



## Proposta de plano para Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) para o processo de industrialização da água mineral

Tatiane Vidal Dias Gomes<sup>1</sup>, Marina Rennó Silva<sup>2</sup>, Caetano da Conceição<sup>3</sup>,  
Denise Rosane Perdomo Azeredo<sup>4</sup>

O mercado mundial de água mineral é o terceiro que mais cresce entre as bebidas não-alcoólicas e, em 2007, alcançou um volume de negócios de US\$ 100 bilhões, com a produção de 206 bilhões de litros. No entanto, existe grande preocupação quanto à qualidade microbiológica, química e física da água mineral fornecida aos consumidores. Neste trabalho, realizou-se um levantamento bibliográfico dos principais perigos e propôs-se um plano de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), com o objetivo de assegurar que a água mineral seja inócua à saúde do consumidor. Para a definição dos pontos críticos e elaboração da proposta do plano APPCC foi validado um fluxograma das etapas de industrialização da água mineral em uma indústria do Estado do Rio de Janeiro e utilizou-se um diagrama decisório adaptado do *Codex Alimentarius*. Os principais perigos constatados foram: microrganismos patogênicos (*E. coli* enteropatogênica, *Pseudomonas aeruginosa*, *Clostridium perfringens*, cistos de *Cryptosporidium parvum*), agentes químicos (agrotóxicos e metais tóxicos), e físicos (corpos estranhos e fragmentos de insetos). A implementação do plano APPCC deve ser precedida pela implantação de um programa de pré-requisitos que consiste da proteção e sanificação dos poços e adoção de boas práticas de higiene na captação, transporte, industrialização e comercialização da água mineral. As etapas consideradas críticas foram: o reservatório de água, a filtração e o envase.

**Palavras-chave:** água mineral natural, Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), segurança alimentar.

## Proposing a plan for Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) for the industrialization process of mineral water

The world market for mineral water is the third fastest growing among non-alcoholic beverages and in 2007 reached a turnover of US\$ 100 Billion, with a production of 206 billion liters. However, there is great concern about the microbiological, chemical and physical quality of the mineral water supplied to consumers. This study reviews the literature about the major hazards and proposes a HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) plan, aiming to ensure the safety of mineral water. A flowchart of the mineral water process was validated in an industrial plant in Rio de Janeiro State, Brazil, and a decision tree adapted from the *Codex Alimentarius* was used for the definition of critical points and to prepare the proposal. The main hazards found were pathogenic microorganisms (enteropathogenic *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Clostridium perfringens*, cysts of *Cryptosporidium parvum*), chemicals (pesticides and toxic metals) and filth (foreign bodies and fragments of insects). The

<sup>1</sup> Especialista em Segurança Alimentar e Qualidade Nutricional, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), RJ. Mestranda, Metrologia para a Qualidade e Inovação, Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ). Correspondência: Rua Marquês de São Vicente, 225 – Edifício Leme, Sobreloja, CEP 22451-900, Gávea, RJ. E-mail: tatianevidg@gmail.com.

<sup>2</sup> Especialista em Segurança Alimentar e Qualidade Nutricional, IFRJ, RJ.

<sup>3</sup> M.Sc., Pesquisador da área de Qualidade de Alimentos, Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), Rio de Janeiro, RJ.

<sup>4</sup> Docente do curso de Pós-Graduação em Segurança Alimentar e Qualidade Nutricional, IFRJ, RJ.

implementation of the HACCP plan must be preceded by the implementation of a prerequisites program: protection of wells and sanitation, and the adoption of good hygiene practices in the capture, transport, processing and commercialization of mineral water. The steps considered to be critical were: The water tank, filtration and filling.

**Key-words:** mineral water, Hazard Analysis and Critical Control Points, food safety.

## INTRODUÇÃO

Águas minerais naturais são águas obtidas diretamente de fontes naturais, ou artificialmente captadas, de origem subterrânea, caracterizadas pelo conteúdo definido e constante de determinados sais minerais e pela presença de oligoelementos e outros constituintes, considerando as flutuações naturais [1].

Atualmente, a água mineral é o terceiro produto que mais cresce no Brasil na cesta de bebidas não-alcólicas [2]. O consumo mundial cresceu 12 bilhões de litros (6%) em 2007, totalizando 206 bilhões de litros, correspondentes ao faturamento de US\$ 100 bilhões. Entre os dez maiores produtores mundiais, o Brasil ficou na 7ª posição, com 10 bilhões de litros. Os Estados Unidos ocuparam a liderança, com produção de 34 bilhões de litros [3].

A crescente preocupação em relação à qualidade da água disponível na rede pública tem contribuído para o aumento do consumo de água mineral no Brasil [4]. Além deste fato, existe a percepção de que o consumo de água mineral natural representa um estilo de vida saudável e que estes produtos são relativamente seguros. Entretanto, a ocorrência de distúrbios gastrointestinais após o consumo destas águas tem voltado à atenção ao estudo de sua microbiologia [5].

A água é essencial para a vida, porém pode se tornar um importante veículo de muitas doenças parasitárias e infecciosas, e pode ser responsável pela crescente frequência de doenças crônicas [6]. As doenças infecciosas relacionadas à água são a maior causa de morbidade e mortalidade em todo o mundo [7], representando mais de 80% de todas as mortes nos países em desenvolvimento [8].

Dados da literatura sinalizam que a água mineral apresenta uma alta contaminação, envolvendo a presença de bactérias heterotróficas, coliformes totais,

*Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa* [9,10,11]. No tocante a presença de cistos de *Cryptosporidium parvum*, estudo conduzido por Franco & Cantusio Neto [6], com 13 marcas de água mineral comercializadas na cidade de Campinas (SP) detectou a presença desse protozoário com concentrações ao redor de 0,2 a 0,5 cistos/litro, níveis suficientes para causar infecções em humanos [12]. Cabe acrescentar que, apesar do *Cryptosporidium* ser considerado um protozoário oportunista, que acomete uma ampla variedade de homens e animais [13], podendo provocar quadros de diarreia aquosa, perda de peso e dores abdominais [14], os padrões adotados pela legislação brasileira de águas minerais não contemplam a detecção desse microrganismo [15].

A contaminação da água mineral pode ocorrer na fonte, no envase (devido à natureza do processo ou à reutilização de recipiente não devidamente higienizado), ou no transporte e armazenamento, no caso da embalagem não ser absolutamente estanque [16].

Dentro deste contexto, observa-se que a garantia da qualidade das fontes de água mineral é um fator fundamental, pois se relaciona diretamente a qualidade das águas comercializadas, uma vez que segundo a Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 274, de 22 de setembro de 2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) [17], as etapas as quais devem ser submetidas a água mineral natural e a água natural não devem produzir, desenvolver e/ou agregar substâncias físicas, químicas ou biológicas que coloquem em risco a saúde do consumidor e/ou alterem a composição original, devendo ser obedecida a legislação vigente de Boas Práticas de Fabricação. Logo, uma vez contaminada a fonte, a qualidade de sua água estará comprometida.

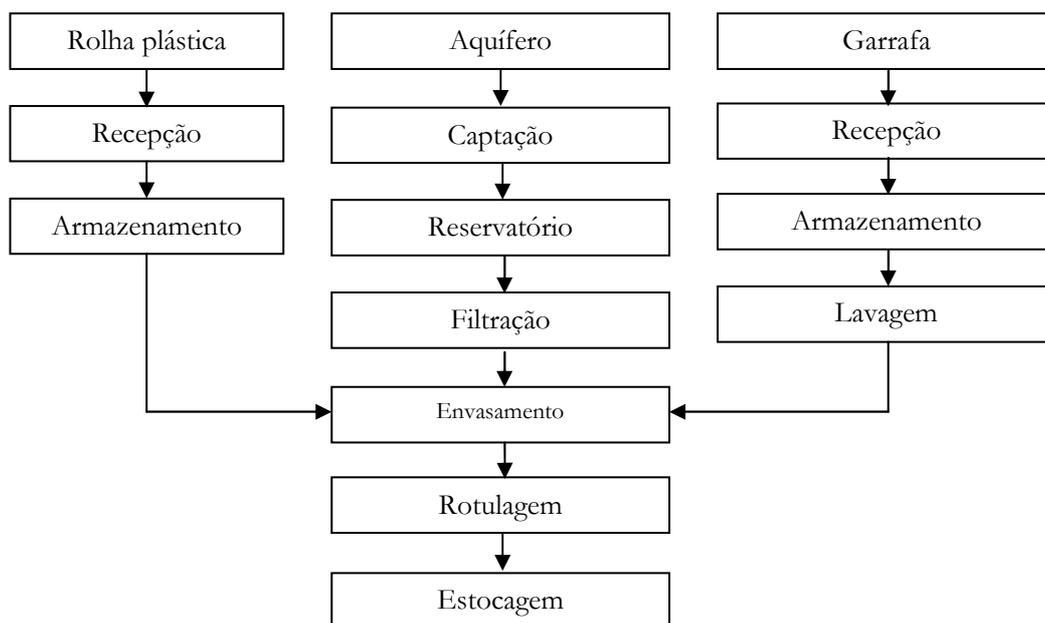
Deste modo, a implementação de um sistema de gestão de segurança de alimentos se faz necessário uma vez que o processo de captação e envase de água mineral compreende uma série de etapas, que caso não sejam monitoradas podem afetar a qualidade e segurança do produto final.

O sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) tem como objetivo o controle de perigos à segurança de alimentos. De acordo com a NBR ISO 22000:2006 [18], define-se perigo como agente biológico, químico e/ou físico, ou condição do alimento, com potencial de causar um efeito adverso à saúde.

Este trabalho teve como objetivo propor um plano APPCC para o processo de industrialização da água mineral natural, com base nos 7 princípios propostos pelo *Codex Alimentarius* [19].

## MÉTODOS

Para a elaboração do presente estudo, considerou-se o processo de industrialização de água mineral não carbonatada embalada em garrafa de PET (Polietileno tereftalato) não retornável, de 500 mL. O fluxograma descrito abaixo (Figura 1) foi validado em uma indústria de água mineral localizada na cidade de Três Rios, no Estado do Rio de Janeiro.



**Figura 1.** Fluxograma de industrialização de água mineral.

As etapas principais do processo apresentam-se descritas abaixo:

a) **Captação:** É realizada através de fontes naturais ou poços artesianos. A água é transferida para os reservatórios por meio de bomba, que deve assegurar que a água não se contamine por óleos e outras impurezas. A área ao redor da casa de proteção da captação deve ser pavimentada, mantida limpa e livre de focos de insalubridade. Deve dispor de um sistema de drenagem de águas pluviais de modo a impedir a infiltração de contaminantes, não

comprometendo a qualidade sanitária da água mineral natural.

b) **Reservatório:** São os locais de estocagem de água proveniente exclusivamente da captação para acumulação e/ou regulação de fluxo de água. O reservatório deve possuir extravasor, 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.

c) **Filtração:** É uma operação de retenção de partículas sólidas por meio de material filtrante. As

membranas filtrantes utilizadas em microfiltros, no tratamento da água, são classificadas quanto à sua porosidade, que define a capacidade de retenção dos sólidos suspensos, conforme o seu tamanho. São construídas de materiais poliméricos, como o Polipropileno (PP), Policarbonato (PC), Acetato de celulose (CA), Politetrafluoretileno (PTFE), Polietersulfona (PES), Difluoreto de Polivinilideno (PVDF) e Poliamida (PA). A estrutura das membranas pode ser tubular, em espiral, placas planas ou fibras ocas. Estas membranas não alteram as características químicas, físico-químicas e microbiológicas da água mineral natural.

d) Lavagem das embalagens: As embalagens não retornáveis são fabricadas no próprio estabelecimento industrial, dispensando o enxágue com solução desinfetante adequada, conforme preconizado pela RDC nº 176, de 13 de setembro de 2006 [21]. De acordo com esta legislação, somente as embalagens não fabricadas no próprio estabelecimento, devem ser submetidas ao enxágue em maquinário automático. Sendo assim, as embalagens passam por um “rinser” com água mineral natural ou com a água natural a ser envasada. Para embalagens de vidro ou mesmo garrafas PET retornáveis recomenda-se, nesta etapa, o uso de inspetor eletrônico que tem como função a inspeção de garrafas lavadas antes do enchimento. Esse equipamento detecta resíduos de soda cáustica oriunda da higienização das embalagens ou ainda qualquer outro material estranho, servindo também para a detecção de defeitos da embalagem.

e) Envase: É uma operação de introdução da água nas embalagens até o seu fechamento. Deve ser feito por máquinas automáticas, sendo proibido o processo manual. O envase deve ocorrer em um local com acesso restrito, fazendo-se a inspeção do volume de envase, higiene do processo e o controle de materiais estranhos. No exemplo em estudo, em se tratando de embalagem PET não retornável, a inspeção visual pode ser uma alternativa. É muito importante manter a enchedora em boas condições de higienização. Recomenda-se uma sanitização interna e externa do equipamento com os detergentes e sanificantes adequados. A frequência estabelecida para a higienização, bem como os agentes utilizados, a concentração dos mesmos e o tempo de contato devem ser contemplados nos procedimentos operacionais padronizados, estabelecidos no programa de pré-requisitos operacionais.

O fechamento das embalagens deve garantir a sua vedação para evitar vazamentos e contaminação da água mineral natural.

f) Rotulagem: A operação de rotulagem deve ser efetuada fora da área de envase. Após o envase e o fechamento, as embalagens são rotuladas, datadas e codificadas com o número de lote.

g) Estocagem: Os locais para armazenamento da água mineral natural devem ser limpos, secos, ventilados, com temperatura ambiente e protegidos da incidência direta da luz solar para evitar a alteração das águas envasadas.

### **Implantação do Plano Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)**

O Plano APPCC é um documento formal que reúne as informações-chave elaboradas pela equipe APPCC, compreendendo todos os detalhes do que é crítico para a segurança de alimentos [20]. As etapas sequenciais para a elaboração do plano, que o caracterizam como produto/processo específico, contemplam a avaliação do programa de pré-requisitos (de acordo com o disposto na RDC nº 176, de 13 de setembro de 2006 [21]), o estabelecimento de uma equipe multidisciplinar com capacidade e competência para analisar e avaliar os perigos significativos, a descrição do produto e o uso esperado, a embalagem a ser utilizada, o prazo de validade, as orientações de estocagem, a movimentação e transporte para o cliente. Posteriormente, deve-se elaborar o fluxograma e validá-lo *in loco*, pois a determinação dos pontos críticos de controle depende de sua exatidão.

Com base no fluxograma foi possível aplicar os sete princípios do APPCC. Para cada etapa do processo de industrialização da água mineral, foram identificados os perigos biológicos, químicos e físicos significativos para a saúde do consumidor (princípio 1). Para a identificação dos Pontos Críticos de Controle – PCC (princípio 2), utilizou-se como ferramenta o diagrama decisório adaptado do *Codex Alimentarius* [19]. Para cada Ponto Crítico de Controle estabeleceram-se os limites críticos (princípio 3); os procedimentos de monitorização (princípio 4); as ações corretivas (princípio 5) a serem adotadas na eventualidade de ocorrência de desvios; os procedimentos de verificação (princípio 6) e de registro (princípio 7). Todos os dados foram registrados em formulários extraídos e adaptados da Portaria 46/98, do Ministério da Agricultura,

Pecuária e Abastecimento (MAPA) [22], conforme proposto pelo Programa Alimentos Seguros [20].

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Aplicação do princípio 1: Análise de perigos e medidas de controle

Os perigos biológicos, físicos e químicos e as respectivas medidas de controle, encontram-se descritos nos Quadros 1, 2 e 3.

Embora, o Quadro 1 não contemple a avaliação de insumos, como as embalagens e rolas plásticas, cabe ressaltar que estas, podem conter microrganismos deteriorantes que devem ser controlados através do programa de pré-requisitos.

Este programa envolve o controle durante a recepção, armazenamento e utilização. Estudos têm mostrado que as bactérias geralmente ocorrem em maior número nas garrafas plásticas do que nas de vidro [23,24]. Para Coelho *et al.* e Rosenberg [25,26], isso ocorre devido à característica do plástico em permitir a passagem de oxigênio. Os nutrientes liberados do plástico são também um possível contribuinte para o aumento da multiplicação bacteriana na água [26]. Leclerc & Moreau e Bischofberger *et al.* [27,28], concluíram que a principal causa das baixas contagens de colônias da mesma água mineral, em garrafas de vidro mecanicamente limpas do que nas garrafas plásticas, foi devido ao efeito bacteriostático dos agentes de limpeza residual. O uso de garrafas de vidro pode ser uma alternativa para melhorar a qualidade das águas minerais.

Etapas do Processo	Perigos Biológicos	Justificativa	Medida de Controle
Captação	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Contaminação da fonte por matéria orgânica.	Manutenção preventiva nas bombas submersas e tubulações anexas. Controle do bombeamento para evitar arraste de areia, lodo, materiais sólidos, esporos e células vegetativas de microorganismos.
	<i>Clostridium perfringens</i>	Contaminação fecal remota. Podem também indicar contaminação por solo do reservatório ou fonte contaminada com águas superficiais, além de falhas nas boas práticas de fabricação.	
	<i>Escherichia Coli</i> enteropatogênica. <i>Cistos de Cryptosporidium parvum</i>	Contaminação fecal recente da água. Contaminação da fonte por águas superficiais.	Manutenção da casa de proteção da captação. Controle do sistema de drenagem de águas pluviais de modo a impedir a infiltração de contaminantes.
Reservatório	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Bactérias do gênero <i>Pseudomonas</i> são capsuladas e quando aderem à superfície são capazes de formar biofilmes.	Inspeção visual de forma a constatar incrustações nas instalações. Controle da higienização das canalizações. Controle do filtro de ar microbiológico, válvula de retenção ou fecho hidráulico em forma de sifão de modo a impedir que o nível de água atinja a parte superior. Controle do tempo de residência da água nesse depósito.
Envase	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Bactérias do gênero <i>Pseudomonas</i> são capsuladas e quando aderem à superfície são capazes de formar biofilmes. Possibilidade de multiplicação de patógenos decorrente de fechamento inadequado das embalagens.	Controle da higienização das instalações. Controle do fechamento das garrafas.

Quadro 1. Perigos biológicos e medidas de controle.

<b>Etapas do Processo</b>	<b>Perigos Físicos</b>	<b>Justificativa</b>	<b>Medida de controle</b>
Captação	Fragmentos sólidos	Contaminação da fonte.	Perímetros de proteção devem ser definidos e instalados ao redor das captações, quer sejam fontes naturais ou poços profundos.
Reservatório	Fragmentos sólidos	Contaminação durante a captação e falhas na manutenção do filtro de ar e na tela milimetrada.	Manutenção preventiva do filtro de ar e da tela milimetrada, limpeza e sanificação adequada dos reservatórios.
Filtração	Fragmentos sólidos	Falhas na manutenção e troca periódica dos filtros podem permitir a presença de fragmentos sólidos na água mineral.	Manutenção preventiva dos filtros. Troca dos filtros na periodicidade definida. Controle da diferença de pressão na entrada e saída do filtro. Limpeza e sanificação adequada das tubulações e dos filtros.
Envase	Corpos estranhos e fragmentos de insetos	Falhas na rinsagem das garrafas antes do enchimento. Controle integrado de pragas incipiente.	Controle integrado de pragas. Manutenção dos esguichos. Inspeção visual.

**Quadro 2.** Perigos físicos e medidas de controle.

<b>Etapa do Processo</b>	<b>Perigos Químicos</b>	<b>Justificativa</b>	<b>Medida de controle</b>
Aquífero	Agrotóxicos, Metais tóxicos	Infiltração de contaminantes na fonte.	Manutenção da casa de proteção da captação. Controle do sistema de drenagem de águas pluviais de modo a impedir a infiltração de contaminantes.
Captação	Contaminação da água por óleo ou graxa	Falhas no funcionamento e manutenção da bomba.	Manutenção preventiva da bomba.

**Quadro 3.** Perigos químicos e medidas de controle.

Dentre os microrganismos citados, a presença do gênero *Pseudomonas aeruginosa* em águas engarrafadas pode ser explicada por sua capacidade de aderência à superfície das garrafas e por sua grande capacidade de proliferar em água destilada e águas minerais [29], indicando a vulnerabilidade ou o controle deficiente do ambiente de envase. Segundo Leclerc & Moreau [27], essa bactéria é um patógeno oportunista. A população, em geral, é resistente à infecção por *Pseudomonas aeruginosa*, porém, esta bactéria representa risco para indivíduos de saúde debilitada, especialmente crianças e idosos [30]. Logo, medidas adicionais de controle são necessárias à proteção da fonte e na limpeza do sistema de adução e engarrafamento para garantir ausência desse microorganismo no produto final.

Os esporos de *Clostridium perfringens* são geralmente de origem fecal e estão sempre presentes em água de esgoto, enquanto células vegetativas parecem não se reproduzir em sedimentos aquáticos, ao contrário de muitas bactérias indicadoras. O *Clostridium perfringens* é um indicador confiável da sobrevivência de vírus e cistos de protozoários em água tratada. Sua presença sugere deficiências na remoção pelo tratamento, falha no processo de desinfecção ou recontaminação após o tratamento [7]. A *Escherichia coli* enteropatogênica pode chegar até a água por contaminação fecal ou outras vias, seja diretamente na fonte ou durante o engarrafamento [25]. Por isso é importante proteger as fontes de água mineral de infiltração de águas de superfície ou águas de drenagem dos solos no lugar da fonte ou perfuração. Estas águas podem conduzir grande população de organismos aquáticos e do solo até a água subterrânea, mudando suas propriedades físicas e químicas e fornecendo nutrientes para as bactérias. Os equipamentos que são usados para conduzir a água até os locais de engarrafamento, equipamentos usados durante o processo de engarrafamento e reservatórios de estocagem podem também abrigar populações de organismos contaminantes [31]. Podem ser adquiridos também do ambiente, das embalagens e tampas [32,33]. A reutilização das garrafas sem adequada limpeza e desinfecção é outra possível fonte de contaminação [8,24,31].

Cabe ressaltar que, não existem evidências da presença de *Escherichia coli* enterohemorrágica em águas, embora Kerr *et al.* [34] demonstraram que, em concentrações iniciais de  $10^3$  UFC/mL, esse patógeno pode sobreviver por até 63 dias na água mineral engarrafada.

Na avaliação dos perigos físicos (Quadro 2) o principal ponto considerado foi a presença de corpos estranhos provenientes do próprio poço ou do processo. O controle destes perigos se faz através da etapa de filtração. A água mineral natural e a água natural podem ser filtradas e os elementos filtrantes devem ser constituídos de material que não altere as características originais e a qualidade higiênico-sanitária dessas águas. Esses elementos devem ser verificados e trocados na frequência definida pelo estabelecimento industrial, sendo mantidos os registros. A manutenção preventiva, limpeza e sanificação adequada dos reservatórios, tubulações e filtros são consideradas essenciais. A presença de corpos estranhos e fragmentos de insetos nas garrafas antes do enchimento, pode ser controlada através da manutenção preventiva dos esguichos da etapa de rinsagem e da implementação de um programa adequado de controle de pragas.

No que se refere aos perigos químicos (Quadro 3), a água pode apresentar contaminação por metais tóxicos, os quais se ingeridos podem causar diversos problemas à saúde humana, como distúrbios gastrointestinais até disfunção mental com degeneração do sistema nervoso central [35]. A contaminação de aquíferos e águas de poços pode ser proveniente de diversas fontes como depósitos de lixo [36], falta de saneamento básico [37], resíduos de agrotóxicos [38], entre outros. A presença de compostos de nitrogênio nos seus diferentes estados de oxidação é indicativo de contaminação do aquífero e de possíveis condições higiênico-sanitárias insatisfatórias. O nitrito e o nitrato estão associados a dois efeitos adversos à saúde: a indução à metemoglobinemia e a formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas [39]. O controle dos perigos químicos se faz através da manutenção da casa de proteção da captação e controle do sistema de drenagem de águas pluviais de modo a impedir a infiltração de contaminantes. Pois, uma vez contaminada quimicamente a fonte deve ser inutilizada. Logo, se faz necessária a implantação de um programa de análise de metais tóxicos de acordo com o preconizado pela RDC nº 274, de 22 de setembro de 2005 [17], que estabelece que as águas minerais não devem conter concentrações acima dos limites máximos permitidos das substâncias químicas que representam risco à saúde. Dentre estas substâncias tem-se: nitrato, nitrito, arsênio, benzeno, entre outras.

### **Aplicação do Princípio 2: Identificação dos Pontos Críticos de Controle (PCC)**

Os pontos críticos de controle constituem uma etapa na qual o controle a ser aplicado é essencial para prevenir ou eliminar um perigo à segurança do

alimento ou ainda reduzi-lo a um nível aceitável [18]. Diagramas decisórios (Figura 2) podem ser utilizados para auxiliar na determinação do PCC.

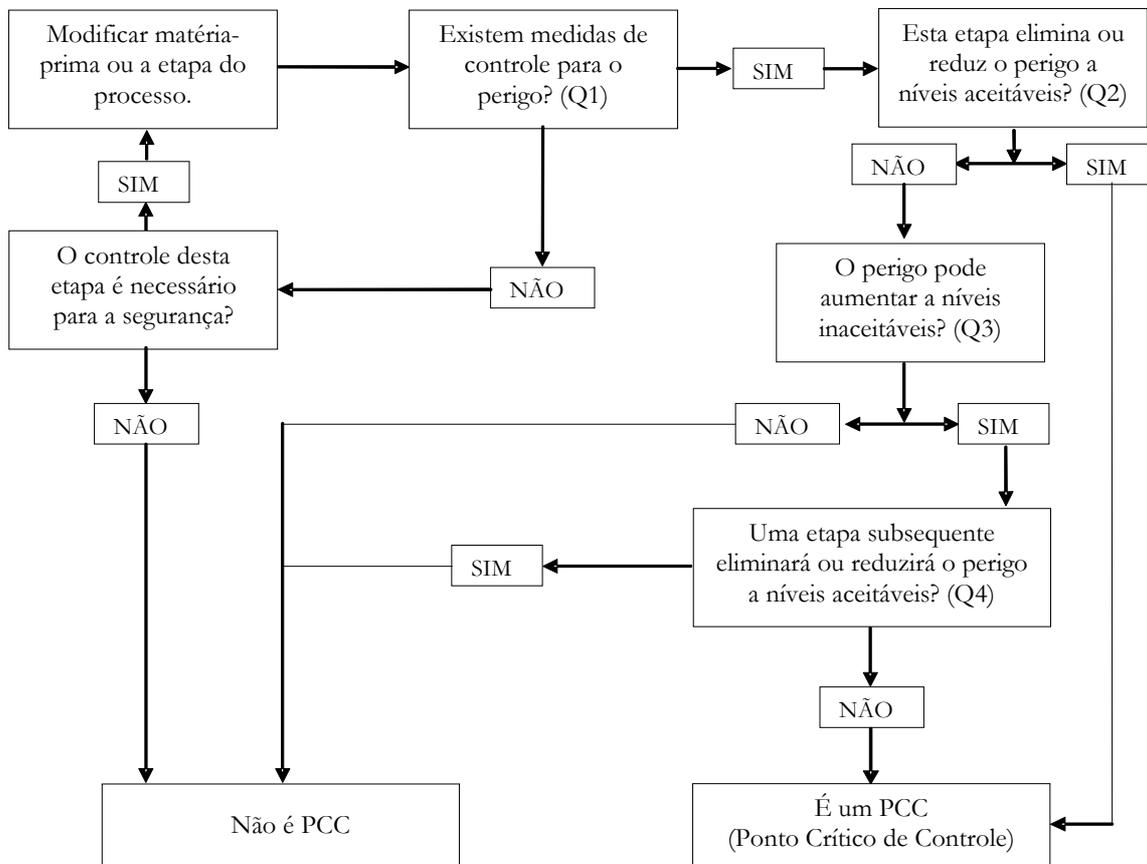


Figura 2. Diagrama decisório. Fonte: Codex Alimentarius, 2003. Adaptado [19].

Através da aplicação do diagrama decisório em cada etapa do processo, levando-se em consideração o perigo identificado, concluiu-se que as etapas críticas na industrialização da água mineral são o reservatório, a filtração e o envase.

A etapa de captação deve atender aos requisitos das boas práticas, pois caso ocorra alguma contaminação química ou biológica, a água proveniente desta fonte só poderá ser descartada, uma vez que a legislação brasileira (RDC nº 274, de 22 de setembro de 2005 [17]), não permite o uso de ozonização, radiação ultravioleta ou outro tratamento que modifique a composição química dessa água. Um outro aspecto relevante a considerar seria o uso de filtros

microbiológicos para retenção de microrganismos. Kokkinakis *et al.* [40] estudaram a variação de contagem microbiológica de coliformes totais, *Escherichia coli*, *Enterococcus spp.* e *Pseudomonas aeruginosa* em 3 filtros de diferentes espessuras: 5 µm, 1 µm e 0,2 µm. Apenas após a passagem da água pelo filtro de 0,2 µm foi verificada a ausência destes microrganismos. Plutzer & Karanis [41] observaram que de acordo com o tamanho dos cistos do *Cryptosporidium parvum*, que variavam de 4,9 a 4,4 µm em seu comprimento e 1,0 a 1,3 µm na sua largura, sua retenção seria possível em um filtro de 0,45 µm. No entanto, Jones *et al.* [42] demonstraram que ainda existe a possibilidade de patógenos como a *Pseudomonas* e *Serratia*, adquirirem formas ultramicrocelulares, devido à escassez de nutrientes,

passarem pela microfiltração, sobreviverem e se multiplicarem lentamente no produto final. Deste modo, sugere-se a adoção de um sistema de verificação de cistos de *Cryptosporidium parvum*, em laboratórios terceirizados, de forma a identificar a possível presença desse patógeno.

No reservatório de água (PCC1) pode haver contaminação por *Pseudomonas aeruginosa*, a qual se adere nas superfícies formando biofilmes. Logo é necessário que haja o controle da higienização das instalações e canalizações, controle do tempo de armazenamento, que não deve exceder três dias, controle do filtro de ar microbiológico, bem como da válvula de extensão, de forma a assegurar a ausência deste patógeno.

Na etapa de filtração (PCC2) é fundamental que haja o controle da diferença de pressão na entrada e saída do filtro de modo a assegurar a integridade do mesmo e a consequente ausência de qualquer contaminante físico. Na etapa de envase (PCC3) deve haver inspeção visual ou eletrônica das garrafas de modo a assegurar que qualquer contaminante físico presente nas garrafas, após o envase, seja identificado e esta seja imediatamente segregada para posterior avaliação. Outro controle importante é o acompanhamento da vedação das embalagens, realizado através do teste de torque, que consiste em aplicar um esforço de torção às tampas plásticas, para determinar a qualidade do fechamento das garrafas de água. Para se obter uma vedação eficaz, o torque deve estar na faixa 10 a 25 lbf.pol (1,13 a 2,82 N.m), de acordo com especificações técnicas, como o nível de pressão interna do produto embalado, o volume da garrafa e as características mecânicas do recipiente e da tampa.

Para cada PCC foi estabelecido um limite crítico, um procedimento de monitorização, as ações corretivas, os procedimentos de verificação e registro (Quadro 4), compreendendo o resumo do plano APPCC.

## CONCLUSÃO

A metodologia utilizada permitiu a elaboração de uma proposta de plano APPCC para o processo de industrialização da água mineral natural, tendo sido identificados três Pontos Críticos de Controle: (a) armazenamento da água no reservatório – PCC biológico, devido à possibilidade de sobrevivência de

*Pseudomonas aeruginosa*; (b) filtração – PCC físico, devido a fragmentos sólidos em suspensão na água; (c) envase – PCC físico e biológico, devido a possibilidade de ocorrência de corpos estranhos e fragmentos de insetos e ao perigo de multiplicação de microrganismos patogênicos.

O Programa de Pré-Requisitos envolvendo as Boas Práticas e os Procedimentos Operacionais Padronizados devem ser rigorosamente cumpridos e as não conformidades detectadas corrigidas, a fim de que todos os controles relativos à proteção da fonte, como sistema de drenagem de águas pluviais, as operações de limpeza e de desinfecção realizadas por funcionários comprovadamente capacitados, sejam adequadamente controlados.

As embalagens do tipo retornável devem ser submetidas à limpeza e desinfecção em maquinário automático e o enxágue das embalagens deve garantir a eliminação dos resíduos dos produtos químicos utilizados na higienização. Deste modo, para a aplicação do plano APPCC em água mineral envasada com embalagem retornável, o estudo dessa etapa e a eleição dos perigos significativos devem ser realizados.

Sugere-se um estudo complementar sobre a migração de compostos de embalagens de polietileno tereftalato (PET) para a água mineral.

Os perigos identificados e as etapas consideradas críticas assim o foram mediante o fluxograma apresentado. Qualquer alteração ou modificação no processo exige a revalidação do plano.

## REFERÊNCIAS

- [1] Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 54, de 15 de junho de 2000. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Água Mineral Natural e Água Natural. Diário Oficial da União, Brasília, 19 jun. 2000. Seção 1, p. 37.
- [2] Gonçalves, D. Água Mineral. Mercado projeta crescimento de 12,9% em 2009. Revista Engarrafador Moderno. 2009;184:15-19 [acesso em 02 abril 2011]. Disponível em: [http://www.engarrafadormoderno.com.br/edicoes/Edi%E7%E3o\\_184.pdf](http://www.engarrafadormoderno.com.br/edicoes/Edi%E7%E3o_184.pdf)
- [3] Associação Brasileira da Indústria de Águas Minerais. Preços caem, mas mercado mundial de águas continua em expansão. Revista Água e Vida. 2008 Dez; (55) [acesso em

Etapa	PCC*	Perigo Identificado	Limite Crítico	Monitorização	Ações Corretivas	Verificação	Registro
Reservatório	PCC1	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Número de utilizações do filtro de ar recomendado pelo fabricante. Tempo de armazenamento menor que 3 dias.	O que? Filtro de ar e tempo de armazenamento. Quem? Operador. Como? Controlando o número de utilizações do filtro e o tempo de armazenamento da água.	Trocar o filtro periodicamente. Descartar a água, caso o tempo de armazenamento seja extrapolado.	Análise microbiológica. Supervisão da etapa.	Planilha própria (1).
Filtração	PCC2	Fragmentos sólidos	Número de utilizações do filtro.	O que? Filtro. Quem? Operador. Como? Através de manômetro, visualizando a diferença de pressão na entrada e saída do filtro.	Trocar o filtro periodicamente. Descartar a água.	Observação visual dos filtros. Registros de troca dos filtros. Calibração dos instrumentos de medição.	Planilha própria (2).
Envase	PCC3	Corpos estranhos e fragmentos de insetos. Multiplicação de patógenos.	Ausência de corpos estranhos. Torque conforme especificação do fornecedor (10 a 25 lbf.pol – 1,13 a 2,82 N.m)	O que? Garrafa. Quem? Operador. Como? Através de inspeção visual. Teste de torque.	Segregar as garrafas não conformes para avaliação.	Registros. Supervisão do teste de torque.	Planilha própria (3).

\* PCC (Ponto Crítico de Controle).

#### Quadro 4. Resumo do plano Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC).

02 abril 2011]. Disponível em: [http://www.abinam.com.br/lermais\\_materias.php?cd\\_materias=48](http://www.abinam.com.br/lermais_materias.php?cd_materias=48)

[4] Coelho MIS, Mendes ES, Cruz MCS, Bezerras SS, Silva RPP. Avaliação da qualidade microbiológica de águas minerais consumidas na região metropolitana de Recife, Estado de Pernambuco. Acta Sci Health Sci. 2010;32(1):1-8.

[5] Silva VP, Ferreira DN, Ramos NP, Silveira EO, Brito GAP, Cabral TMA, Nascimento GJ. Estudo da qualidade microbiológica de 10 amostras de água mineral natural envasada por uma empresa de mineração da cidade de João Pessoa-PB. In: XI Encontro de Iniciação à Docência. Universidade Federal da Paraíba; 2008; Paraíba, Brasil. Anais do XI Encontro de Iniciação à Docência, 2008 [acesso em 02 abril 2011]. Disponível em:

[http://www.prac.ufpb.br/anais/xenex\\_xienid/xi\\_enid/m\\_onitoriapet/ANAIS/Area7/7CTDTQAMT04-P.pdf](http://www.prac.ufpb.br/anais/xenex_xienid/xi_enid/m_onitoriapet/ANAIS/Area7/7CTDTQAMT04-P.pdf)

[6] Franco RMB, Cantusio Neto R. Occurrence of Cryptosporidial Oocysts and Giardia Cysts in bottled mineral water commercialized in the city of Campinas, State of Sao Paulo, Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2002;97(2):205-7.

[7] World Health Organization. Emerging issues in water and infectious disease. 2003 [acesso em 6 abril 2011]. Disponível em: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/emerging/emerging.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/emerging/emerging.pdf)

[8] World Health Organization. Water and public health. 2006 [acesso em 6 abril 2011]. Disponível em: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/S01.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/S01.pdf)

[9] Sant'ana AS, Silva SCFL, Farani Junior IO, Amaral CHR, Macedo VF. Qualidade microbiológica de águas minerais. Ciênc Tecnol Aliment. 2003;23(supl.):190-94.

[10] Acayaba C. Vigilância sanitária proíbe comércio de águas no ES [Espírito Santo]. Folha de São Paulo, São Paulo, 19 de novembro de 2007 [acesso em 06 abril 2011]. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u347897.shtml>

[11] Farache Filho A, Dias MFF, Taromaru PH, Cerqueira CS, Duque JG. Qualidade microbiológica de águas minerais não carbonatadas em embalagens de 1,5 litros, comercializadas em Araraquara-SP. Alim Nutr. 2008;19(4):421-25.

[12] Branco N. Avaliação da Presença de *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* spp. em Águas Minerais Naturais de Nascentes e Enteroparasitoses em duas Comunidades Rurais da Cidade de Campos do Jordão [dissertação]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia; 2006.

[13] Matsubayashi M, Takami K, Kimata I, Nakanishi T, Tani H, Sasai K, Baba E. Survey of *Cryptosporidium* spp. and *Giardia* spp. infections in various animals at a zoo in Japan. J Zoo Wildl Med. 2005;36(2):331-35.

[14] Borges JCG, Lima EC, Alves LC, Vergara-Parente JE, Faustino MAG, Lima AMA, Lima RP. *Cryptosporidium* spp. em peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus*) cativo no Centro Mamíferos Aquáticos, Ilha de Itamaracá, no estado de Pernambuco. In: I Congresso Nacional de Saúde Pública Veterinária; 2005; Guarapari, Brasil. p. 35.

[15] Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada –

RDC nº 275, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico de características microbiológicas para água mineral natural e água natural. Diário Oficial da União, Brasília, 23 set. 2005. Seção 1, p. 377.

[16] Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial 1997. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Água mineral em garrações de 20L [acesso em 01 abril 2011]. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/garrafoe.s.asp>

[17] Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 274, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para águas envasadas e gelo. Diário Oficial da União, Brasília, 23 set. 2005. Seção 1, p. 376.

[18] Associação Brasileira de Normas técnicas. NBR ISO 22000:2006 – Sistemas de Gestão da Segurança de Alimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

[19] Codex *Alimentarius*. Higiene dos Alimentos – Textos Básicos. 3ª ed., 2003 [acesso em 01 abril 2011]. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/divulga/public/alimentos/codex\\_alimentarius.pdf](http://www.anvisa.gov.br/divulga/public/alimentos/codex_alimentarius.pdf)

[20] Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Guia para elaboração do plano APPCC: geral. Brasília, 2ª ed., 2000. 301p. (Série Qualidade e Segurança Alimentar). Projeto APPCC Indústria. Convênio CNI/SENAI/SEBRAE.

[21] Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 176, de 13 de setembro de 2006. 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. Diário Oficial da União, Brasília, 15 set. 2006. Seção 1, p. 60.

[22] Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 46, de 10 de fevereiro de 1998. Institui o Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle – APPCC a ser implantado, gradativamente, nas indústrias de produtos de origem animal, de acordo com o manual genérico de procedimentos, anexo a presente portaria. Diário Oficial da União, Brasília, 11 fev. 1998. Seção 1, p. 24.

[23] World Health Organization. Guidelines for drinking water quality. 2006 [acesso em 6 abril 2011]. Disponível em: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3rev/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en/)

- [24] World Health Organization. Botled Drinking water. 2000 [acesso em 6 abril 2011]. Disponível em: <https://apps.who.int/inf-fs/en/fact256.html>
- [25] Coelho DL, Pimentel IC, Beux MR. Uso do método cromogênico para quantificação do NMP de bactérias do grupo coliforme em águas minerais envasadas. Bol CPPA. 1998;16(1):45-54.
- [26] Rosenberg FA. The microbiology of bottled water. Clin Microbiol Newsl. 2003;25(6):41-44.
- [27] Leclerc H, Moreau A. Microbiological safety of natural mineral water. FEMS Microbiol Rev. 2002; 26:207-22.
- [28] Bischofberger T, Cha SK, Schmitt R, König B, Schmidt-Lorenz W. The bacterial flora of non-carbonated, natural mineral water from the springs to reservoir and glass and plastic bottles. Int J Food Microbiol. 1990;11(1):51-71.
- [29] Trabulsi LR, Alterthum F. (Ed). Microbiologia. 4ª ed. São Paulo: Atheneu; 2005.
- [30] Hardalo C, Edberg SC. Pseudomonas aeruginosa: assessment of risk from drinking water. Crit Rev Microbiol. 1997;23(1):47-75.
- [31] Stickler DJ. Microbiology of bottled natural mineral waters. J R Soc Health. 1989;109(4):118-24.
- [32] Eiroa MNU, Junqueira VCA, Silveira NFA. Avaliação microbiológica de linhas de captação e engarrafamento de água mineral. Ciênc Tecnol Aliment. 1996;16(2):165-69.
- [33] Ramalho R, Afonso A, Cunha J, Teixeira P, Gibbs PA. Survival characteristics of pathogens inoculated into bottled mineral water. Food Control. 2001;12(5):311-16.
- [34] Kerr M, Fitzgerald M, Sheridan JJ, McDowell DA, Blair IS. Survival of Escherichia coli O157:H7 in bottled natural mineral water. J Appl Microbiol. 1999;87(6):833-41.
- [35] Morgano MA, Schatti AC, Enriques HA, Mantovani, DMB. Avaliação físico-química de águas minerais comercializadas na região de Campinas, SP. Ciênc Tecnol Aliment. 2002;22(3):239-43.
- [36] Rocha LCR, Horbe AMC. Contaminação provocada por um depósito de lixo no aquífero Alter do Chão em Manaus – AM. Acta Amaz. 2006;36(3):307-12.
- [37] Marmos JL, Aguiar CJB. Avaliação do Nível de Contaminação dos Aquíferos da Cidade de Parintins (AM): Primeiros Resultados. Serviço Geológico do Brasil-CPRM/Manaus, AM 2005 [acesso em 02 abril 2011]. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/Painel21.pdf>
- [38] Bortoluzzi EC, Rheinheimer DS, Gonçalves CS, Pellegrini JBR, Zanella R, Copetti ACC. Contaminação de águas superficiais por agrotóxicos em função do uso do solo numa microbacia hidrográfica de Agudo, RS. Rev Bras de Eng Agríc Ambient. 2006;10(4):881-87.
- [39] Alaburda J, Nishihara L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. Rev Saúde Públ. 1998;32(2):160-65.
- [40] Kokkinakis E, Fragkiadakis GA, Kokkinaki A. Monitoring microbiological quality of bottled water as suggested by HACCP methodology. Food Control. 2008;19(10):957-61.
- [41] Plutzer J, Karanis P. Genetic polymorphism in Cryptosporidium species: An update. Vet Parasitol. 2009;165(3-4):187-99.
- [42] Jones CR, Chamberlain AHL, Adams MR. An investigation of the presence of ultramicrocells in natural mineral water. Lett Appl Microbiol. 1999;28(4):275-79.