

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS, SAÚDE E TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**RAYANNE FRANCO LIMA**

**AVALIAÇÃO DA HIGIENIZAÇÃO DAS EMBALAGENS RETORNÁVEIS DE  
ÁGUA MINERAL**

Imperatriz

2011

**RAYANNE FRANCO LIMA**

**AVALIAÇÃO DA HIGIENIZAÇÃO DAS EMBALAGENS RETORNÁVEIS DE  
ÁGUA MINERAL**

Monografia apresentada ao Centro de Ciências Sociais,  
Saúde e Tecnologia como pré-requisito para obtenção do  
grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. MSc. Tatiana de Oliveira Lemos  
Lima.

Imperatriz

2011

**Nádia Lusiane Silva Pereira**  
Bibliotecária CRB 13/457

Lima, Rayanne Franco

Avaliação da higienização das embalagens retornáveis de água mineral/  
Rayanne Franco Lima. - Imperatriz, 2011.

41 f.

Orientador: Tatiana de Oliveira Lemos Lima.

Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Curso de Bacharelado  
em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Maranhão, Imperatriz,  
2011.

1. Água mineral. 2. Água mineral - higienização. 3. Embalagens retornáveis. I.  
Título.

CDU 628.1:659.154  
L732a

**RAYANNE FRANCO LIMA**

**AVALIAÇÃO DA HIGIENIZAÇÃO DAS EMBALAGENS RETORNÁVEIS DE  
ÁGUA MINERAL**

Monografia apresentada ao Centro de Ciências Sociais,  
Saúde e Tecnologia como pré-requisito para obtenção do  
grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Aprovada em: 07 /12 /2011

**BANCA EXAMINADORA**



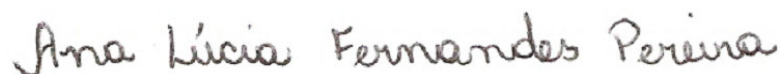
---

**Prof<sup>ª</sup>. MSc. Tatiana de Oliveira Lemos Lima**  
**Orientadora**



---

**Prof<sup>ª</sup>. MSc. Virlane Kelly Lima da Silva**  
**Membro**



---

**Prof<sup>ª</sup>. MSc. Ana Lúcia Fernandes Pereira**  
**Membro**

Aos meus pais, que fizeram todo o possível  
para que esse sonho se tornasse realidade.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo seu amor incondicional demonstrado na entrega de seu filho Jesus Cristo em favor de mim e dos meus. Por me libertar das prisões desse mundo, por me proteger mesmo no tempo de ignorância, pelos seus planos de resgates incessantes, pela força proporcionada em cada momento de luta, em fim por me amar da forma como sou, pecadora.

Aos meus pais, Maria dos Anjos e Evandro, pelo amor dedicado, pela educação oferecida, pelos esforços feitos em prol dos meus estudos, pelos exemplos de vida que pude testemunhar e que levo comigo até hoje, enfim, pela graça de terem me proporcionado a vida.

À minha tia, Raimundinha, pelo apoio, emocional e financeiro, prestado na graduação e em muitas outras conquistas; pela preocupação de mãe, mesmo não sendo; pelos puxões de orelha que eu sei terem sido para bem; pelo amor e companhia do dia a dia.

Aos meus irmãos, Rayssa e Nilo, pela força e incentivo para continuar nesse caminho.

Aos meus professores pelas instruções e conhecimentos compartilhados.

À minha orientadora, Tatiana Lemos, pela paciência e ajuda que foram indispensáveis para a produção deste trabalho.

Aos meus avôs, por se orgulharem de mim.

Aos meus amigos Edilberto, André, Aryane e Hildeth pelo apoio oferecido.

Não se amoldem ao padrão deste mundo, mas transformem-se pela renovação da sua mente, para que sejam capazes de experimentar e comprovar a boa, agradável e perfeita vontade de Deus. (Rm 12:2)

## RESUMO

Dados da Associação Internacional de Águas Engarrafadas indicam que o Brasil ocupa o 4º lugar no ranking mundial de produtores. Consome mais água engarrafada que países como Itália, Alemanha, França e Espanha, ficando atrás dos Estados Unidos, México (que crescem, em média, 8,5% ao ano) e da China, cuja demanda aumenta 17,5% a cada ano. O consumo per capita brasileiro em 2010 das águas engarrafadas foi de 77,6 L, registrando um aumento de 6,6% quando comparado ao ano anterior. Como a água tratada, oferecida pelos serviços de tratamento e distribuição de água controlada pelo poder público, em muitos casos, não tem a confiança necessária da população para seu consumo, o hábito de adquirir água mineral ou potável de mesa envasada, principalmente em garrações de 20 litros para o consumo humano, tem sido adotado por um número crescente de residências nas grandes cidades. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência da higienização das embalagens retornáveis de água mineral. Foram realizadas cinco coletas, uma a cada semana. Nessas foram coletadas três embalagens retornáveis de policarbonato nos seguintes pontos do processo de industrialização de água mineral: antes e após a pré-lavagem e após a higienização. As amostras coletadas foram submetidas às análises microbiológicas de coliformes totais, coliformes fecais, *Enterococcus*, *Pseudomonas aeruginosa*, Clostrídio sulfito redutor e bactérias heterotróficas, pela técnica de filtração em membrana. Na 1ª coleta, foi possível observar que a etapa de higienização não foi capaz de eliminar ou reduzir a microbiota de bactérias heterotróficas a níveis aceitáveis quando comparada a etapa de pré-lavagem, uma vez que as amostras após essa etapa tiveram um aumento de 1 a 2 ciclos logarítmicos. Observou-se, na 2ª coleta, que houve um aumento na carga microbiana de Clostrídio sulfito redutor. Já na 4ª coleta verificou-se que a higienização não foi capaz de eliminar ou reduzir a níveis aceitáveis a microbiota de coliformes totais e fecais. A higienização eliminou a microbiota de *Enterococcus* e *Pseudomonas aeruginosa* em todas as coletas. Conclui-se que a higienização das embalagens retornáveis foi eficiente.

**Palavras-chave:** água mineral; embalagens retornáveis; higienização.



## ABSTRACT

Data from the International Association of Bottled Water indicate that Brazil occupies the fourth place in world ranking of producers. Consumes more bottled water than countries like Italy, Germany, France and Spain, leaving behind the United States, Mexico (grown on average 8.5% per year) and China, whose demand increased 17.5% each year. The Brazilian per capita consumption of bottled water in 2010 was 77.6 L, an increase of 6.6% compared to the previous year. As the treated water treatment services offered by and distribution of water controlled by the government, in many cases, it has the confidence of the public for consumption, the habit of purchasing bottled water or drinking bottled table, especially in containers of 20 liters for human consumption, has been adopted by a growing number of households in major cities. The objective of this study was to evaluate the efficiency of washing returnable packaging of mineral water. Five collections were performed, one each week. These three were collected returnable packaging PC in the following points in the process of industrialization of mineral water: before and after pre-washing and after washing. he collected samples were submitted for microbiological analysis of total coliforms, fecal coliforms, *Enterococcus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Clostridium* and heterotrophic bacteria by membrane filtration technique. In the first collection, it was observed that the step of cleaning was not able to eliminate or reduce the microbial heterotrophic bacteria to acceptable levels when compared to pre-wash step, since the samples after this stage had an increase from 1 to 2 logarithmic cycles. It was observed in the second collection, there was an increase in the microbial load of *Clostridium*. The fourth collection was found that the cleaning was not able to eliminate or reduce to acceptable levels the microbiota of total and fecal coliforms. The cleaning removed the microbiota of *Enterococcus* and *Pseudomonas aeruginosa* in the samples. It is concluded that the cleaning of returnable packaging was efficient.

**Keywords:** mineral water; returnable packaging; sanitation.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	10
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	12
2.1	Objetivo Geral	12
2.2	Objetivo Específico	12
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	13
3.1	Mercado de águas envasadas	13
3.2	Classificação da água mineral	14
3.3	Industrialização da água mineral em embalagens retornáveis	16
3.4	Microrganismos indicadores	18
3.5	Embalagem para alimentos	21
3.6	Higienização	27
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	31
4.1	Materiais	31
4.1.1	Matéria-prima	31
4.1.2	Aquisição das amostras	31
4.2	Metodologia	31
4.2.1	Análises microbiológicas	31
4.2.1.1	Técnica da lavagem superficial	31
4.2.1.2	Técnica de filtração em membrana	32
4.2.1.3	Contagem de <i>coliformes totais</i>	33
4.2.1.4	Contagem de <i>coliformes fecais</i>	34
4.2.1.5	Contagem de <i>Enterococcus fecalis</i>	34
4.2.1.6	Contagem de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	34
4.2.1.7	Contagem de <i>Clostrídios sulfito redutor</i>	34
4.2.1.8	Contagem de bactérias heterotróficas	34
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	35
5.1	Contagem de <i>coliformes totais</i>	35
5.2	Contagem de <i>coliformes fecais</i>	36
5.3	Contagem de <i>Enterococcus</i>	37
5.4	Contagem de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	39
5.5	Contagem de <i>Clostrídios sulfito redutor</i>	40
5.6	Contagem de bactérias heterotróficas	41

<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>43</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>44</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A água mineral vem sendo um dos bens minerais que mais tem sido objeto de aproveitamento pela sociedade nos últimos anos. O recebimento de uma concessão (outorga) para uso da água mineral para a indústria de envase, fabricação de bebidas e similares ou em outras indústrias intensivas em água, já encontra dificuldade em ser obtida nos grandes centros urbanos. Como a água tratada, oferecida pelos serviços de tratamento e distribuição de água controlada pelo poder público, em muitos casos, não tem a confiança necessária da população para seu consumo, o hábito de adquirir água mineral ou potável de mesa envasada, principalmente em garrafões de 20 litros para o consumo humano, tem sido adotado por um número crescente de residências nas grandes cidades. Uma vez que a tendência do aumento da taxa de urbanização da população brasileira deve continuar e o serviço de tratamento de água não deverá apresentar melhorias significativas na qualidade do produto oferecido, é provável que esse hábito continue crescendo (CAETANO, 2009).

Em geral, a água mineral é considerada pura e isenta de contaminação microbiológica por seus consumidores, porém, ela não é submetida a qualquer processo de tratamento para melhorar sua qualidade. No Brasil é proibida a utilização de processos que alterem as características originais da fonte de água mineral, portanto não são permitidos tratamentos que diminuam a carga microbiana do produto (FARD, 2007). Deste modo, deve apresentar qualidade que garanta ausência de risco à saúde do consumidor, devendo ser captada, processada e envasada obedecendo às condições higiênico-sanitárias e as boas práticas de fabricação (CARDOSO et al., 2003).

Nesse panorama, as embalagens utilizadas no envasamento das águas minerais e potáveis de mesa deverão garantir a integridade do produto final, sem alterar suas características físicas, físico-químicas, químicas, microbiológicas e sensoriais. Os garrafões, garrafas e copinhos, deverão ser fabricados com resina virgens, tipo policarbonato, PET ou similar, que garantam a manutenção das propriedades originais da água (BRASIL, 2009).

As embalagens plásticas retornáveis recebidas para um novo ciclo de uso devem ser avaliadas individualmente quanto à aparência interna e externa, à presença de resíduos e ao odor. As embalagens plásticas com amassamentos, rachaduras, ranhuras, remendos, deformações internas e externas do gargalo, com alterações de odor e cor, dentre outras alterações que possam comprometer a qualidade higiênico-sanitária da água mineral natural

ou da água natural devem ser reprovadas. As embalagens de vidro retornáveis devem ser avaliadas individualmente quanto à sua integridade (BRASIL, 2006).

As embalagens de primeiro uso, quando não fabricadas no próprio estabelecimento industrial, devem ser submetidas ao enxágüe em maquinário automático, utilizando-se solução desinfetante, exceto as embalagens descartáveis do tipo copo. No caso das retornadas para um novo ciclo de uso, antes da etapa de higienização automática, devem ser submetidas à pré-lavagem para a remoção do rótulo, dos resíduos da substância adesiva e das sujidades das superfícies interna e externa. Essas devem ser submetidas à higienização em maquinário automático e o enxágüe deve garantir a eliminação dos resíduos dos produtos químicos utilizados na higienização. A ausência desses resíduos deve ser comprovada por testes indicadores (BRASIL, 2006).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

Avaliar a eficiência da higienização das embalagens retornáveis para envase de água mineral.

### **2.2. Específico**

Avaliar a condição microbiológica dos garrafões antes da pré-lavagem;

Avaliar a condição microbiológica dos garrafões após a pré- lavagem;

Avaliar a condição microbiológica dos garrafões após a higienização.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. Mercado de águas engarrafadas

Estatísticas da consultoria *Zenith International* apresentadas no 19º Congresso Brasileiro da Indústria de Águas Minerais, apontam que, em 2009, o mercado mundial de águas engarrafadas atingiu 215 bilhões de litros, com um crescimento de 3,9% em relação a 2008 (207 bilhões de litros), sendo previsto para este mercado um crescimento médio de 4,2% ao ano, nos próximos cinco anos. Segundo a mesma consultoria, 30% do total mundial foram produzidos pelas 4 maiores empresas do setor, a saber, Nestlé, com 10,5%, Danone, com 8,2%, Coca-Cola, com 6,8% e Pepsico, com 4,0%. Nos últimos cinco anos, a Coca-Cola é a que mais tem crescido e a Danone tem decrescido sua participação, sendo que esta era a primeira mundial até 2004 (KULAIF, 2010).

Dados da Associação Internacional de Águas Engarrafadas indicam que o Brasil ocupa o 4º lugar no ranking mundial de produtores. Consome mais água engarrafada que países como Itália, Alemanha, França e Espanha, ficando atrás dos Estados Unidos, México (que crescem, em média, 8,5% ao ano) e da China, cuja demanda aumenta 17,5% a cada ano. (FRASÃO, 2009). O consumo per capita brasileiro em 2010 das águas engarrafadas foi de 77,6 L, registrando um aumento de 6,6% quando comparado ao ano anterior (ABIR, 2011).

O mercado nacional de água mineral ou potável de mesa é caracterizado por uma distribuição em todas as Unidades da Federação, exceto no território de Fernando de Noronha, onde não há lavras. Nesse operam 436 engarrafadoras, sendo constituídas na sua maioria, por empresas de médio ou pequeno porte ou por microempresas que participam com 74,78% de toda a produção brasileira. E difere do mercado internacional europeu e norte americano por dois fatores: as águas envasadas no Brasil, em quase sua totalidade, são águas classificadas como minerais (89,8%) e água potável de mesa (10,2%); os grandes grupos transnacionais (Nestlé Waters, Danone, Coca-Cola Company e Pepsico) que somados controlam mais de 50% do mercado de água envasada no mundo, aqui no Brasil, participam apenas com 4,14% do mercado, o que enfatiza a característica já mencionada, de pulverização do setor. Quanto às empresas mais expressivas, sete grupos merecem destaque: Grupo Edson Queiroz, Grupo Schincariol, Mocellin e Cia. Ltda., Spal Indústria Brasileira de Bebidas Ltda., FLAMIN Mineração Ltda., Nestlé Waters e Danone (FRASÃO, 2009).

Compõem o mercado de águas engarrafadas: as águas adicionada de sais, águas potáveis de mesa e águas minerais. Entende-se por água adicionada de sais, a água para consumo humano preparada e envasada, contendo um ou mais dos seguintes sais, de grau alimentício: bicarbonato de cálcio, magnésio, potássio, sódio; carbonato de cálcio, magnésio, potássio, sódio; cloreto de cálcio, magnésio, potássio, sódio; sulfato de cálcio, magnésio, potássio, sódio; citrato de cálcio, magnésio, potássio e de sódio. Não deve conter açúcares, adoçantes, aromas ou outros ingredientes (BRASIL, 2005).

Já as águas potáveis de mesa são águas de composição normal provenientes de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas, que preencham tão somente as condições de potabilidade para a região. E as águas minerais, são aquelas obtidas de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas que possuam composição química ou propriedades físicas ou físico-químicas distintas das águas comuns, com características que lhes confirmam uma ação medicamentosa. Podendo ser, também, classificada como minerais águas que, mesmo sem atingir os limites da classificação estabelecida nos Capítulos VII e VIII do Código de Águas Minerais, possuem incontestemente e comprovada ação medicamentosa (BRASIL, 1945).

### 3.2. Classificação da água mineral

O Código de Águas Minerais distingue as águas minerais, tanto pela sua composição química como pelas características de suas fontes. Quanto à composição química, as águas minerais podem ser classificadas em (BRASIL, 1945):

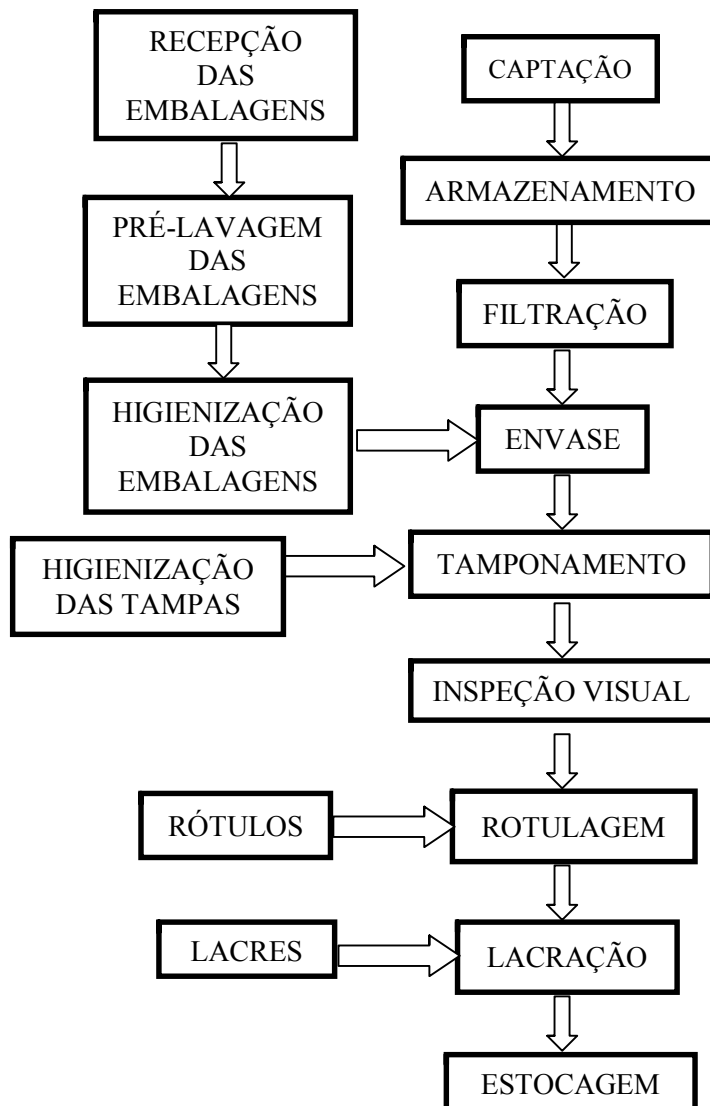
- Oligominerais: quando apresentarem apenas uma ação medicamentosa;
- Radíferas: quando tiverem radioatividade permanente;
- Alcalino-bicarbonatadas: as que contiverem, no mínimo, 0,200 g/ L de bicarbonato de sódio;
- Alcalino-terrosas: as que contiverem, no mínimo, 0,120 g/ L de carbonato de cálcio;
- Alcalino-terrosas cálcicas: as que contiverem, no mínimo, 0,048 g/ L de  $\text{Ca}^{+2}$  sob a forma de bicarbonato de cálcio;
- Alcalino-terrosas magnesianas: as que contiverem, no mínimo, 0,030 g/ L de  $\text{Mg}^{+2}$  sob a forma de bicarbonato de magnésio;
- Sulfatadas: as que contiverem, no mínimo, 0,100 g/ L de  $\text{SO}_4^{-2}$  combinados aos cationes Na, K e Mg;
- Sulfurosas: as que contiverem, no mínimo, 0,001 g/ L de anionte S;
- Nitratadas: as que contiverem, no mínimo, 0,100 g/ L de anionte  $\text{NO}_3$  de origem mineral;
- Cloretadas: as que contiverem, no mínimo, 0,500 g/ L do ClNa;



- Ferruginosas: as que contiverem, no mínimo, 0,005 g/ L do catione Fe;
- Radioativas: as que contiverem radônio em dissolução, obedecendo aos seguintes limites: fracamente radioativas, as que apresentarem no mínimo, um teor de radônio compreendido entre 5 e 10 unidades Mache/ L a 20°C e 760 mm Hg de pressão; radioativas, as que apresentarem um teor em radônio entre 10 e 50 unidades Mache/ L a 20°C e 760 mm Hg de pressão; fortemente radioativas, as que possuírem um teor em radônio superior a 50 unidades Mache/ L a 20°C e 760 mm Hg de pressão;
- Toriativas: as que possuírem um teor em torônio em dissolução, equivalente em duas unidades eletrostáticas, a 2 unidades Mache/ L no mínimo;
- Carbogasosas: as que contiverem, 200 ml/ L de gás carbônico livre dissolvido, a 20°C e 760 mm Hg de pressão.

Com relação às características das fontes, estas são classificadas quanto aos gases e temperatura. Quanto aos gases elas são classificadas em: fracamente radioativas, as que apresentarem, no mínimo, uma vazão gasosa de 1L/ minuto com um teor em radônio compreendido entre 5 e 10 unidades Mache/ L de gás espontâneo, a 20°C e 760 mm Hg de pressão; radioativas, as que apresentarem, no mínimo, uma vazão gasosa de 1L/ minuto com um teor em radônio compreendido entre 10 a 50 unidades Mache/ l de gás espontâneo, a 20°C e 760 mm Hg de pressão; fortemente radioativas, as que apresentarem, no mínimo, uma vazão gasosa de 1L/ minuto com um teor em radônio superior a 50 unidades Mache/ L de gás espontâneo, a 20°C e 760 mm Hg de pressão; toriativas, as que apresentarem, no mínimo, uma vazão gasosa de 1L/ minuto, com um teor em torônio na emergência equivalente em unidades eletrostáticas a 2 unidades Mache/ L; sulfurosas, as que possuírem na emergência desprendimento definido de gás sulfídrico. Quanto à temperatura são classificadas em: frias (temperatura < 25°C), hipotermiais (temperatura 25-33°C), mesotermiais (temperatura 33-36°C), isotermiais (temperatura 36-38°C) e hipertermiais (temperatura > 38°C) (BRASIL, 1945).

### 3.3. Industrialização da água mineral em embalagens retornáveis



**Figura 1.** Fluxograma do processo de água mineral em embalagem retornável.

As etapas principais do processo apresentam-se descritas abaixo:

- a) **Captação:** é o ponto de tomada superficial (nascente ou surgência) ou subterrânea (poço) de água mineral de um aquífero, que pode ser realizada por meio de caixa ou poço (LIMA, 2011). A água mineral captada é conduzida por meio de tubulações fechadas, contínuas, independentes e identificadas até os tanques de armazenamento. A canalização deve atender ao “Regulamento Técnico - Critérios Gerais e Classificação de Materiais para Embalagens e Equipamentos em Contato com Alimentos”, outros regulamentos técnicos específicos e suas alterações (BRASIL, 2006).
- b) **Armazenamento:** a água captada é armazenada em reservatório situado em nível superior ao solo e estanque a fim de evitar a contaminação da água mineral. O reservatório deve

atender ao “Regulamento Técnico - Critérios Gerais e Classificação de Materiais para Embalagens e Equipamentos em Contato com Alimentos”, outros regulamentos técnicos específicos e suas alterações, possuir extravasor, está protegido por tela milimetrada, dotado de filtro de ar microbiológico, válvula de retenção ou fecho hídrico em forma de sifão para impedir que o nível de água atinja a parte superior. Além de possuir um dispositivo para esvaziamento em nível inferior para fins de higienização e uma torneira específica para coleta de amostra, instalada no início da canalização de distribuição da água para o envase (BRASIL, 2006). O tempo de residência da água mineral no reservatório, necessária às operações de enxágüe e envase, não poderá exceder a 03 (três) dias (LIMA, 2011).

c) Filtração: É uma operação de retenção de partículas sólidas e em suspensão por meio de material filtrante, que não altera as características químicas, físico-químicas e microbiológicas da água (GOMES *et al.*, 2011).

d) Recepção das embalagens: inicialmente, é realizada a triagem qualitativa dos garrafões com uma inspeção visual e olfativa, verificando prazo de validade e certificação dos vasilhames. Garrafões com prazo de validade vencido e sem certificação, devem ser rejeitadas e destruídas. Assim como, as embalagens, com amassamentos, rachaduras, ranhuras, remendos, deformação de gargalos, alterações de odor, de cor, e outras imperfeições constantes das normas vigentes da ABNT (LIMA, 2011).

e) Pré-lavagem das embalagens: Os garrafões aprovados na triagem qualitativa são limpos externamente, podendo ser de forma manual ou automática, em local apropriado, para a retirada de todas as impurezas externas, incluindo rótulos, tampas e cola. Posteriormente, esses são escovados internamente (LIMA, 2011). Essa etapa visa à redução de cerca de 90% dos resíduos solúveis em água e a ação mecânica da água e da fibra de limpeza, juntamente, com a ação química do detergente, são responsáveis pela diminuição da carga microbiana das superfícies internas das embalagens (GERMANO & GERMANO, 2008).

f) Higienização das embalagens: nessa etapa é aplicado o jateamento de água sobre alta pressão e produtos detergentes e sanitizantes aprovados pelo Ministério da Saúde, utilizando maquinário automático (LIMA, 2011). O enxágüe dos garrafões deve garantir a eliminação dos resíduos dos produtos químicos utilizados na higienização. A ausência desses resíduos deve ser comprovada por testes indicadores. A água mineral a ser envasada deve ser utilizada no enxágüe final das embalagens retornáveis.

g) Envase: é uma operação de introdução da água mineral nas embalagens por meio máquinas automáticas, sendo proibido o processo manual (GOMES *et al.*, 2011).

- h) Higienização das tampas: As tampas utilizadas nos garrafões são previamente desinfetadas, com substância de comprovada eficiência e que não deixe residual, dispensado o enxague. Caso o desinfetante deixe residual, as tampas devem ser enxaguadas com água proveniente da fonte de água mineral (LIMA, 2011).
- i) Tamponamento: operação de fechamento das embalagens, utilizando tampas previamente higienizadas realizada em maquinário automático (BRASIL, 2006).
- j) Inspeção visual: avaliação visual do produto, de modo a assegurar a sua característica original e a sua qualidade higiênico-sanitária. Produtos reprovados nessa etapa devem ser armazenados em local separado e identificado até o seu destino final (BRASIL, 2006).
- l) Rotulagem: operação de aplicação do rótulo que deve ser feita fora da área de envase. Os rótulos das embalagens da água mineral devem obedecer aos regulamentos técnicos de rotulagem geral e específicos (BRASIL, 2006).
- m) Lacração: o lacre termo-encolhível é colocado na tampa do garrafão e este é transportado por meio de esteira ao túnel de termo-encolhimento.
- n) Estocagem: A água mineral envasada é armazenada sobre paletes, estrados e/ ou prateleiras, respeitando o espaçamento mínimo necessário para garantir adequada ventilação, limpeza e, quando for o caso, desinfecção do local (BRASIL, 2006). Os locais para armazenamento devem ser limpos, secos, ventilados, com temperatura ambiente e protegidos da incidência direta da luz solar para evitar a alteração do produto (GOMES *et al.*, 2011).

### **3.4. Microrganismos indicadores da qualidade na água mineral**

Devem ser levados em consideração dois aspectos importantes no que diz respeito a qualidade microbiológica dos produtos alimentícios: a qualidade comercial e a qualidade higiênico-sanitária. Na qualidade comercial, o risco está na possível alteração das características sensoriais do alimento, que irá influenciar na depreciação e aceitação do produto pelo consumidor. Já a falta da qualidade higiênico-sanitária pode significar um risco para a saúde do consumidor (LIMA, 2003).

Na busca por instrumentos que facilitem a investigação da qualidade higiênico-sanitária dos alimentos, faz-se necessário o conhecimento dos microrganismos indicadores (FRANCO & LANDGRAF, 2005). Esses são empregados com mais frequência para avaliar a segurança e a sanificação do que a qualidade dos alimentos. Para ser um indicador de segurança, esse deve apresentar as seguintes características: ser fácil e rapidamente detectável; ser facilmente distinguido dos outros membros da microbiota do alimento; ter um

histórico de freqüente associação com o patógeno cuja presença deve indicar; sempre estar presente quando o patógeno de interesse estiver presente; ser um microrganismo cujos números estejam correlacionados com as contagens do patógeno de interesse; possuir necessidade e uma taxa de crescimento equivalente às do patógeno de interesse; ter uma taxa de morte ao menos paralela à taxa de morte do patógeno de interesse e, de preferência, sobreviver um pouco mais do que ele; estar ausente no alimento livre do patógeno de interesse, exceto, talvez, quando este estiver presente em pequenas concentrações (JAY, 2005).

Segundo a Resolução RDC nº 275, de 22 de setembro de 2005 da ANVISA, que trata das características microbiológicas para água mineral e água natural, os microrganismos indicadores da qualidade da água mineral são: coliformes totais, coliformes fecais e/ou *Escherichia coli*, Clostrídios sulfito redutores ou *Clostridium perfringens*, *Enterococcus* e *Pseudomonas aeruginosa* (BRASIL, 2005).

Os coliformes totais é um subgrupo da família *Enterobacteriaceae* que inclui 44 gêneros e 176 espécies. Nesse grupo estão apenas as enterobactérias capazes de fermentar a lactose com produção de gás, 24 a 48 horas a 35°C (SILVA et al., 2007). Compõem esse grupo predominantemente bactérias pertencentes aos gêneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella*. Destes, apenas a *Escherichia coli* tem como hábitat primário o trato intestinal do homem e animais homeotérmicos. Os demais, além de serem encontrados nas fezes, também estão presentes em outros ambientes como na vegetação e no solo, onde persistem por tempo superior ao de bactérias patogênicas de origem intestinal como *Salmonella* e *Shigella*. Conseqüentemente, a presença de coliformes totais no alimento não indica, necessariamente, contaminação fecal recente ou ocorrência de enteropatógenos (CUNHA, 2006). Na água indica poluição, com o risco potencial da presença de microrganismos patogênicos e sua ausência é evidência em uma água bacteriologicamente potável, uma vez que são mais resistentes na água que as bactérias patogênicas de origem intestinal (KITLABOR, 2011).

O grupo de coliformes fecais é um subgrupo dos coliformes totais, restrito aos membros capazes de fermentar a lactose em 24 horas a 44,5-45,5°C, com produção de gás. Essa definição objetivou, a priori, selecionar apenas as enterobactérias de origem do trato gastrointestinal (*E. coli*), porém, atualmente sabe-se que o grupo inclui membros de origem não fecal, várias cepas *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter agglomerans*, *Enterobacter*

*aerogenes*, *Enterobacter cloacae* e *Citrobacter freundii*. Em função disso, o termo coliformes fecais tem sido, substituído por coliformes termotolerantes (SILVA et al., 2007).

Ao invés de enumerar os coliformes fecais e *E.coli* alguns laboratórios estão preferindo enumerar as bactérias pertencentes à família *Enterobacteriaceae* como um todo, ou seja, as fermentadoras e não fermentadoras de lactose, pois números falsos seriam obtidos ao se verificar apenas a presença de microrganismos fermentadores de lactose, quando a população fosse constituída, na sua maioria, por microrganismos não fermentadores, incluindo-se aqui as salmonelas lactose-negativas ou outros fermentadores tardios desses açúcares (KITLABOR, 2011).

Os enterococos têm como habitat natural o trato intestinal humano de modo que não ocorrem normalmente em águas ou solos de áreas não poluídas. Sua presença é indicativa de contaminação fecal recente tendo em vista que não se multiplicam em águas poluídas (KITLABOR, 2011).

A água mineral proveniente diretamente do aquífero possui microbiota em torno de 20 UFC/mL. Esta aumenta para aproximadamente  $10^2$ - $10^5$  UFC/mL após duas a três semanas do envase, devido a mudanças nas condições ambientais. Este rápido crescimento dos microrganismos pode estar relacionado à oxigenação durante o processo de envase da água mineral, ao aumento de área de contato devido o confinamento dentro da embalagem, ao aumento de temperatura durante a estocagem e/ou aos nutrientes presentes na embalagem. A embalagem de PET é uma fonte de matéria orgânica que pode contribuir para o crescimento de microrganismos, pois durante o período de armazenamento libera diversos compostos orgânicos. Fazem parte dessa microbiota, as bactérias dos gêneros *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Achromobacter* e *Moraxella*. Estas bactérias podem apresentar efeito inibidor sobre a sobrevivência de alguns microrganismos indicadores e patogênicos. A maioria destas bactérias não apresenta risco à saúde da população em geral, contudo, algumas são patógenos oportunistas com capacidade de provocar efeitos adversos à saúde em indivíduos imunocomprometidos. (KITLABOR, 2011).

A *Pseudomonas aeruginosa* consiste em um patógeno oportunista formador de biofilme de modo a interferir em processo industriais se destacando em processos de

deterioração a partir do ataque a materiais diversos. Sua presença em águas minerais envasadas nos garrafões plásticos reutilizáveis (normalmente de 20 litros) também tem sido constantemente relatada, especialmente pela grande produção de biofilme no interior destes recipientes e a má higienização destes nas empresas engarrafadoras, determinando a deterioração da água (alteração de sabor, odor e aparência), além de poder contribuir para a disseminação de um patógeno oportunista de extrema importância (KITLABOR, 2011).

No que diz respeito às bactérias heterotróficas, ainda que haja impossibilidade de determinação de todas as bactérias presentes na água bruta, tratada ou mineral, a determinação deste tipo de bactéria é de fundamental importância em virtude de ser considerada um instrumento auxiliar no controle bacteriológico quanto às condições higiênicas. Sua presença em níveis elevados pode provocar um impedimento na detecção de coliformes em razão da produção de fatores de inibição. Ainda que a legislação não determine um valor máximo permitido para sua quantidade, a determinação de sua densidade tem relevância pela possibilidade de determinação das possíveis causas de deterioração da qualidade da água (KITLABOR, 2011).

Em relação à determinação de esporos de *Clostridium perfringens* em água consiste em uma avaliação de extrema importância, tendo em vista que pode indicar contaminação fecal remota, útil em situações onde outros indicadores de menor resistência, tais como *E. coli*, já não se encontrariam mais presentes. O referido microrganismo consiste em uma bactéria anaeróbia em forma de bastonete, sulfito redutora, amplamente distribuída na natureza e considerada como parte da microbiota intestinal do homem e de animais. Em face disso, a partir da eliminação de seus esporos nas fezes possibilita que atinjam o meio aquático onde apresentam excepcional longevidade, em função da grande resistência a condições ambientais desfavoráveis (KITLABOR, 2011).

### **3.5. Embalagens para água mineral**

O uso de embalagens remonta ao início da história dos homens. Enquanto, o homem consumiu seus alimentos no próprio local de origem, sobre um arbusto ou penhasco e enquanto não precisou de cuidados especiais com vestimentas ou armas, não houve necessidade de proteção especial nem para suas coisas nem para si próprio. A necessidade da embalagem surgiu à medida que a vida do homem tornou-se gradativamente mais complexa.

Quando amadureceu a consciência de que passou a ser necessário armazenar; quando aumentou a distância entre a sua moradia permanente ou semipermanente e suas fontes de abastecimento; quando surgiu a divisão do trabalho dentro do próprio núcleo familiar, depois no clã e na tribo, ou mesmo entre tribos; à medida que o homem foi se especializando e tornando-se caçador, plantador de sementes, pescador por diante. É assim que foram sendo manufaturados os primeiros tipos de embalagens, como o cesto, o alforje, a trouxa de peles, bexigas de animais e outras (GERMANO & GERMANO, 2008).

Segundo a Resolução RDC nº 91, de 11 de maio de 2001 da ANVISA, embalagens para alimentos é o artigo que está em contato direto com alimentos, destinado a contê-los, desde a sua fabricação até a sua entrega ao consumidor, com a finalidade de protegê-los de agente externos, de alterações e de contaminações, assim como de adulterações (BRASIL, 2001).

As embalagens que estejam em contato direto com alimentos devem ser fabricadas em conformidade com as boas práticas de fabricação para que, nas condições normais ou previsíveis de emprego, não produzam migração para os alimentos de componentes indesejáveis, tóxicos ou contaminantes em quantidades tais que superem os limites máximos estabelecidos de migração total ou específica, tais que: possam representar um risco para a saúde humana; ocasionem uma modificação inaceitável na composição dos alimentos ou nas características sensoriais dos mesmos (BRASIL, 2001).

Além dos requisitos legais, as embalagens devem atender as expectativas do consumidor, que dá preferência às que proporcionem: facilidade de abertura e “refechamento”, em se tratando de produtos que não são retirados de uma só vez; facilidade de traslado do ponto de venda até o local de consumo, tanto em termos de peso quanto à presença de dispositivos que facilitem seu transporte; possibilidade de reaproveitamento para uso doméstico; e boa apresentação do produto, estética da embalagem (GERMANO & GERMANO, 2008).

Essas podem ser classificadas de acordo com os tipos de materiais que as compõem: materiais plásticos, incluídos os vernizes e revestimentos; celulose regenerada; elastômeros e borrachas; vidro; metais e suas ligas; madeira, incluindo a cortiça; produtos têxteis; ceras de parafina e microcristalinas (BRASIL, 2001). Os materiais usados para o envase de água mineral incluem o vidro, com aproximadamente 11% do mercado nacional e o



plástico com aproximadamente 89%. O baixo peso e custo da embalagem plástica apresentam-se como uma boa alternativa frente ao vidro (NASSER; LOPES; MONTEIRO, 2005). O vidro, apesar de apresentar uma queda na sua participação no mercado, é ainda utilizado para envase de águas (com ou sem gás) em embalagens de 300 a 510 mL, em locais mais sofisticados ou de forte tradição cultural (hotéis, restaurantes de luxo e estâncias hidrominerais). Enquanto as embalagens plásticas (polietileno de baixa densidade - PEBD, polipropileno - PP, poliestireno - PS, policarbonato - PC e polietileno tereftalato – PET), são utilizadas para o envase da água mineral em volumes de 200 mL, 300 mL, 500 mL, 510 mL, 600 mL, 1000 mL, 1.500 mL e 2.000 mL, até embalagens de 3, 5, 10 e 20 litros, retornáveis ou não (CAETANO, 2009).

Dentre os materiais de embalagem, o vidro é o mais antigo deles, sabe-se que seu emprego data de pelo menos 3.500 anos. Esse é um material cerâmico, um sólido inorgânico, não metálico, cujo constituinte fundamental é o silicato, organizado de forma amorfa, representado como uma sucessão aperiódica e desordenada de moléculas tetraédricas que possuem no centro um átomo de silício e quatro átomos de oxigênio, um em cada vértice. Os átomos de Na, Mg, Ca, Ba e K encontram-se nos interespaços entre um tetraedro e outro (BARUFALDI, 1998). Podem ser incolores ou coloridos. São identificados os seguintes tipos de vidro: borossilicato, permitido para fabricação de embalagens e equipamentos para qualquer condição de contato com os alimentos, inclusive esterilização e cocção em todos os tipos de fornos industriais e domésticos; sódio-cálcicos, permitidos para fabricação de embalagens e equipamentos para qualquer condição de contato com alimentos, incluindo pasteurização e esterilização industrial; cristal, permitido para fabricação de artigos de uso doméstico, somente destinados a contatos breves e repetidos com alimentos. Este tipo de vidro deverá cumprir com o regulamento técnico específico correspondente. Com relação ao uso, as embalagens de vidro podem ser classificadas em: retornáveis, as que podem ser utilizadas várias vezes, somente para conter alimentos, sofrendo um processo industrial de higienização, antes de cada reutilização; não retornáveis, de uma única utilização (BRASIL, 1996).

O vidro ainda é um material utilizado em larga escala na indústria de alimentos, apesar dos inúmeros materiais de embalagens mais recentes, devido as seguintes propriedades: inércia química, impermeabilidade, rigidez, resistência a pressões internas e ótimas propriedades óticas. A transparência do vidro é um importante fator de vendas. Por

outro lado, como deficiência, é possível citar o peso significativo da embalagem, o alto custo, as perdas por quebra e a dificuldade no desenvolvimento de tampas adaptáveis. A fragilidade é uma das maiores desvantagens do vidro (GERMANO & GERMANO, 2008).

O plástico é um dos materiais que pertence à família dos polímeros, e provavelmente o mais popular. Para a indústria de embalagem plástica, a indústria de alimentos tem um papel de grande importância, representando 64,3% de seu consumo total (NASSER; LOPES; MONTEIRO, 2005).

Os plásticos constituem um amplo grupo de materiais sólidos, compostos orgânicos, usualmente tendo por base resinas sintéticas ou polímeros naturais modificados. Os polímeros podem ser definidos como um composto de alto peso molecular cuja estrutura é formada pela repetição de unidades químicas relativamente simples chamada mero, podendo ser naturais ou sintéticos. Já as resinas são uma classe especial de produtos naturais ou sintéticos, geralmente de alto peso molecular, sem ponto de fusão definido. Muitas resinas são polímeros (GERMANO & GERMANO, 2008).

Dois segmentos compõem o mercado de água mineral, o consumo de mesa (garrafas contendo de 0,3 a 5 L) e os garrafões retornáveis (5, 10 e 20 L). Os principais polímeros utilizados no envase de água mineral destinada ao consumo de mesa são o PET, que representa 88,6% do mercado, o polipropileno (PP), representando 9,0% e o policloreto de vinila (PVC), representando 2,4%. Já no envase de água mineral em garrafões retornáveis, os principais polímeros são o PET, o polietileno de alta densidade (PEAD), o PVC, o PP e o policarbonato (PC), que representa 95,7% do segmento (NASSER; LOPES; MONTEIRO, 2005). Sendo os mais utilizados atualmente para a fabricação dos garrafões: PET, PP e PC.

O PET é o polímero de condensação do ácido tereftálico com o glicol etilênico, estrutura amorfa ou cristalina segundo as condições de trabalho, massa volúmica de 1,33 a 1,37 g/cm<sup>3</sup>. Possuem as seguintes características: permeabilidade muito baixa à água e ao oxigênio; elevada dureza e rigidez; limite térmico em função do grau de cristalização de 80 ou mais a 200°C; resistente aos hidrocarbonetos até aos aromáticos, gorduras, ácidos e álcalis diluídos; não resistente aos hidrocarbonetos halogenados, acetona, ácidos e álcalis concentrados; transformação por impressão, extrusão e termoformação (BARUFALDI, 1998).

Quimicamente o PET é classificado como um polímero poliéster termoplástico e produzido industrialmente por duas vias químicas: esterificação direta do ácido tereftálico purificado com etileno glicol e transesterificação do dimetil tereftalato com etileno glicol. Suas propriedades são dependentes do grau de cristalinidade que atinge após a transformação: quanto maior o grau, maior a rigidez e menor resistência ao impacto, maior resistência térmica e menor transparência (GERMANO & GERMANO, 2008).

O crescimento expressivo do polietileno tereftalato como embalagem de alimentos e bebidas relaciona-se às características favoráveis conferidas pela embalagem como transparência, brilho, boa resistência mecânica, como rigidez e resistência ao impacto, boa resistência química e estabilidade à deformação, baixo custo e ao fato de apresentar boa barreira a gases e a gordura, além de ser reciclável. Este está entrando no mercado de garrações de 20 L para água mineral, com a vantagem de apresentar um maior brilho em relação ao PP, e uma redução de custos em comparação ao PC (NASSER; LOPES; MONTEIRO, 2005).

Polímero de adição do propileno, o PP possui estrutura ordenada conhecida como isostática na adição cabeça-cauda, elevada cristalinidade, massa volúmica 0,90 a 0,91 g/cm<sup>3</sup> e limite térmico superior de uso a 110 - 130°C (BARUFALDI, 1998). Suas principais propriedades são: elevada resistência química e a solventes; permeabilidade muito baixa à água, alta ao oxigênio; excelentes características de isolante elétrico; fácil moldagem; fácil coloração; alta resistência à fratura por flexão ou fadiga; boa resistência ao impacto acima de 15 °C; boa estabilidade térmica; maior sensibilidade à luz UV e agentes de oxidação, sofrendo degradação com maior facilidade (GORNI, 2011).

A demanda está crescendo muito para o uso do PP em embalagens, devido à fidelidade na transmissão de cor e ao melhor acabamento. Pode ser trabalhado em máquina de extrusão e depois estirado a frio para a obtenção de monofilamentos de baixa densidade, alta tenacidade e boa resistência a abrasão. Cordas feitas com este monofilamento têm a vantagem de flutuar na água mesmo após prolongada imersão, e são à prova de deterioração. A densidade do PP o torna o mais leve dos plásticos (GERMANO & GERMANO, 2008).

Em 1998, os químicos Einhor e Bischof descobrem, por acaso, o policarbonato, que seria desenvolvido apenas em 1950, quando houve a popularização da tecnologia de polímeros. Para a indústria atual é considerado um dos principais tipos de termoplásticos

(VICENTE, 2009). Este é um tipo especial de poliéster, no qual se juntam os fenóis diédricos através de ligações de carbonatos. É surpreendentemente rígido, forte e não tóxico, e mantém a sua resistência ao impacto numa larga escala de temperatura e mesmo em condições ambientais severas. Suporta temperaturas desde os -50°C até +135°C e têm boas propriedades ópticas aliadas, excelente transparência (96%), à alta resistência à exposição solar (radiações UV) (LANDEIROTO; MONTEIRO; GUINÉ, 2011).

O PP, por ainda representar o menor custo na fabricação de embalagens, é a resina plástica mais utilizada no acondicionamento dos garrafões de 10 e 20 litros das águas minerais no Brasil. No entanto, o PET que possibilita uma maior transparência e maior retenção do gás e, por este motivo, garante, por mais tempo, as características organolépticas do produto, vinha sendo mais utilizado na linha de envase das águas gasosas. Embasado nessas características, o mesmo, tem sido motivo de diversas pesquisas as quais culminam com a redução de custos na fabricação deste tipo de embalagem, elevando, gradativamente, sua utilização nos diversos segmentos da indústria envasadora de água mineral brasileira sem gás, inclusive nos garrafões de 10 e 20 litros. Hodiernamente, a maior parcela da produção e consumo da água mineral no Brasil está vinculada aos garrafões retornáveis de 20 litros. Pois, a aquisição da água mineral nessas embalagens torna-se mais acessível ao consumidor final, bem como ao minerador, uma vez que tais embalagens comportam um volume elevado de água mineral, sendo retornáveis, necessitando apenas de limpeza e da troca de rótulos, tampas e lacres (CAETANO, 2009).

### **3.6. Higienização**

Na indústria de alimentos, quando se fala em qualidade, também se fala em inocuidade, em ausência de perigos nos alimentos em níveis que possam ocasionar dano a saúde e integridade do consumidor, o que reforça a importância da adoção de procedimentos de higienização adequados e eficazes. É importante que esses não interfiram nas propriedades nutricionais e sensoriais dos alimentos, mas garantam a preservação de seu padrão de identidade e qualidade.

A higienização na indústria de alimentos se insere dentro das Boas Práticas de Fabricação (BPF) e do sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), visando à obtenção de alimentos seguros, além de contribuir para a manutenção das características sensoriais e nutritivas desses alimentos (ANDRADE, 2008). Essa visa eliminar

ou reduzir a contaminação, diminuindo a probabilidade de transmissão de agentes causadores de doenças e divide-se em duas etapas distintas: limpeza e sanitização (GERMANO & GERMANO, 2008). A limpeza visa à remoção de resíduos orgânicos e minerais, já a sanitização têm como objetivo eliminar microrganismos patogênicos e reduzir o número de microrganismos deteriorantes para níveis considerados aceitáveis (LIMA, 2011).

A higienização eficiente pode ser considerada como o resultado da inter-relação entre as energias químicas, mecânicas e térmica, além do tempo de execução do procedimento, pois, quanto maior o tempo de contato ou duração do procedimento, mais eficiente será a higienização. No entanto quando se considera a aplicação de agentes químicos, as reações ocorrem com maior eficiência nos minutos iniciais da utilização destes produtos, pois a medida que o tempo passa as soluções tornam-se saturadas com o material originado das reações (GERMANO & GERMANO, 2008) . É importante ter conhecimento sobre a concentração adequada de uso dos produtos de limpeza e sanitização, pois, existe um ponto ótimo para a utilização destes, acima e abaixo do qual ocorre perda de efetividade, e a natureza da superfície a ser higienizada, uma vez que em superfícies muito rugosas há uma maior dificuldade na penetração dos produtos de limpeza e na etapa de enxágue, tendência a manter sobre as superfícies, resíduos de produtos de higienização, sujidades e microrganismos, além de aumentar o tempo e o custo da higienização (LIMA, 2011).

De modo geral, a higienização se baseia nas seguintes etapas: pré-lavagem, lavagem, enxágue, sanitização e, se necessário, enxágue. A etapa de pré-lavagem visa à redução de resíduos presentes nas superfícies dos equipamentos e utensílios. Usando apenas água há remoção de 90% dos resíduos solúveis em água, dos resíduos não solúveis e a diminuição da carga microbiana. Na lavagem é usada solução detergente em contato direto com as sujidades, com ou sem auxílio de abrasivos, com o objetivo de separá-las das superfícies a serem higienizadas, dispersá-las no solvente e prevenir nova deposição sobre as superfícies. Após a lavagem, as superfícies devem ser enxaguadas com água potável para remover resíduos suspensos e traços dos componentes dos detergentes. Na sanitização é aplicada solução de sanitizante a fim de eliminar microrganismos patogênicos e reduzir a microbiota de deteriorantes a níveis considerados seguros. Realizada a sanitização, as superfícies devem ser enxaguadas com água potável para eliminar resíduos dos sanitizantes, se necessário (LIMA, 2011).

Para que a higienização alcance o seu objetivo, é necessário que os métodos adotados considerem as instalações, os equipamentos, utensílios e manipuladores. Dentre os principais métodos de higienização utilizados na indústria de alimentos, podemos destacar: higienização manual, higienização por imersão, higienização por meio de máquinas lava jato tipo túnel, higienização por meio de equipamento spray, geração de espuma, nebulização ou atomização e higienização CIP (GERMANO & GERMANO, 2008).

A higienização manual é utilizada onde a higienização mecânica não é aplicável ou quando é necessária uma abrasão adicional. Nesta devem ser utilizados detergentes de média ou baixa alcalinidade e a temperatura de no máximo 45°C, uma vez que o colaborador responsável por esta, terá um contato mais direto com os agentes de higienização. A seleção adequada de utensílios de limpeza é importante, uma vez que poderão provocar ranhuras nas superfícies dos equipamentos, onde se instalarão microrganismos, dificultando sua remoção (GERMANO & GERMANO, 2008).

A higienização por imersão é utilizada para utensílios, partes desmontáveis de equipamentos e tubulações. Nesta também devem ser utilizados detergentes de baixa e média alcalinidade, uma vez que o colaborador responsável por esta, terá um contato indireto com os agentes de higienização (LIMA, 2011).

A higienização por meio de máquina lava jato tipo túnel é um método mecanizado, aplicado na higienização de bandejas, talheres, latões de transporte de leite, garrafas de vidro e embalagens retornáveis para água mineral. Nesta são recomendados detergentes de elevada alcalinidade, como o hidróxido de sódio, ou ácidos como o nítrico ou fosfórico, pois, não há contato manual durante a higienização. Além disso, essas máquinas podem utilizar água entre 70 – 80°C, ou vapor direto, como agente sanitizante (GERMANO & GERMANO, 2008).

Na higienização por meio de equipamento spray, o aparelho é dotado de uma pistola a qual é responsável por aspergir água para pré-lavagem e enxague e, ainda, soluções detergentes e sanitizantes. Soluções a baixas pressões, entre 5 e 10 Kgf/cm<sup>2</sup>, devem ser utilizadas em superfícies externas de equipamentos, como tanques, pisos, paredes. Altas pressões, entre 40 e 60 Kgf/cm<sup>2</sup>, devem ser recomendadas para a lavagem de caminhões de transporte e nas áreas de processamento (GERMANO & GERMANO, 2008).

A nebulização ou atomização é aplicada na remoção de microrganismos contaminantes de ambientes. Os equipamentos produzem uma névoa da solução sanitizante, como por exemplo o quaternário de amônio, que reduz a contaminação ambiental para padrões aceitáveis (LIMA, 2011).

A geração de espuma é um método de limpeza que utiliza um equipamento para produção da espuma e um detergente tensoativo aniônico. A espuma aumenta o tempo de contato com as sujidades e atinge locais de difícil acesso, comparado a limpeza realizada por meio do processo manual. Essa produz excelentes resultados com superfícies com resíduos de gorduras e proteínas (LIMA, 2011).

No *Clean In Place* (CIP) é um sistema automático e permanente no qual os equipamentos e tubulações são higienizados sem desmontagem, a partir da circulação de agentes químicos num fluxo turbulento. É aplicado em locais onde a higienização manual não pode ser realizada facilmente, ou mesmo em situações de total impossibilidade de alcance manual. O sistema é composto por: unidade CIP, é um tanque destinado ao armazenamento da solução química para higienização; bombas de avanço de solução são responsáveis pelo envio da solução química das unidades CIP até os locais em que se desejam realizar a higienização; sistema de tubulação de avanço permite a comunicação entre a unidade CIP e os pontos de aplicação das soluções químicas; bomba de retorno de solução é responsável pela sucção da solução química que já foi circulada no local a ser higienizado; sistemas de tubulação de retorno permitem a condução da solução CIP que já foi circulada, para locais definidos previamente em projeto; aspersores de solução são responsáveis pela higienização interna de tanques de elevada capacidade (FORNI, 2007).

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1. Materiais**

#### *4.1.1. Matéria-prima*

As embalagens retornáveis de policarbonato (PC) de 20 L (garrafão) foram obtidas em uma indústria envasadora de água mineral da Região Nordeste.

#### *4.1.2. Aquisição das amostras*

Foram efetuadas cinco coletas durante o mês de outubro de 2011, realizadas semanalmente. As coletas foram realizadas de segunda-feira a sexta-feira, seguindo a programação: 1<sup>a</sup> semana, coleta realizada na sexta-feira; 2<sup>a</sup> semana, coleta realizada na quinta-feira; 3<sup>a</sup> semana, coleta realizada na quarta-feira; 4<sup>a</sup> semana, coleta realizada na terça-feira; 5<sup>a</sup> semana, coleta realizada na segunda-feira.

Em cada uma foram coletadas três embalagens retornáveis de cada ponto do processo de industrialização: antes e após a etapa de pré-limpeza e após a etapa de higienização.

### **4.2. Metodologia**

As amostras coletadas foram submetidas às seguintes análises microbiológicas: contagem de coliformes totais, contagem de coliformes fecais, contagem de *Enterococcus*, contagem de *Pseudomonas aeruginosa*, contagem de *Clostridium sulfito redutor* e contagem de bactérias aeróbias mesófilas. As análises microbiológicas citadas acima foram efetuadas pela metodologia tradicional, empregando a técnica da membrana filtrante.

#### *4.2.1. Análises microbiológicas*

##### *4.2.1.1. Técnica da lavagem superficial*

Aplicou-se a análise de embalagens que poderiam ser fechadas e agitadas com um diluente em seu interior, para lavagem e coleta da contaminação (SILVA *et al.*, 2007).



Foram coletados três garrações de 20 L antes da etapa de pré-lavagem manual das embalagens, dentre os mais sujos, e a cada um destes foi adicionado quatro litros de água estéril para lavar toda a superfície interna, por agitação. Feito isso, os garrações foram fechados com tampas a prova de vazamento e, com as mãos, agitou-se vigorosamente as embalagens, para remover os microrganismos aderidos às paredes internas. Procurou-se atingir todos os pontos da superfície interna, de forma a garantir uma completa remoção dos contaminantes presentes (SILVA *et al.*,2007).

O líquido obtido na lavagem foi utilizado nos ensaios de quantificação dos microrganismos já citados. Considerou-se que, nesse procedimento, cada mililitro do lavado correspondeu a 5 cm<sup>3</sup>.

Os garrações coletados foram identificados e submetidos à etapa de pré-limpeza manual utilizando fibras de limpeza, detergente neutro e água corrente. Em seguida, foram encaminhados a higienização, nesta etapa foram utilizados um composto alcalino clorado com 3% de cloro ativo (Nippo Lat 3000), com função de limpeza e sanitização num único produto, e a água ozonizada com concentração de 1,0 a 1,5% de ozônio, como sanitizante. A ação mecânica ocorreu por meio de jatos realizados através dos bicos da máquina, e o último enxágue, após a sanitização, foi feito com água mineral. Após cada um das etapas mencionadas, procedeu-se conforme citado para a amostragem da superfície interna dos garrações antes da etapa de pré-limpeza.

#### *4.2.1.2. Técnica de filtração em membrana*

As análises foram realizadas utilizando-se um conjunto de filtração composto de um porta-filtro, um kitasato e um copo de filtração. Esse foi preparado ajustando-se a membrana de celulose estéril com porosidade de 0,45µm, no porta-filtro (com a face quadriculada para cima) e o copo de filtração sobre a membrana. Conectou-se então o kitasato a bomba de vácuo, para proceder a filtração (SILVA *et al.*,2007).



**Figura 2:** Conjunto de filtração.  
**Fonte:** Autora (2011)

Verteu-se no copo do conjunto de filtração 100 mL do líquido obtido na lavagem interna dos garrafões. Em seguida, ligou-se a bomba de vácuo e procedeu-se à filtração. Após a passagem da amostra, desligou a bomba de vácuo. Retirou-se o copo e, com auxílio de uma pinça flambada e resfriada, transferiu-se a membrana para a placa com o meio de cultura específico, com a face quadriculada para cima. Incubaram-se as placas nas condições recomendadas para cada ensaio, levando em consideração o tipo de microrganismo analisado (SILVA *et al.*, 2007).



**Figura 3:** Inoculação da membrana filtrante em meio de cultura.  
**Fonte:** Autora (2011)

#### 4.2.1.3. Contagem de coliformes totais

A análise foi realizada segundo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (EATON, 2005).

#### *4.2.1.4. Contagem de coliformes fecais*

A análise foi realizada segundo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (EATON, 2005).

#### *4.2.1.5. Contagem de Enterococcus fecais*

A análise foi realizada segundo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (EATON, 2005).

#### *4.2.1.6. Contagem de Pseudomonas aeruginosa*

A análise foi realizada segundo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (EATON, 2005).

#### *4.2.1.7. Contagem de Clostrídios sulfito redutor*

A contagem de clostrídios sulfito redutores a 46°C foi realizada através do método de membrana filtrante, na qual o meio de cultura utilizado foi o Clostridium Difficile Ágar, Ágar m-CP (Laborclin) em placas prontas (EATON, 2005).

#### *4.2.1.8. Contagem de bactérias heterotróficas*

A análise foi realizada pela técnica de pour plate, segundo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (EATON, 2005).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1. Contagem de coliformes totais

Os resultados da contagem de coliformes totais em embalagens retornáveis para água mineral são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Contagem de coliformes totais (UFC/ 100 mL) em embalagens retornáveis para água mineral, antes e após a pré- lavagem e após a higienização.

<b>Coletas</b>					
<b>Amostras</b>	<b>1<sup>a</sup></b>	<b>2<sup>a</sup></b>	<b>3<sup>a</sup></b>	<b>4<sup>a</sup></b>	<b>5<sup>a</sup></b>
<b>Garrafão 1 antes da pré-lavagem</b>	<0,1	<0,1	$17,8 \times 10^2$	$4,0 \times 10^1$	<0,1
<b>Garrafão 2 antes da pré-lavagem</b>	<0,1	<0,1	<0,1	$6,0 \times 10^1$	<0,1
<b>Garrafão 3 antes da pré-lavagem</b>	<0,1	<0,1	$9,1 \times 10^2$	$0,5 \times 10^1$	<0,1
<b>Garrafão 1 após a pré-lavagem</b>	<0,1	<0,1	$0,5 \times 10^1$	$4,0 \times 10^1$	$0,5 \times 10^1$
<b>Garrafão 2 após a pré-lavagem</b>	<0,1	<0,1	<0,1	$15,1 \times 10^2$	<0,1
<b>Garrafão 3 após a pré-lavagem</b>	<0,1	<0,1	$8,0 \times 10^1$	$14,6 \times 10^1$	<0,1
<b>Garrafão 1 após a higienização</b>	<0,1	<0,1	<0,1	$32,5 \times 10^1$	<0,1
<b>Garrafão 2 após a higienização</b>	<0,1	<0,1	<0,1	$1,4 \times 10^1$	<0,1
<b>Garrafão 3 após a higienização</b>	<0,1	<0,1	<0,1	$5,5 \times 10^1$	<0,1

Na 3<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> coletas, foi possível observar que a etapa de higienização eliminou ou reduziu a níveis aceitáveis a contaminação microbiana. CARDOSO *et al.* (2003), em sua pesquisa, coletaram trinta garrações sujos e submeteram a lavagem, utilizando-se água e tensoativo não-iônico do tipo álcool etoxilado, na dose de 0,4 mL/L (Liquid Force-Ecolab), durante 2 min., seguida, de um enxágüe de 2 min., com a solução desinfetante (4 mg/L de ozônio dissolvido). Na pré-lavagem obtiveram uma média na contagem de coliformes totais de 192, 53 NMP/ 100 mL e pós-lavagem uma eliminação dos microrganismos.

Na 4<sup>a</sup> coleta, foi possível observar que houve um aumento da carga microbiana na etapa de pré-lavagem, seguida de uma redução dessa na etapa de higienização. Sendo que essa redução não foi a níveis aceitáveis, pois, segundo a Resolução RDC n<sup>o</sup> 275, de 22 de setembro

de 2005 da ANVISA, a contagem de coliformes totais em água mineral, para uma amostra indicativa, deve ser  $< 1,0$  UFC/ 100 mL (BRASIL, 2005).

Diante do exposto, a higienização foi eficiente em 80% das coletas. A presença de coliformes totais não indica, necessariamente, contaminação fecal recente ou ocorrência de enteropatógenos, indica uma contaminação após a pré-lavagem, possivelmente, devido à falta de padronização dessa etapa e o inadequado utensílio (esponja) utilizado nessa.

### 5.2. Contagem de coliformes fecais

A Tabela 2 apresenta os resultados da contagem de coliformes fecais em embalagens retornáveis para água mineral nas diferentes coletas efetuadas.

**Tabela 2.** Contagem de coliformes fecais (UFC/ 100 mL) em embalagens retornáveis para água mineral, antes e após a pré- lavagem e após a higienização.

<b>Coletas</b>					
<b>Amostras</b>	<b>1<sup>a</sup></b>	<b>2<sup>a</sup></b>	<b>3<sup>a</sup></b>	<b>4<sup>a</sup></b>	<b>5<sup>a</sup></b>
<b>Garrafão 1 antes da pré-lavagem</b>	$1,0 \times 10^1$	Ausência	$4,5 \times 10^2$	$1,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^1$
<b>Garrafão 2 antes da pré-lavagem</b>	$1,5 \times 10^1$	Ausência	Ausência	$1,5 \times 10^1$	Ausência
<b>Garrafão 3 antes da pré-lavagem</b>	Ausência	Ausência	$3,5 \times 10^1$	$0,5 \times 10^1$	$0,5 \times 10^1$
<b>Garrafão 1 após a pré-lavagem</b>	Ausência	Ausência	$0,5 \times 10^1$	$1,0 \times 10^1$	Ausência
<b>Garrafão 2 após a pré-lavagem</b>	Ausência	Ausência	Ausência	$2,1 \times 10^2$	Ausência
<b>Garrafão 3 após a pré-lavagem</b>	Ausência	Ausência	$6,5 \times 10^1$	$25,5 \times 10^1$	Ausência
<b>Garrafão 1 após a higienização</b>	Ausência	Ausência	Ausência	$9,0 \times 10^1$	Ausência
<b>Garrafão 2 após a higienização</b>	Ausência	Ausência	Ausência	$2,5 \times 10^1$	Ausência
<b>Garrafão 3 após a higienização</b>	Ausência	Ausência	Ausência	$2,5 \times 10^1$	Ausência

Na 1<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> coletas, observou-se que a etapa de higienização eliminou ou reduziu a níveis aceitáveis a carga microbiana. Na 4<sup>a</sup> coleta, verificou-se um aumento da carga microbiana na etapa de pré-lavagem, seguida de uma redução dessa na etapa de higienização. Essa redução não atinge o objetivo da higienização, redução a níveis aceitáveis, uma vez que, segundo a Resolução RDC n<sup>o</sup> 275, de 22 de setembro de 2005 da ANVISA, o resultado da contagem de coliformes fecais em água mineral, para uma amostra indicativa, deve ser

ausência (BRASIL, 2005). Como o grupo dos coliformes fecais inclui: *E. coli* (90% das culturas), apenas algumas cepas de *Enterobacter* e *Klebsiela*, e a *E. coli* é o hospedeiro constante do intestino do homem e de seus animais, podemos concluir que a presença desse está associada com a fonte fecal, mais especificamente, contaminação fecal recente (FRANCO & LANDGRAF, 2005).

Os resultados obtidos nessa coleta evidenciam uma contaminação após a pré-lavagem, uma vez que essa visa à redução de cerca de 90% dos resíduos solúveis em água e a ação mecânica da água e da fibra de limpeza, juntamente, com a ação química do detergente, são responsáveis pela diminuição da carga microbiana das superfícies internas das embalagens (GERMANO & GERMANO, 2008). Possivelmente, como já mencionado na contagem de coliformes totais, essa contaminação seja devido à falta de padronização dessa etapa e o inadequado utensílio utilizado nessa.

Diante desse panorama, podemos constatar que a higienização foi eficiente em 80% das coletas realizadas.

### **5.3. Contagem de *Enterococcus***

Os resultados das análises de *Enterococcus* em embalagens retornáveis para água mineral são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Contagem de *Enterococcus* (UFC/ 100 ml) em embalagens retornáveis para água mineral, antes e após a pré- lavagem e após a higienização.

<b>Coletas</b>					
<b>Amostras</b>	<b>1<sup>a</sup></b>	<b>2<sup>a</sup></b>	<b>3<sup>a</sup></b>	<b>4<sup>a</sup></b>	<b>5<sup>a</sup></b>
<b>Garrafão 1 antes da pré-lavagem</b>	1,1 x 10 <sup>1</sup>	<0,1	3,0 x 10 <sup>1</sup>	<0,1	1,1 x 10 <sup>1</sup>
<b>Garrafão 2 antes da pré-lavagem</b>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,1 x 10 <sup>1</sup>
<b>Garrafão 3 antes da pré-lavagem</b>	<0,1	<0,1	4,0 x 10 <sup>1</sup>	<0,1	<0,1
<b>Garrafão 1 após a pré-lavagem</b>	<0,1	<0,1	0,5 x 10 <sup>1</sup>	<0,1	0,5 x 10 <sup>1</sup>
<b>Garrafão 2 após a pré-lavagem</b>	<0,1	<0,1	0,5 x 10 <sup>1</sup>	<0,1	1,0 x 10 <sup>1</sup>
<b>Garrafão 3 após a pré-lavagem</b>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
<b>Garrafão 1 após a higienização</b>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
<b>Garrafão 2 após a higienização</b>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
<b>Garrafão 3 após a higienização</b>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

A tabela acima mostra a eliminação da contaminação microbiana após a higienização na 3<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> coletas e a redução da carga microbiana após a pré-lavagem na 1<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> coletas. Sendo assim, podemos constatar que a etapa de higienização atinge o objetivo, em 100% das coletas, uma vez que, segundo a Resolução RDC n° 275, de 22 de setembro de 2005 da ANVISA, o resultado da contagem de *Enterococcus* em água mineral, para uma amostra indicativa, deve ser < 1,0 UFC/ 100 ml (BRASIL, 2005). Fard (2007), em sua pesquisa, monitorou a qualidade microbiológica das superfícies internas das embalagens retornáveis de polipropileno (PP) para água mineral, e constatou que não foram encontradas amostras positivas para *Enterococcus*. Esses microrganismos têm uma capacidade de sobrevivência superior aos coliformes, principalmente na água, porém sua presença pode indicar uma contaminação viral da água, tendo em vista que são mais resistentes que os coliformes ainda que diante de condições ambientais adversas (SILVA *et al.*, 2007). Em virtude dessa maior resistência, a determinação desses microrganismos pode ser útil na avaliação da eficiência de processos de desinfecção de plantas de processamento ou na avaliação da qualidade higiênico-sanitária de produtos ácidos ou congelados, nos quais os coliformes ou *E. coli* podem não sobreviver (SILVA *et al.*, 2007).

Segundo SILVA *et al.* (2007), a presença desses microrganismos indicam práticas sanitárias inadequadas ou exposição do alimento a condições que permitiram a multiplicação

de microrganismos indesejáveis, porém são facilmente inativados pelos sanitizantes e capazes de colonizar quando a sanitização é falha.

#### 5.4. Contagem de *Pseudomonas aeruginosa*

A Tabela 4 mostra os resultados da contagem de *Pseudomonas aeruginosa* em embalagens retornáveis para água mineral.

**Tabela 4.** Contagem de *Pseudomonas aeruginosa* (UFC/ 100 mL) em embalagens retornáveis para água mineral, antes e após a pré- lavagem e após a higienização.

Amostras	Coletas				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
Garrafão 1 antes da pré-lavagem	0,5 x 10 <sup>1</sup>	<0,1	4,0 x 10 <sup>1</sup>	<0,1	0,5 x 10 <sup>1</sup>
Garrafão 2 antes da pré-lavagem	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Garrafão 3 antes da pré-lavagem	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,5 x 10 <sup>1</sup>
Garrafão 1 após a pré-lavagem	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,5 x 10 <sup>1</sup>
Garrafão 2 após a pré-lavagem	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Garrafão 3 após a pré-lavagem	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Garrafão 1 após a higienização	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Garrafão 2 após a higienização	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Garrafão 3 após a higienização	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Na 1<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> coletas, observou-se que a etapa de pré-lavagem eliminou a contaminação microbiana. Já na 5<sup>a</sup> coleta, após a etapa de higienização, houve uma eliminação da carga microbiana. Sendo assim, podemos constatar que a etapa de higienização atinge seu objetivo, em 100% das coletas, uma vez que, segundo a Resolução RDC n° 275, de 22 de setembro de 2005 da ANVISA, o resultado da contagem de *Pseudomonas aeruginosa* em água mineral, para uma amostra indicativa, deve ser < 1,0 UFC/ 100 mL (BRASIL, 2005). Resultado semelhante pós-lavagem das embalagens obteve CARDOSO *et al.* (2003) em sua pesquisa, uma vez que antes da etapa de lavagem das trinta embalagens coletadas, foi evidenciada a presença de *Pseudomonas aeruginosa* em 50% dessas. Legnani *et al.* (1999), em estudos anteriores, encontraram elevado número de *Pseudomonas aeruginosa* na água utilizada na máquina de lavar garrafas de vidro retornáveis numa fábrica de água mineral,



representando um risco de contaminação para a água mineral posteriormente envasada nas garrafas. A presença destas bactérias em águas minerais contidas em garrafas plásticas retornáveis também tem sido constantemente relatada, especialmente pela grande produção de biofilme no interior destes recipientes e a má higienização destes nas empresas engarrafadoras, determinando a deterioração da água (alteração de sabor, odor e aparência), além de poder contribuir para a disseminação de um patógeno oportunista de extrema importância (KITLABOR, 2011).

### 5.5. Contagem de *Clostrídios sulfito redutor*

Os resultados da contagem de *Clostrídios sulfito redutor* em embalagens retornáveis para água mineral são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5.** Contagem de *Clostrídios sulfito redutor* (UFC/ 100 mL) em embalagens retornáveis para água mineral, antes e após a pré- lavagem e após a higienização.

Amostras	Coletas				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
Garrafão 1 antes da pré-lavagem	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Garrafão 2 antes da pré-lavagem	0,5 x 10 <sup>1</sup>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Garrafão 3 antes da pré-lavagem	0,5 x 10 <sup>1</sup>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Garrafão 1 após a pré-lavagem	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Garrafão 2 após a pré-lavagem	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Garrafão 3 após a pré-lavagem	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Garrafão 1 após a higienização	<0,1	5,5 x 10 <sup>1</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
Garrafão 2 após a higienização	<0,1	1,7 x 10 <sup>2</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
Garrafão 3 após a higienização	<0,1	8,5 x 10 <sup>1</sup>	<0,1	<0,1	<0,1

Na 1<sup>a</sup> coleta, verificou-se que a etapa de pré-lavagem eliminou a carga microbiana. Na 2<sup>a</sup> coleta, observou-se que a etapa de higienização foi ineficiente, uma vez que houve um aumento na carga microbiana, ausente antes dessa. Sendo assim, podemos constatar que a etapa de higienização nessa coleta não alcançou o objetivo, uma vez que, segundo a Resolução RDC n<sup>o</sup> 275, de 22 de setembro de 2005 da ANVISA, o resultado da contagem de *Clostrídios sulfito redutor* ou *Clostridium perfringens* em água mineral, para uma amostra

indicativa, deve ser  $< 1,0$  UFC/ 100 mL (BRASIL, 2005). Resultado contrário obteve Fard (2007) em seu estudo, pois, ao avaliar a qualidade microbiológica das embalagens retornáveis, para *Clostridium* sulfito redutor a 46°C nos pontos de coleta estudados não foram encontradas amostras positivas.

Essa contaminação pode ter sido devido à ineficiência do procedimento de higienização da máquina spray que realiza a etapa de higienização dos garrafões e a falta de manutenção dos bicos de injetores dessa. Fard (2007), em sua pesquisa, constatou que mesmo que ocorra contaminação no bico injetor de higienização da máquina spray, o processo de higienização é capaz de eliminar ou minimizar os microrganismos presentes na embalagem. Porém se a contaminação no bico injetor se apresentar muito elevada, dificilmente o processo de higienização será capaz de remover todos os microrganismos presentes.

Diante dos resultados podemos constatar que a higienização foi eficiente em 80% das coletas realizadas.

### ***5.6. Contagem de bactérias heterotróficas***

A Tabela 6 apresenta os resultados da contagem de bactérias heterotróficas em embalagens retornáveis para a água mineral.

**Tabela 6.** Contagem de bactérias heterotróficas (UFC/ 100 mL) em embalagens retornáveis para água mineral, antes e após a pré- lavagem e após a higienização.

Amostras	Coletas				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
Garrafão 1 antes da pré-lavagem	<10	1,6 x 10 <sup>4</sup>	1,8 x 10 <sup>3</sup>	87,5 x 10 <sup>1</sup>	94,5 x 10 <sup>1</sup>
Garrafão 2 antes da pré-lavagem	<10	15,2 x 10 <sup>4</sup>	5,0 x 10 <sup>4</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	64,5 x 10 <sup>1</sup>
Garrafão 3 antes da pré-lavagem	11,95 x 10 <sup>2</sup>	9,6 x 10 <sup>4</sup>	60,5 x 10 <sup>1</sup>	72,5 x 10 <sup>1</sup>	50,5 x 10 <sup>1</sup>
Garrafão 1 após a pré-lavagem	<10	3,4 x 10 <sup>2</sup>	8,0 x 10 <sup>2</sup>	83,5 x 10 <sup>1</sup>	4,4 x 10 <sup>2</sup>
Garrafão 2 após a pré-lavagem	<10	3,8 x 10 <sup>2</sup>	60,5 x 10 <sup>1</sup>	8,6 x 10 <sup>2</sup>	40,5 x 10 <sup>1</sup>
Garrafão 3 após a pré-lavagem	1,5 x 10 <sup>1</sup>	3,1 x 10 <sup>2</sup>	43,5 x 10 <sup>1</sup>	13,4 x 10 <sup>2</sup>	23,5 x 10 <sup>1</sup>
Garrafão 1 após a higienização	14,1 x 10 <sup>2</sup>	22,5 x 10 <sup>1</sup>	18,5 x 10 <sup>1</sup>	8,5 x 10 <sup>1</sup>	37,5 x 10 <sup>1</sup>
Garrafão 2 após a higienização	59,5 x 10 <sup>1</sup>	3,6 x 10 <sup>2</sup>	18,5 x 10 <sup>1</sup>	42,5 x 10 <sup>1</sup>	20,5 x 10 <sup>1</sup>
Garrafão 3 após a higienização	2,5 x 10 <sup>2</sup>	49,5 x 10 <sup>1</sup>	19,5 x 10 <sup>1</sup>	25,5 x 10 <sup>1</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>

Na 1<sup>a</sup> coleta, foi possível observar que a etapa de higienização foi ineficiente, pois, não foi capaz de eliminar ou reduzir a contaminação a níveis aceitáveis quando comparada a etapa de pré-lavagem, uma vez que as amostras após essa etapa tiveram um aumento de 1 a 2 ciclos logarítmicos. Na 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> coletas, após a higienização observou-se uma redução da carga microbiana a níveis aceitáveis quando comparada a microbiota dos garrafões após a pré-lavagem. Pelczar, Chan, Krieg (1996) sugerem três Reduções Decimais (RD) como resultado satisfatório, não mencionando o tempo de exposição, para os equipamentos e utensílios serem considerados satisfatoriamente higienizados (CARDOSO et al., 2003). Segundo a Portaria n<sup>o</sup> 518, 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde, a contagem de bactérias heterotróficas em água para consumo humano não pode exceder 500 UFC/ mL (BRASIL, 2004).

O aumento após a etapa de higienização observado na 1<sup>a</sup> coleta, pode ser explicado devido à ausência da padronização da higienização da máquina spray usado na higienização dos garrafões.

Diante dos resultados obtidos podemos constatar que a higienização foi eficiente em 80% das coletas realizadas.

## 6. CONCLUSÃO

A higienização das embalagens retornáveis para água mineral se mostrou eficiente em 100% das coletas, com relação à eliminação ou redução a níveis aceitáveis de *Pseudomonas aeruginosa* e *Enterococcus*. E em 80% das coletas, em se tratando da eliminação ou redução de coliformes totais, coliformes fecais, Clostrídios sulfito redutor e bactérias heterotróficas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIR. Bebidas não alcoólicas: Panorama do mercado. BNA Brasil relatório 2011 – ABIR. Disponível em: <<http://abir.org.br/2011/10/24/dados-de-mercado-2011/>>. Acesso em: 19 nov. 2011.

ANDRADE, N. J. **Higiene na indústria de alimentos: avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos**. São Paulo: Varela, 2008. 412p.

BARUFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu Editora, vol. 3, 1998. 299p.

BRASIL. Decreto-lei nº 7.841, de 08 de agosto de 1945. Código de águas minerais. Ministério de Minas e Energia. Brasília, DF, 1945. 15p.

BRASIL. Portaria nº 27, de 13 de março de 1996. Aprovar o regulamento técnico sobre embalagens e equipamentos de vidro e cerâmica em contato com alimentos. Ministério da Saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília.

BRASIL. Resolução RDC nº 91, de 11 de maio de 2001. Aprovar o Regulamento Técnico - Critérios Gerais e Classificação de Materiais para Embalagens e Equipamentos em Contato com Alimentos constante do Anexo desta Resolução. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Diário Oficial da União**, Brasília, 13 de mai. de 2001.

BRASIL. Portaria nº 518, de 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. Ministério da Saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 de mar. de 2004.

BRASIL. Resolução RDC nº 274, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para Águas Envasadas e Gelo. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 de set. 2005.

BRASIL. Resolução RDC nº 275, de 22 de setembro de 2005. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova o Regulamento de Características Microbiológicas para Água Mineral Natural e Água Natural. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 de set. 2005.

BRASIL. Resolução RDC nº 173, de 13 de setembro de 2006. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Industrialização e Comercialização de Água Mineral Natural e de Água Natural e a Lista de Verificação das Boas Práticas para Industrialização e Comercialização de Água Mineral Natural e de Água Natural. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Diário Oficial da União**, Brasília, 15 de set. de 2006.

BRASIL. Portaria nº 374, de 01 de outubro de 2009. Aprova a Norma Técnica que dispõe sobre as Especificações Técnicas para o Aproveitamento de água mineral, termal, gasosa, potável de mesa, destinadas ao envase, ou como ingrediente para o preparo de bebidas em geral ou ainda destinada para fins balneários, em todo o território nacional. Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM. **Diário Oficial da União**, Brasília, 07 de dez. de 2009.

CAETANO, L. C. P. **Perfil da água mineral**. Relatório técnico, nº57. Ago. 2009. 68p.

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 coma a utilização de ozônio.** Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 23(1): 59-61, jan.-abr. 2003.

CUNHA, M. A. **Métodos de detecção de microrganismos indicadores.** Revista Saúde e Ambiente, v.1, n.1, p.09-13, jan.-jun., 2006.

EATON, A. D.; CLESCERI, L. S.; RICE, E. W. & GREENBERG, A. E. (Eds). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 21<sup>th</sup> Ed. Washington, D. C.: American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) & Water Environment Federation (WEF), 2005.

FARD, E. M. G. P. **Avaliação da qualidade da água mineral e do processo de envase em duas fontes comerciais.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Paraná. Curitiba: UFPR, 2007. 109p.

FORNI, R. **Projeto mecânico de um sistema de higienização CIP (Cleaning in Place).** Trabalho de Formatura – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Mecânica. São Paulo, 2007. 114p.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de alimentos.** São Paulo: Atheneu, 2005.

FRASÃO, L. O mercado de 7 bi de litros. **Estadão.com.br**, 21 de março de 2009. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/vidae,o-mercado-de-7-bi-de-litros,342621,0.htm>>. Acesso em: 19 nov. 2011.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos: qualidade das matérias-primas, doenças transmitidas por alimentos, treinamento de recursos humanos.** 3 ed. Barueri, SP: Manole, 2008. 986p.

GOMES, T. V. D.; SILVA, M. R.; CONCEIÇÃO, C.; AZEREDO, D. R. T. **Proposta de plano para Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) para o processo de industrialização da água mineral.** Segurança Alimentar e Nutricional, Campinas, 18(1): 31-42, 2011.

GORNI, A. A. **Introdução aos plásticos.** Disponível em:<<http://www.gorni.eng.br/intropol.html>>. Acesso em: 19 nov. 2011.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos.** 6ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711p.

KITLABOR. Apostila de microbiologia. Florianópolis, SC, 14p. Disponível em: <http://www.laboratoriobiologico.com.br/kitlabor/Apostila%20Microbiologia.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2011.

KULAIF, Y. **Água mineral.** Disponível em: <[http://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra\\_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=5452](http://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=5452)>. Acesso em: 19 nov. 2011.

LANDEIROTO, A.; MONTEIRO, A. P.; GUINÉ, R. P. F. **Projeto industrial de uma unidade de enchimento de água mineral.** Disponível em: <<http://www.ipv.pt/millennium/Millennium35/13.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2011.

LEGNANI, P. et al. **Survival and growth of *Pseudomonas aeruginosa* in natural mineral water: a 5-year study.** International Journal of Food Microbiology. v. 53, p. 153-158, 1999.

LIMA, T. O. L. **Avaliação microbiológica e físico-química das amêndoas de castanha de caju inteiras cruas e das torradas e salgadas, nas linhas de beneficiamento industrial.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza: UFC, 2003. 155p.

LIMA, T. O. L. **Industrialização de água mineral.** “Aula ministrada na disciplina de Tecnologia de Bebidas”, curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Outubro/ 2011. Notas de aula.

LIMA, T. O. L. **Higiene na indústria de alimentos.** “Aula ministrada na disciplina de Higiene e Legislação de Alimentos”, curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Setembro/ 2011. Notas de aula.

NASSER, A. L. M.; LOPES, L. M. X.; MONTEIRO, M. **Oligômeros em embalagem de PET para água mineral e suco de fruta. Uma revisão.** Alimentação e nutrição, Araraquara, v.16, nº 2, p. 183-194, abr.-jun., 2005.

SANT’ANNA, Anderson de S.; SILVA, Shênia C. F. L.; FARANI, Ivan O. Jr.; AMARAL, Carlos H. R.; MACEDO, Vanessa F. Qualidade microbiológica de águas minerais. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 23, 190-194, dez, 2003.

SILVA, M. C. **Avaliação da qualidade microbiológica de alimentos com a utilização de metodologias convencionais e do sistema simplat.** Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2002.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos.** 3ª ed. São Paulo: Livraria Varela, 2007. 552p.

TRABULSI, Luiz Rachid. **Microbiologia.** São Paulo: Atheneu, 2005.

VICENTE, J. A. **Materiais plásticos de engenharia e suas aplicações (Poliamida e Poliacetil).** Monografia do curso de Produção de Plásticos. Faculdade de Tecnologia da Zona Leste. São Paulo: FATEC ZL, 2009. 46p.