *Aeromonas* spp. suffered no significant influence of seasonality.

Key words: mineral water, microbiology, coliforms, *Pseudomonas*, *Aeromonas*.

Introdução

Por suas funções no abastecimento público, industrial e agropecuário, na preservação da vida aquática, no transporte e na recreação, a água constitui, atualmente, uma das principais preocupações mundiais no que diz respeito aos seus usos preponderantes e à sua manutenção como um bem de todos, em quantidade e qualidade adequadas (PAHO, 2001).

A crescente preocupação da população em relação à qualidade da água disponível na rede pública tem contribuído para o aumento do consumo de água mineral no Brasil.

As águas minerais provêm, principalmente, de aquíferos intermediários, situados a aproximadamente 300 m de profundidade, separados dos aquíferos superficiais por camadas limitantes. Neles, a água mineral fica represada em uma área bem definida e protegida, cuja composição química, temperatura e taxa de vazão são geralmente estáveis (MAIER; PEPPER, 2000).

De acordo com BRASIL (2000a), água mineral natural é aquela obtida diretamente de fontes naturais ou artificialmente captada, de origem subterrânea, caracterizada pelo conteúdo definido, constante de sais minerais, presença de

oligoelementos, outros constituintes e não deve apresentar risco à saúde do consumidor.

Segundo Lyra Sobrinho e Franco (2000), em Pernambuco, o enorme acréscimo de consumo de águas minerais tem sido influenciado pela má qualidade da água de abastecimento, levando a população à compra de água mineral, sobretudo em garrações de 20 L. Cardoso et al. (2003) ressaltaram que as águas comercializadas nesse tipo de embalagem devem ser mais rigorosamente controladas, principalmente, no tocante às suas características microbiológicas.

Os microrganismos conhecidos como autóctones são aqueles que existem antes de qualquer tratamento ou processamento, pertencendo a este grupo os gêneros *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Micrococcus* e *Bacillus*, como microrganismos autóctones de águas minerais. Entretanto, outro tipo de microbiota bacteriano pode surgir na água mineral, são as chamadas bactérias alóctones, sendo as que aparecem durante as etapas prévias do engarraçamento, processamento ou mesmo do ambiente, causam maiores preocupações e incluem-se neste grupo as espécies patogênicas e os patógenos oportunistas como *Pseudomonas aeruginosa* (SANT'ANA et al., 2003).

As bactérias mesófilas aeróbias heterotróficas estão presentes em grande número e são indicativas de insalubridade. Segundo Farache Filho e Dias (2008), mesmo que a maioria das bactérias heterotróficas da flora natural da água não seja considerada patogênica, é importante que sua densidade seja mantida sob controle, pois densidades muito elevadas dessas bactérias na água podem causar riscos à saúde do consumidor.

Dentre os parâmetros utilizados para se avaliar o grau de contaminação da água, ressalta-se a pesquisa de coliformes, em que a presença desse grupo de bactérias denota que ocorreu interferência externa na água mineral, já que não fazem parte de água mineral da composição natural dessa água (FARACHE FILHO; DIAS, 2008). De acordo com Brasil (2004), em suas definições contidas na norma de qualidade da água para consumo humano, o grupo dos coliformes pode ser dividido em totais e termotolerantes, tendo, neste último, como principal representante, a *Escherichia coli*.

As etapas a serem submetidas às águas minerais naturais, conforme BRASIL (2005a), não deve produzir, desenvolver e ou agregar substâncias físicas, químicas ou biológicas que coloquem em risco a saúde do consumidor e ou alterem a composição original.

Os padrões estabelecidos em Brasil (2000b) e Brasil (2005b) para a água mineral indicam que a

amostra deve ser condenada quando for constatada a presença de *E. coli* ou coliformes termotolerantes, ou quando o número de coliformes totais e ou enterococos e ou *Pseudomonas aeruginosa* e ou clostrídios sulfito redutores ou *Clostridium perfringens* for maior que o limite estabelecido para a amostra indicativa.

Outro microrganismo envolvido em contaminação de água é a *Pseudomonas*, cujas espécies estão distribuídas no solo, na água e algumas vezes em matéria orgânica em decomposição e podem ser isoladas da pele, garganta e fezes de pessoas doentes (WAGNER et al., 2003). Esse microrganismo está relacionado com surtos de gastroenterites veiculadas pela água.

No Brasil, a *Pseudomonas* tem aparecido com relativa frequência em exames bacteriológicos de águas cloradas, não-cloradas e até minerais naturais. Levando-se em conta que esse microrganismo inibe o crescimento dos coliformes, temos que estar alerta quanto à sua presença em águas de consumo humano (GUILHERME et al., 2000). A *P. aeruginosa* produz uma substância denominada "Pseudocin", que tem efeito bacteriostático sobre o crescimento de *E. coli*, *Aerobacter aerogenes*, *Citrobacter freundii* e *Klebsiella* sp., podendo dificultar o isolamento destes, alterando os resultados laboratoriais.

As *Aeromonas* fazem parte de populações microbianas associadas com reciclagem de compostos orgânicos e têm grande importância para a saúde pública, uma vez que vivem em ambiente aquático, estando, assim, em constante contato com o homem.

Esses tipos de microrganismo são responsabilizados por enfermidades extraintestinais, como meningites, artrites, endocardites, entre outras. Causam, ainda, complicações gastrointestinais, que vão desde diarreias amenas a casos graves de disenteria (DI BARI et al., 2007). Imagina-se que a principal causa da presença desse microrganismo no trato digestivo de seres humanos seja a água (DEMARTA et al., 2000).

As *Aeromonas* produzem enterotoxinas, hemolisinas, proteases, hemoaglutininas e endotoxinas, sendo reconhecidas como de alta significância para a saúde pública, quando encontradas em largo número no meio ambiente (DI BARI et al., 2007).

De acordo com Di Bari et al. (2007), a incidência de *Aeromonas* em doenças humanas pode ser subestimada, pois não existem marcas evidentes e as colônias podem ser facilmente confundidas com *Pseudomonas* ou coliformes e descartadas como tais.

Diante do exposto e dada a importância desses microrganismos e sua distribuição, avaliaram-se

águas minerais acondicionadas em embalagens plásticas de 20 L, comercializadas na região metropolitana de Recife, Estado do Pernambuco, no tocante à contaminação por bactérias heterotróficas, coliformes, *Pseudomonas* spp., *Pseudomonas aeruginosa* e *Aeromonas* spp.

Material e métodos

As marcas foram escolhidas de acordo com a pesquisa de mercado. Foram selecionadas dez marcas de águas minerais (denominadas de A a J), naturais, não-gaseificadas, comercializadas em garrações de 20 L retornáveis, adquiridos mensalmente, por um ano, de diversos locais de comercialização de Recife, durante junho de 2002 a maio de 2003. Foram coletados os dados meteorológicos e analisadas também dessa forma a influência da temperatura, precipitação pluviométrica e evaporação na região e suas relações existentes com os parâmetros estudados.

As amostras foram transportadas nos próprios garrações para o Laboratório de Inspeção de Carne, Leite e Derivados do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, onde foram inicialmente higienizados e, de forma asséptica, transferidos 200 mL da água para um erlenmeyer estéril, a partir do qual foram obtidas as diluições necessárias.

Para a contagem de bactérias heterotróficas foi utilizada a técnica de plaqueamento, em que ao meio de cultivo *Plate Count Agar* (PCA) foi misturado 1 mL de cada diluição sucessiva, sendo selecionadas as diluições 10^{-1} e 10^{-2} , em duplicata e incubadas em estufa a 35-37°C por 48h, seguindo-se o método citado no Standard Methods (APHA, 2005).

O Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes foi determinado segundo a técnica dos tubos múltiplos, também citado no Standard Methods (APHA, 2005). Para se obter o NMP de coliformes totais e termotolerantes, consultou-se a Tabela de McCrady.

Os resultados positivos foram repicados para placas de Ágar Eosina Azul de Metileno (EMB), para isolamento de *Escherichia coli*. As colônias que apresentaram as características para este microrganismo foram estocadas em Ágar Infusão Cérebro e Coração (BHI AGAR) e submetidas às provas bioquímicas [testes de produção de indol, vermelho de metila, Voges-Proskauer, citrato (IMViC), lactose, celobiose, adonitol, manitol e produção de gás a partir de glicose] e provas sorológicas.

O NMP de *Pseudomonas* spp. e *P. aeruginosa* foi realizado, utilizando-se a técnica dos tubos múltiplos contendo Caldo Asparagina, como citado por

Cabrini e Gallo (2001). Os resultados positivos foram repicados para uma placa de Ágar Cetrimide incubada a 35°C por 48h. O surgimento de coloração esverdeada em toda a placa ou de colônias verde limão indicou resultado positivo para a presença de *Pseudomonas* spp.

As cepas positivas foram repicadas para placas de Ágar Leite e incubadas a 35°C por 48h para se confirmar a presença de *P. aeruginosa*.

Os microrganismos do gênero *Aeromonas* foram pesquisados conforme método citado por Di Bari et al. (2007). Os resultados positivos foram repicados para placas contendo Ágar Sangue, em duplicata, acrescido de 20 µg mL⁻¹ de ampicilina.

As colônias características foram semeadas para tubos contendo Ágar Tríplice Açúcar Ferro (TSI) inclinado. Cepas suspeitas de *Aeromonas* foram repicadas para tubos de Ágar Infusão Cérebro e Coração (BHI AGAR) para análise do perfil bioquímico e identificação da espécie.

As cepas suspeitas de *Aeromonas* foram testadas bioquimicamente quanto à produção de indol, lisina descarboxilase e motilidade, para um tubo de MILL. Foram ainda realizadas as análises de hidrólise do amido, teste da catalase, teste da oxidase, teste de lisina, ornitina descarboxilase e arginina desidrolase, teste de oxidação/fermentação de açúcares (manitol, trealose, arabinose e sacarose).

As avaliações quantitativas e qualitativas das análises de águas minerais foram realizadas com base em Modelos Lineares Generalizados (GLM), conforme descrito por Mendes (1999).

Os números e tipos de microrganismos foram correlacionados em uma série temporal (junho/2002 a maio/2003), utilizando-se modelagem matemática, do tipo:

$$MP^{\lambda} = \beta_0 + \beta_1 t + e_i$$

em que:

MP - microrganismos pesquisados, λ - fator de transformação de Box e Cox (1964), β_0 e β_1 - parâmetros do modelo, t - tempo em mês e e_i - erro associado a cada observação.

Utilizou-se a análise de variância com dois fatores completamente cruzados (amostras e períodos) com o seguinte modelo matemático:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

em que:

y_{ij} - valor observado da i-ésima amostra e no j-ésimo período, μ - média geral, τ_i - efeito da i-ésima amostra, β_j - efeito do j-ésimo período e ε_{ij} - erro N (0, τ_i^2).

Os dados foram analisados pelo programa computacional de estatística Statistical Analysis System (SAS, 2001).

Resultados e discussão

Dados meteorológicos

Os dados meteorológicos de temperatura (°C), precipitação pluviométrica e de evaporação (mm) da região metropolitana de Recife, no período de junho de 2002 a maio de 2003, estão apresentados na Tabela 1 e na Figura 1. A temperatura variou de 24,4 a 27,4°C, sendo a mais elevada no mês de janeiro de 2003 e a menor no mês de agosto de 2002.

Com relação à precipitação pluviométrica, constatou-se que no mês de junho ocorreu maior precipitação, com média de 583,5 mm; enquanto, no mês de dezembro, verificou-se menor índice (33,1 mm).

A taxa de evaporação do ar se mostrou maior no mês de janeiro e menor no mês de junho, com valores médios de 168,4 e 82,3 mm, respectivamente.

Tabela 1. Dados meteorológicos registrados pelo 3º Distrito de Meteorologia para a Grande Recife, Estado de Pernambuco, no período de junho/2002 a maio/2003.

Meses/Ano	Parâmetros		
	Temperatura (°C)	Precipitação (mm)	Evaporação (mm)
Junho/02	24,9	583,5	82,3
Julho/02	24,5	281,6	93,1
Agosto/02	24,4	121,0	131,3
Setembro/02	25,5	42,5	139,3
Outubro/02	26,0	49,0	165,2
Novembro/02	26,2	87,7	152,6
Dezembro/02	27,2	33,1	146,1
Janeiro/03	27,4	53,3	168,4
Fevereiro/03	27,0	149,2	119,1
Março/03	26,7	397,9	83,8
Abril/03	26,3	116,1	99,4
Mai/03	26,1	225,9	89,0

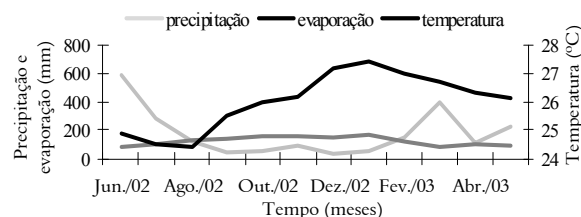


Figura 1. Dados meteorológicos registrados pelo 3º Distrito de Meteorologia para a Grande Recife, Estado de Pernambuco, no período de junho/2002 a maio/2003.

Bactérias heterotróficas

Os resultados da contagem de bactérias heterotróficas de amostras de água mineral variaram de 10 a 10⁴ UFC mL⁻¹.

Embora a legislação para águas minerais não determine as contagens de bactérias heterotróficas como parâmetro de qualidade, tomando-se como base a recomendação da Portaria nº 518 (BRASIL, 2004) para água de consumo humano, verificou-se que a maioria (65%) excedeu o limite de 500 UFC mL⁻¹ preconizado na legislação brasileira.

Das dez marcas de águas analisadas, a amostra A apresentou maior média de contagem de bactérias heterotróficas, com valor de 1,9 x 10⁴ UFC mL⁻¹ e a amostra H revelou menor número, de 1,1 x 10³ UFC mL⁻¹.

Verificando-se o índice de contaminação em relação aos meses do ano, a menor média (1,7 x 10³ UFC mL⁻¹) foi verificada em março e a maior (1,5 x 10⁴ UFC mL⁻¹), em setembro. Destaca-se como resultado a amostra da marca G que apresentou no mês de junho número incontável de UFC mL⁻¹ e a amostra da marca I no mês de novembro que apresentou colônias características de *Pseudomonas*.

De acordo com a análise de variância cujo p > F = 0,43, conclui-se que a contagem de bactérias heterotróficas não sofreu influência significativa da sazonalidade.

Os resultados obtidos por Nascimento et al. (2000), em águas minerais comercializadas na cidade de São Luís, Estado do Maranhão, verificaram que todas as amostras se encontravam fora dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira, com elevado número de bactérias, variando de 10² a incontáveis.

Das 84 amostras de 21 marcas (100%) analisadas por Farache Filho e Dias (2008), 52 (61,9%) apresentaram contagens elevadas (> 500 UFC mL⁻¹) para bactérias heterotróficas.

A possível contaminação encontrada neste trabalho pode ter sido ocasionada durante o engarrafamento e armazenamento, como relatado por Cabrini e Gallo (2001), que também verificaram contagens elevadas de bactérias heterotróficas, o que sugere maiores cuidados com relação às condições higiênicas das unidades industriais, a fim de se assegurar a boa qualidade do produto, já que contagens elevadas indicam condições inadequadas de captação, processamento e envase.

Coliformes totais e termotolerantes

Foi verificada a presença de bactérias do grupo coliformes totais em 46 amostras (38,33%), enquanto os coliformes termotolerantes estavam presentes em 12 amostras (10,00%), que as qualificaram como impróprias para o consumo segundo a legislação (BRASIL, 2005b).

Comparando-se as marcas, amostras das marcas H e I apresentaram o maior número de amostras com contaminação para coliformes totais (15,22%),

enquanto que a marca G apresentou menor número (4,35%). Com relação a coliformes termotolerantes, as da marca F apresentaram maior número de amostras contaminadas (25,00%) e as das marcas G e H não apresentaram contaminação por tais microrganismos nas alíquotas analisadas. Seis cepas de *Escherichia coli* foram isoladas das 12 amostras positivas para coliformes termotolerantes, o que representa um potencial risco à saúde do consumidor.

De acordo com a análise de variância cujo $p > F = 0,07$ para coliformes totais e $p > F = 0,43$ para coliformes termotolerantes, conclui-se que a sazonalidade não influenciou significativamente sobre a ocorrência desses microrganismos. Entretanto, percebe-se que a incidência desses microrganismos foi maior no período de estio e menor no período das chuvas (Figuras 2 e 3).

Tancredi e Marins (2003), avaliando a qualidade sanitária de águas minerais na cidade do Rio de Janeiro, constataram também a presença de bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes totais em 57,14% das amostras analisadas, revelando ser este um dos parâmetros responsáveis pela reprovação da qualidade.

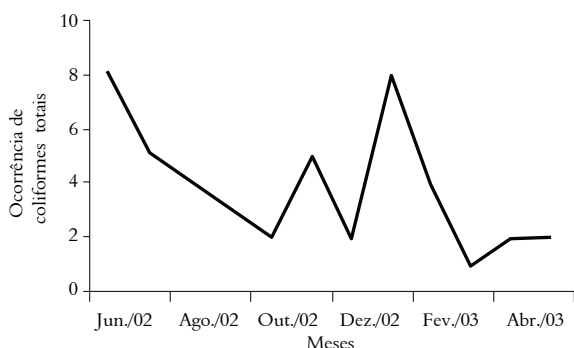


Figura 2. Ocorrência de coliformes totais em amostras de águas minerais comercializadas em Recife, Estado de Pernambuco.

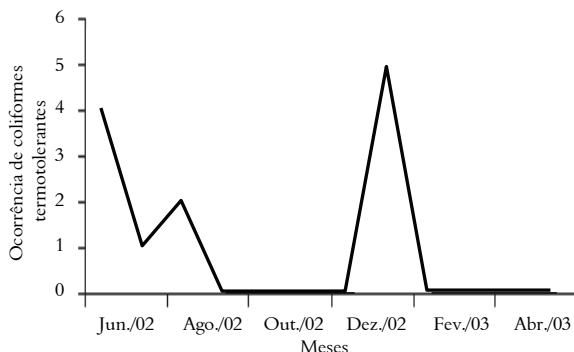


Figura 3. Ocorrência de coliformes termotolerantes em amostras de águas minerais comercializadas em Recife, Estado de Pernambuco.

Ao se analisarem 44 amostras de água mineral de diferentes marcas, originárias do Estado do Rio de Janeiro e de Minas Gerais e comercializadas em

Vassouras, Estado do Rio de Janeiro, Sant'Ana et al. (2003) encontraram coliformes totais em 11 amostras (25%) e *Escherichia coli* em nove (20,4%).

Segundo Zamberlan da Silva et al. (2008), revelaram que 36,4% das águas de abastecimento municipal e 76,6% das águas minerais comercializadas em garrações de 20 L apresentaram contaminação por coliformes e/ou pelo menos uma bactéria patogênica, concluindo que a qualidade bacteriológica da água municipal é superior quando comparada à água mineral em garrações de 20 L.

Alves et al. (2002) analisaram microbiologicamente águas minerais em Marília, Estado de São Paulo, e encontraram 5,5% das amostras contaminadas por coliformes totais e nenhuma apresentou contaminação por coliformes termotolerantes.

A presença de coliformes nas águas analisadas indica ser uma contaminação de origem externa, tornando-as impuras. Esta contaminação pode ter ocorrido na fonte, no envase (reutilização de embalagem sem a devida higienização) ou no transporte e armazenamento, no caso de a embalagem não ser absolutamente fechada. A presença de *E. coli* indica poluição fecal, o que torna a água potencialmente prejudicial à saúde dos seus consumidores.

Pseudomonas* spp. e *Pseudomonas aeruginosa

Confirmou-se a presença de *Pseudomonas* spp. em 24 amostras (20,00%), enquanto para *P. aeruginosa* obteve-se positividade em 22 amostras (18,33%), encontrando-se em todas as dez marcas analisadas, o que as caracterizou como impróprias para o consumo, de acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2000a).

As amostras da marca I apresentaram-se mais contaminadas, com presença de *Pseudomonas* spp. e *P. aeruginosa* em 20,83 e 22,72% das amostras, respectivamente. Enquanto as amostras das marcas B, E e G foram as menos contaminadas, com presença de *Pseudomonas* spp. em 4,16% e *P. aeruginosa* em 4,54% das amostras positivas.

Todas as amostras apresentaram a mesma probabilidade de ocorrência tanto para *Pseudomonas* spp. quanto para *P. aeruginosa*, sendo maior no mês de janeiro e menor nos meses de outubro, dezembro e fevereiro para ambas.

A análise de variância revelou de forma significativa a influência da sazonalidade sobre a ocorrência de *Pseudomonas* spp. e *P. aeruginosa* ($p \geq 0,01$) em nível de 1% de probabilidade (Figuras 4 e 5).

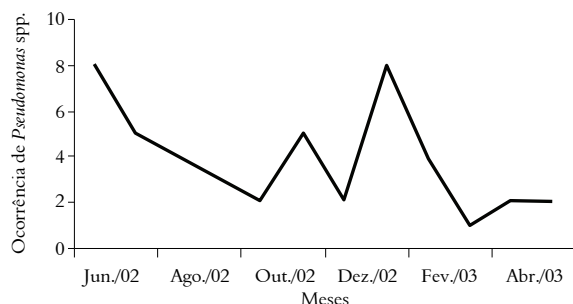


Figura 4. Ocorrência de *Pseudomonas* spp. em amostras de águas minerais comercializadas em Recife, Estado de Pernambuco.

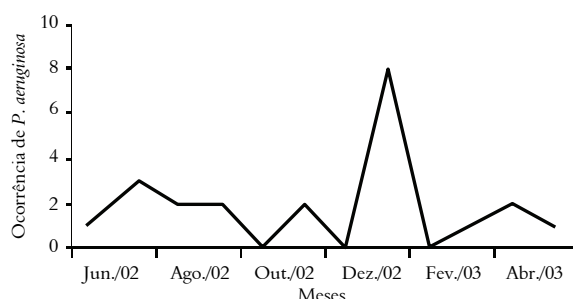


Figura 5. Ocorrência de *P. aeruginosa* em amostras de águas minerais comercializadas em Recife, Estado de Pernambuco.

Elevados índices de positividade (60%) para *P. aeruginosa* foram observados por Silva e Salgueiro (2001), ao analisarem águas de poços na região metropolitana de Recife, Estado do Pernambuco.

Nascimento et al. (2000) verificaram que, das 70 amostras de águas minerais provenientes de duas marcas, consumidas na cidade de São Luís, Estado do Maranhão, 35 (50%) encontravam-se fora dos padrões para águas minerais, por ultrapassar o NMP máximo permitido para *P. aeruginosa*.

Ao examinarem águas minerais na cidade do Rio de Janeiro, Tancredi e Marins (2003) encontraram *P. aeruginosa* em 57,14% das amostras. Guilherme et al. (2000) verificaram a presença de *P. aeruginosa* em dez (22,7%) das 44 amostras de água mineral natural analisadas e provenientes de diversos locais do país.

A *Pseudomonas* foi pesquisada por Farache Filho et al. (2008) em águas minerais não-carbonatadas em embalagens de 1,5 L, comercializadas em Araraquara, Estado de São Paulo, onde verificaram presença de *Pseudomonas aeruginosa* em cinco amostras (4,5%) provenientes de quatro marcas (18,2%) diferentes, não atendendo ao padrão para água mineral.

O aumento na porcentagem de isolamento de *P. aeruginosa* influenciado pelo período de chuvas foi também demonstrado por Amaral et al. (2003).

A presença de *Pseudomonas* spp. e *P. aeruginosa* nas amostras denota a provável contaminação durante o engarrafamento e armazenamento, visto que as

embalagens de PVC (garrações) são reutilizadas várias vezes, podendo, assim, contribuir em parte à carga bacteriana do produto final, principalmente quando não são submetidas a uma lavagem e desinfecção eficientes.

***Aeromonas* spp.**

Com relação aos resultados obtidos na pesquisa de *Aeromonas* spp., três amostras de águas minerais foram positivas para este microrganismo (2,50%), sendo identificadas duas linhagens de *A. hydrophila* (66,67%) nas amostras de junho e novembro da marca G e uma de *A. caviae* (33,33%) na amostra do mês de agosto da marca F.

A. hydrophila foi pesquisada por Biscardi et al. (2002) em águas minerais e térmicas da Itália. Os autores isolaram 26 colônias típicas do gênero de 61 amostras de águas minerais engarrafadas. Destas, seis foram *A. hydrophila*, provenientes de quatro amostras de água mineral.

Messi et al. (2002) citaram que *A. hydrophila* SB14 tem grande capacidade de sobrevivência em meio aquático. Verificaram que a sobrevivência da *A. hydrophila* parece depender de interação com outros microrganismos, sendo observado aumento na sobrevivência para 30 e 60 dias, possivelmente pela interação comensal obtida quando *A. hydrophila* foi inoculada com *P. fluorescens* SSD e *P. putida* SSC, respectivamente.

Ainda que *A. hydrophila* não seja regularmente detectada em altas densidades celulares em águas minerais, a frequente presença simultânea com *Pseudomonas* pode ser a causa dos efeitos do comensalismo, aumentando a persistência de *A. hydrophila* mesmo por períodos mais longos que aqueles já citados.

A falta de controle microbiológico das fontes naturais e a não-observância de princípios rígidos de higiene durante o processo de captação e envase da água mineral, bem como o de lavagem das embalagens, o de transporte e armazenamento, podem oferecer riscos à saúde do consumidor e, consequentemente, o acompanhamento e monitoramento adequado da qualidade das águas minerais se fazem necessários para se garantir a saúde da população.

Conclusão

Ao se avaliar microbiologicamente amostras de águas minerais comercializadas em garrações de 20 L na região metropolitana de Recife, Estado de Pernambuco, conclui-se que: houve contaminação por *E. coli*, *P. aeruginosa*, *A. hydrophila* e *A. caviae*; de todas as dez marcas analisadas, pelo menos uma

amostra de cada marca se apresentou imprópria para o consumo, por não atenderem aos parâmetros estabelecidos pela legislação em vigor em, no mínimo, duas análises; a sazonalidade interferiu significativamente no Número Mais Provável (NMP) de *Pseudomonas* spp. e de *P. aeruginosa* com baixos números no período chuvoso; e não houve interferência significativa da sazonalidade na contaminação por bactérias heterotróficas, coliformes totais e termotolerantes e *Aeromonas* spp.

Referências

- ALVES, N. C.; ODORIZZI, A. C.; GOULART, F. C. Análise microbiológica de águas minerais e de água potável de abastecimento. **Revista Saúde Pública**, v. 36, n. 6, p. 749-751, 2002.
- AMARAL, L. A.; ROSSI JÚNIOR, O. D.; NADER FILHO, A.; HAGI, D. D. Água utilizada em estabelecimentos que comercializam produtos cárneos como via de contaminação dos alimentos. **Revista Higiene Alimentar**, v. 17, n. 104-105, p. 13-17, 2003.
- APHA-American Public Health Association. American Water Works Association, Water Environment Federation. **Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater Analysis**. 21st ed. Washington, D.C.: American Public Health Association, 2005.
- BISCARDI, D.; CASTALDO, A.; GUALILLO, O.; FUSCO, R. The occurrence of cytotoxic *Aeromonas hydrophila* strains in Italian mineral and thermal water. **Science of Total Environment**, v. 292, p. 255-263, 2002.
- BOX, G. E. P.; COX, D. R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical Society: Series B**, v. 26, p. 211-243, 1964.
- BRASIL. Resolução nº 310, de 16 de julho de 1999. Regulamento técnico referente a padrões de identidade e qualidade para água mineral natural e água natural. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 20 jul. 2000a.
- BRASIL. Resolução nº 54, de 15 de junho de 2000. Estabelece padrões microbiológicos para águas minerais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 19 jun. 2000b.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 518, de 25 de março 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. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 59, 26 mar. 2004.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução - RDC nº 274, de 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre o regulamento técnico para águas envasadas e gelo. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 set. 2005a.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução - RDC nº 275, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico de características microbiológicas para água mineral natural e água natural. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2005b.
- CABRINI, K. T.; GALLO, C. R. Avaliação da qualidade microbiológica de águas minerais envasadas. **Revista Higiene Alimentar**, v. 15, n. 90-91, p. 83-92, 2001.
- CARDOSO, C. C.; VEIGA, S. M. O. M.; NASCIMENTO, L. C.; FIORINI, J. E.; AMARAL, L. A. Avaliação microbiológica de um processo de sanificação de galões de água com a utilização do ozônio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 1, p. 59-61, 2003.
- DEMARTA, A.; TONOLLA, M.; CAMINADA, A. P.; BERETTA, M.; PEDUZZI, R. Epidemiological relationships between *Aeromonas* strains isolated from symptomatic children in household environments as determined by rebotyping. **European Journal of Epidemiology**, v. 16, n. 5, p. 447-453, 2000.
- DI BARI, M.; HACHICH, E. M.; MELO, A. M. J.; SATO, M. I. Z. *Aeromonas* spp. and microbial indicators in raw drinking water sources. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 38, n. 3, p. 516-521, 2007.
- FARACHE FILHO, A.; DIAS, M. F. F.; TAROMARU, P. H.; CERQUEIRA, C. S.; DUQUE, J. G. Qualidade microbiológica de águas minerais não carbonatadas em embalagens de 1,5 litros, comercializadas em Araraquara-SP. **Alimentação e Nutrição**, v. 19, n. 4, p. 421-425, 2008.
- FARACHE FILHO, A.; DIAS, M. F. F. Qualidade microbiológica de águas minerais em galões de 20 litros. **Alimentação e Nutrição**, v. 19, n. 3, p. 243-248, 2008.
- GUILHERME, E. F. M.; SILVA, J. A. M.; OTTO, S. S. *Pseudomonas aeruginosa*, como indicador de contaminação hídrica. **Revista Higiene Alimentar**, v. 14, n. 76, p. 43-47, 2000.
- LYRA SOBRINHO, A. C. P.; FRANCO, B. A. **Panorama da economia mineral do Estado de Pernambuco**. Nota explicativa do mapa geológico e de recursos minerais do Estado de Pernambuco, CPRM, DNPM, UFPE e AD/Diper. Recife: DNPM – 4º Distrito – PE/MME, 2000.
- MAIER, R. M.; PEPPER, I. L. Terrestrial environments. In: GERBA, C. L.; MAIER, R. M.; PEPPER, I. L. (Ed.). **Environmental microbiology**. London: Academic Press, 2000. p. 61-89.
- MENDES, P. P. **Estatística aplicada à aquicultura**. Recife: Bagaço, 1999.
- MESSI, P.; GUERRIERI, E.; BONDI, M. Survival of an *Aeromonas hydrophila* in an artificial mineral water microcosm. **Water Research**, v. 36, n. 13, p. 3410-3415, 2002.
- NASCIMENTO, A. R.; AZEVEDO, T. K. L.; MENDES FILHO, N. E.; ROJAS, I.; ANÍBAL, M. O. Qualidade microbiológica das águas minerais consumidas na cidade de São Luís. **Revista Higiene Alimentar**, v. 14, n. 76, p. 69-72, 2000.
- PAHO-Pan American Health Organization. **Informe regional sobre avaliação 2000 na região da América: água potável e saneamento, estado atual e perspectivas**. Washington, D C.: Organização Pan-Americana da Saúde, 2001.
- SANT'ANA, A. S.; SILVA, S. C. F. L.; FARANI, J. I. O.; AMARAL, C. H. R.; MACEDO, V. F. Qualidade microbiológica de águas minerais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, supl., p. 190-194, 2003.

SAS Institute Inc. **The SAS System Release 8.2.** Cary: SAS, 2001.

SILVA, E. F.; SALGUEIRO, A. A. Avaliação da qualidade bacteriológica de água de poços na região metropolitana de Recife-PE. **Revista Higiene Alimentar**, v. 15, n. 90-91, p.73-78, 2001.

TANCREDI, R. C. P.; MARINS, B. R. Avaliação da qualidade sanitária de águas minerais consumidas na cidade do Rio de Janeiro. **Revista Higiene Alimentar**, v. 17, n. 104-105, p. 107-108, 2003.

ZAMBERLAN DA SILVA, M. E.; SANTANA, R. G.; GUILHERMETTI, M.; FILHO, I. C.; ENDO, E. H.; UEDA-NAKAMURA, T.; NAKAMURA, C. V.; DIAS FILHO, B. P. Comparison of the bacteriological quality of tap water and bottled mineral water. **International**

Journal of Hygiene Environmental Health, v. 211, n. 5-6, p. 504-509, 2008.

WAGNER, V. E.; BUSHNELL, D.; PASSADOR, L.; BROOKS, A. I.; IGLEWSKY, B. H. Microarray analysis of *Pseudomonas aeruginosa* quorum-sensing regulons: effects of growth phase and environment. **Journal of Bacteriology**, v. 185, n. 7, p. 2080-2095, 2003.

Received on June 8, 2008.

Accepted on September 11, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.