



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE ENGENHARIAS
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA

JÔNATAS THIAGO GOIS FERNANDES

**ESTUDO DE CASO DE UMA INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO E ENVASE DE
ÁGUA EM FASE DE IMPLANTAÇÃO**

MOSSORÓ, RN

2017

JÔNATAS THIAGO GOIS FERNANDES

**ESTUDO DE CASO DE UMA INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO E ENVASE DE
ÁGUA EM FASE DE IMPLANTAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Centro de Engenharias, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Henrique de Lima Leite

MOSSORÓ, RN

2017

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

F363e Fernandes, Jônatas Thiago Gois.
 Estudo de Caso de Uma Indústria de
 Beneficiamento e Envase de Água em Fase de
 Implantação / Jônatas Thiago Gois Fernandes. - 2017.
 66 f. : il.

 Orientador: Ricardo Henrique de Lima Leite.
 Relatório (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de , 2017.

 1. Água adicionada de sais. 2. Envase. 3.
 Processo industrial. 4. Regulamentação. I. Leite,
 Ricardo Henrique de Lima, orient. II. Título.

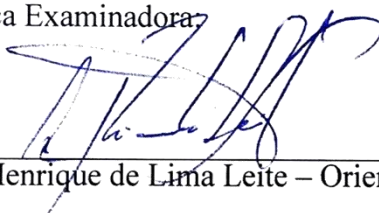
JÔNATAS THIAGO GOIS FERNANDES

**ESTUDO DE CASO DE UMA INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO E ENVASE DE
ÁGUA EM FASE DE IMPLANTAÇÃO**

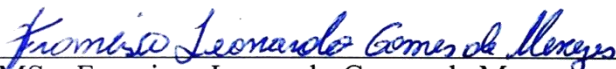
Trabalho de conclusão de curso apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Centro de Engenharias, como requisito para
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Química.

Defendida em: 22 / 05 / 2017.

Assinatura dos membros da Banca Examinadora:



Prof. Dr. Ricardo Henrique de Lima Leite – Orientador - UFERSA



MSc. Francisco Leonardo Gomes de Menezes – membro - UFERSA



Químico Antonio Rank-Sermilher de Sales Barbosa – membro - IFRN

AGRADECIMENTOS

A minha família por todo o suporte emocional e material que foram fundamentais ao longo desta jornada incansável que é a vida.

À Jaíne Jôyce Moreira Marinho, minha amada, e aos amigos, os verdadeiros, pelo companheirismo, pelo incentivo prestado, e pelos momentos de descontração que certamente ficarão guardados na memória deste autor.

Aos integrantes da banca, pelo tempo e paciência dedicados durante a avaliação crítica desta obra e sua apresentação.

Ao corpo docente e técnico da UFERSA, pelo apoio institucional prestado na formação acadêmica deste autor.

Aos membros da empresa Água Manara, pela oportunidade de realização do estágio oferecida que serviu de grande fonte de aprendizado.

“Nenhum homem entra duas vezes no mesmo rio, porque não será o mesmo rio e ele não será o mesmo homem”

Heráclito de Éfeso

RESUMO

A água é um dos meios mais comuns para a propagação de doenças. A água engarrafada, por se tratar de um alimento, é um item que merece atenção especial devido à riscos à saúde humana. Logo, é essencial que toda a operação de aproveitamento de uma fonte de água seja executada da forma mais segura possível, principalmente em termos sanitários. A indústria de envasamento de água adicionada de sais, assim como outras indústrias, se trata de um complexo sistema envolvendo variadas etapas de modificações numa matéria-prima. A Água Manara é uma empresa desse segmento e durante a implantação de sua fábrica foi desenvolvido um estudo de caso nessa indústria. A legislação sobre o tema fornece as diretrizes e normas que a empresa deve seguir para que o produto atenda aos padrões de qualidade quando chegar ao consumidor. Para cumprir com essas exigências, é necessária a preparação de ampla documentação que registre todas as informações pertinentes ao processo, destacando-se o Manual de Boas Práticas de Fabricação (MBPF) e os Procedimentos Operacionais Padronizados (POPs). A avaliação da etapa industrial é imprescindível para que o desenvolvimento deste manual seja possível. Um levantamento da legislação que rege o funcionamento dessas indústrias também foi realizado. Ao se realizar observações na planta industrial da empresa e intensa pesquisa documental, foi possível definir o fluxograma do processo produtivo, abordando inclusive o controle de potabilidade da água e com isso finalizar a confecção do MBPF. Neste documento foram inseridos 11 POPs que abordam desde a higienização dos equipamentos até saúde dos operadores. Essa peça documental compreende importante conhecimento técnico da empresa. A pesquisa legislativa revelou a necessidade de aperfeiçoamento da mesma. Com a confecção deste documento, atendendo às exigências regulatórias, a empresa abre espaço para o desenvolvimento de estudos que permitam a otimização de seus processos.

Palavras-Chave: Água adicionada de sais. Envase. Processo industrial. Regulamentação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Fluxograma de um processo genérico	20
Figura 02 – Classificação dos principais tipos de bombas.....	22
Figura 03 – Célula genérica para determinações potenciométricas.....	32
Figura 04 – Filtro e cabeça do poço.....	37
Figura 05 – Sistema de osmose reversa	38
Figura 06 – Faixa de tamanho de aplicação de métodos filtrantes	38
Figura 07 – Reservatório de aço inox com capacidade de 55000L	39
Figura 08 – Máquina lavadora automática.....	40
Figura 09 – Envasadora de garrações e tampador automático.....	41
Figura 10 – Cabine de envase.....	42
Figura 11 – Compressor para acionamento pneumático das máquinas	42
Figura 12 – Fluxograma do processo produtivo da água adicionada de sais	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Consumo mundial de agua envasada	17
Tabela 02 – Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde	60
Tabela 03 – Padrão de cianotoxinas da água para consumo humano	62
Tabela 04 – Padrão de radioatividade da água para consumo humano	62
Tabela 05 – Padrão organoléptico de potabilidade	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Necessidades do uso da água em uma comunidade	14
Quadro 02 – Principais processos e operações unitárias de tratamento de água para abastecimento público	23
Quadro 03 – Relação de equipamentos e suas funções.....	44
Quadro 04 – Lista de POPs anexos no MBPF da Água Manara	47
Quadro 05 – Regulamentações pertinentes à produção de água adicionada de sais envasada	55
Quadro 06 – Padrão microbiológico da água para consumo humano	59
Quadro 07 – Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção	59
Quadro 08 – Classificação química das águas minerais	64
Quadro 09 – Classificação da água com elementos dignos de nota	65
Quadro 10 – Classificação química das fontes de água mineral quanto aos gases	66
Quadro 11 – Classificação química das fontes de água mineral quanto à temperatura.....	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BMC	Beverage Marketing Corporation
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
cv	Cavalo-vapor
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
MBPF	Manual de Boas Práticas de Fabricação
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas E Energia
MS	Ministério da Saúde
NMP	Número Mais Provável
NT	Norma Técnica
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
pH	Potencial Hidrogeniônico
POP	Procedimentos Operacionais Padronizado
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
RT	Regulamento Técnico
STD	Sólidos Totais Dissolvidos
SUVISA	Superintendência de Vigilância Sanitária
SVS	Secretaria de Vigilância Sanitária
uT	Unidade de Turbidez

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 Água.....	14
2.1.1 A água na natureza	15
2.2 A água envasada.....	16
2.2.1 Classificação das águas envasadas.....	17
2.2.1.1 Água mineral natural	18
2.2.1.2 Água natural.....	19
2.2.1.3 Água adicionada de sais.....	19
2.2.2 Vasilhames.....	19
2.3 Indústria de água envasada	20
2.3.1 Captação	21
2.3.2 Bombeamento	21
2.3.3 Reservagem.....	22
2.3.4 Tratamento da água	22
2.3.4.1 Filtração em membrana	24
2.3.4.2 Desinfecção.....	24
2.3.5 Gaseificação	24
2.3.6 Rinsagem	25
2.3.7 Envase e vedação	25
2.3.1.8 Rotulagem.....	25
2.4 Caracterização da água.....	25
2.5 Controle de qualidade	26
2.5.1 Temperatura	26
2.5.2 pH.....	27
2.5.3 Sólidos totais dissolvidos (STD).....	27
2.5.4 Condutividade elétrica.....	27
2.5.5 Dureza.....	27
2.5.6 Turbidez.....	28
2.5.7 Coliformes	28
2.5.8 Gosto e odor.....	29
2.6 Documentação e registros	29

2.7 Procedimentos analíticos.....	30
2.7.1.Titulometria	30
2.7.2 Gravimetria	31
2.7.3 Eletroquímica.....	31
2.7.2.1 Potenciometria	32
2.7.4 Análises bacteriológicas	33
2.7.4.1 Técnica da membrana filtrante.....	33
2.7.4.2 Técnica dos tubos múltiplos.....	33
2.7.4.3 Técnica do substrato cromogênico	34
2.7.5 Análises sensoriais	34
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	35
3.1 Tipo de estudo	35
4 DESENVOLVIMENTO	36
4.1 Descrição do processo produtivo	36
4.1.1 Extração da água	36
4.1.2 Tratamento da água	37
4.1.3 Higienização das embalagens	40
4.1.4 Beneficiamento da água e embalagem	41
4.2 Controle de potabilidade.....	45
4.3 Documentação e registros	46
4.3.1 Elaboração do MBPF e POPs	47
4.4 Regulamentação pertinente	47
5 CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS.....	50
APÊNDICE 01 – PLANTA BAIXA DA UNIDADE INDUSTRIAL	53
APÊNDICE 02 – LEGENDA DA PLANTA BAIXA	54
APENDICE 03 – REGULAMENTAÇÕES PERTINENTES À PRODUÇÃO DE ÁGUA ADICIONADA DE SAIS DE FONTES SUBTERRÂNEAS	55
ANEXO 01 – PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA.....	59
ANEXO 02 – CLASSIFICAÇÃO QUÍMICA DAS ÁGUAS MINERAIS	64
ANEXO 03 – CLASSIFICAÇÃO DAS FONTES DE ÁGUA MINERAL	66

1 INTRODUÇÃO

No ramo da engenharia química, uma instalação destinada ao processamento da matéria é encarada como um sistema, uma sequência de elementos (equipamentos) e conexões (correntes) racionalmente sequenciadas de forma atingir um determinado fim (produzir algo). Na legislação, o termo lavra é usado para se referir a esse processamento. A principal atividade do engenheiro químico está vinculada ao projeto do processo, um plano que define desde a implantação até a operação de uma planta capaz de produzir um insumo dentro de conformidades pré-estabelecidas (PERLINGEIRO, 2005).

O ambiente industrial é planejado de forma meticulosa, pois suas atividades envolvem custos elevados e qualquer erro pode gerar resultados desastrosos. Além da questão financeira, as indústrias de alimentos também têm de atentar para possíveis complicações que o consumo de seu produto possa causar na saúde dos seus clientes. Daí a necessidade de um rigoroso controle de qualidade. A indústria de água envasada não poderia deixar de estar inserida neste contexto.

As doenças de veiculação hídrica constituem os problemas de saúde pública mais comuns nos países em desenvolvimento. Essas enfermidades são causadas por microrganismos patogênicos presentes na água, oriundos de fezes de origem humana e animal que ao atingir os corpos de água os torna impróprios para o consumo (BRASIL, 2014).

No Brasil, o Ministério de Minas e Energia (MME) e o Ministério da Saúde (MS) são responsáveis por estabelecer as políticas que devem ser seguidas pelas indústrias de produção da água engarrafada. O primeiro trata de questões relacionadas à exploração da fonte de água como recurso natural cujo órgão competente para aplicação e fiscalização de suas diretrizes é o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). O último se relaciona às questões que envolvem a saúde dos consumidores, questões estas passíveis de fiscalização e controle pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)

A empresa, Água Manara, possui como atividade econômica principal a fabricação e comercialização de água adicionada de sais envasadas, com foco em garrações de 20 litros. Está localizada às margens da BR 304, Km 98,7, no sítio Monte Alegre, zona rural do município de Assú, RN. Sua proposta é a de atender a demanda das mesorregiões do Oeste e Central Potiguar. As suas atividades estão previstas para se iniciar no começo do mês de junho do presente ano. Com a recuperação do investimento ao longo do tempo, a empresa planeja expandir suas atividades para outras cidades.

O acompanhamento do processo desde sua implantação, além de possibilitar identificar problemas na fase de projeto e sugerir modificações que possam gerar economia para a empresa, dará a oportunidade de registrar momentos singulares, como a partida inicial da operação.

O presente trabalho acadêmico apresenta um estudo de caso em uma indústria de produção de água adicionada de sais envasada ainda na fase de implantação e o controle de qualidade que deve ser efetuado durante sua execução. Será apresentada uma visão geral das etapas do processo produtivo da planta industrial analisada, em seguida um levantamento de toda a documentação necessária para garantir a execução de um efetivo controle de qualidade e para atender todas as exigências legais dos órgãos reguladores. Os objetivos específicos do trabalho são:

- Detalhamento do processo produtivo;
- Realizar um levantamento da legislação brasileira pertinente à industrialização de água envasada, bem como das normas de fiscalização proferidas pelos órgãos públicos;
- Auxiliar na confecção do Manual de Boas Práticas de Fabricação (MBPF) e dos Procedimentos Operacionais Padronizados (POPs);

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Água

No dia 22 de março de 1992, a Organização das Nações Unidas (ONU) instituiu o Dia Mundial da Água. Posteriormente, em 28 de julho de 2010 a Assembleia Geral da ONU reconheceu o direito à água e ao saneamento como um direito humano (ASSEMBLÉIA GERAL DA ONU, 2010).

Desde que o homem deixou o comportamento nômade adotando a agricultura para sua subsistência, a localização de suas comunidades se deu nas proximidades de fontes de água. O Quadro 01 apresenta as diversas necessidades do uso da água. O desenvolvimento das civilizações sempre veio acompanhado de proporcional demanda de recursos hídricos, procurando atender às mais diversas finalidades e com isso houve avanço nas técnicas de captação, tratamento e transporte da água (HELLER; PÁDUA, 2010). Em relação a essa crescente demanda, Souza (2007) faz a seguinte observação:

“Considerando o fato de que à medida que o desenvolvimento aumenta, se verifica uma interferência cada vez maior do homem sobre os mananciais, tornando-os mais poluídos ainda, de modo que a água a ser fornecidas à população, quer para seu consumo direto, quer para o emprego industrial, necessite de tratamento mais intensos e melhores.” (SOUZA, 2007, p. 7)

Quadro 01 – Necessidades do uso da água em uma comunidade

(Continua)

Agrupamento de consumo	Necessidades
Consumo doméstico	Ingestão; preparo de alimentos; higiene da moradia; higiene corporal; limpeza dos utensílios; lavagem de roupas; descarga de vasos sanitários; lavagem de veículos; insumo para atividades econômicas domiciliares (lavadeiras, preparo de alimentos...); irrigação de jardins, hortas e pomares domiciliares; criação de animais de estimação e de animais para alimentação (aves, suínos, equinos, caprinos etc.)
Uso comercial	Suprimento a estabelecimentos diversos, com ênfase para aqueles de maior consumo de água, como lavadeiras, bares, restaurantes, hotéis, postos de combustíveis, clubes e hospitais

Quadro 01 – Necessidades do uso da água em uma comunidade

(Conclusão)

Agrupamento de consumo	Necessidades
Uso industrial	Suprimento a estabelecimentos localizados no interior da área urbana, com ênfase para aqueles que incorporam água no produto ou que necessitam de grandes quantidades de água para limpeza, como indústrias de cervejas, refrigerantes ou sucos, laticínios, matadouros e frigoríficos, curtumes, indústria têxtil
Uso público	Irrigação de jardins canteiros e praças; lavagem de ruas e espaços públicos em geral; banheiros e lavanderias públicas; alimentação de fontes; limpeza de bocas de lobo, galerias de águas pluviais e coletores de esgotos; abastecimento de edifícios público, incluindo hospitais, portos, aeroportos e terminais rodoviários e ferroviários; combate à incêndios

Fonte: Heller e Padua (2010).

2.1.1 A água na natureza

A água ocorre naturalmente em forma sólida como neve, gelo e granizo, em estado líquido tem-se a água da chuva, os oceanos, mares, rios, lagos e fontes subterrâneas, e como gás o vapor de água, melhor evidenciado em nuvens e neblinas. Tais estados da matéria coexistem no planeta em um sistema denominado ciclo hidrológico. Pode-se tomar como ponto de partida a incidência de radiação solar sobre o planeta, provocando a evaporação das águas superficiais e transpiração nos seres vivos dando origem às nuvens. Ao se precipitarem pode ocorrer chuva, neve ou granizo que ocasionam a formação de geleiras, rios ou lagos. Parte da água se infiltra no solo, recarregando lençóis subterrâneos que, por sua vez, podem vir a atingir a superfície através de nascentes. Outra parte é restituída a atmosfera por meio da evapotranspiração. Esse processo fornece água para os mais variados biomas mantendo todos os sistemas biológicos (SOUZA, 2007).

A água cobre aproximadamente 75% da superfície da terra. Estima-se que 97,4% esteja nos mares, oceanos e lagos de água salgada e os 2,6% restante existindo como água doce. Desse pequeno percentual, a maior parte, 2,3%, não é aproveitável estando presente em geleiras e lençóis muito profundos cuja captação é inviável (LIBÂNIO, 2010).

Em território nacional, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão vinculado ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), publicou duas resoluções que dispões sobre as diretrizes ambientais de enquadramento e classificação dos corpos de água: a

Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 e a Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008, sendo esta última destinada exclusivamente às águas subterrâneas (BRASIL, 2005a) (BRASIL, 2008).

A água subterrânea, além de representar um bem econômico, é considerada internacionalmente como fonte primordial de abastecimento de água para o consumo humano, principalmente para populações sem acesso à distribuição pela rede pública. No Brasil, estima-se que mais de 50% da água potável é oriunda de fontes subterrâneas. (SOUZA, 2007).

A jazida da água, se trata da massa individualizada de água bruta aflorando na superfície ou presente no subsolo que possua valor econômico. Através do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, ficou determinado o Código de Mineração que regula os direitos sobre as jazidas minerais brasileiras, o seu regime de aproveitamento e a fiscalização do Governo Federal sobre aspectos relativos à indústria mineral. (BRASIL, 1967).

2.2 A água envasada

A água envasada é um produto que faz parte da cesta de produtos saudáveis. Em 2015, ela ultrapassou o refrigerante e se tornou a bebida não alcoólica mais popular do mundo. Tal fato é reflexo da tendência mundial de crescimento do número de pessoas atentas às questões que envolvem o bem-estar, a nutrição e a saúde do corpo e da mente (PARRA, 2016).

A consultoria internacional *Beverage Marketing Corporation* (BMC) estimou que em 2014 o consumo global de água engarrafada atingiu 283 bilhões de litros, valor 6,2% superior do que no ano anterior. Entre 2009 e 2014 a consultoria também mostrou que houve um aumento de 6,9% na taxa anual de crescimento do mercado mundial deste produto, a China apresentou taxa média de 15%, os Estados Unidos de 5,2% e o Brasil de 39% (BRASIL, 2015 apud RODWAN, 2015). Os resultados do consumo mundial de água envasada para os anos de 2013 e 2014 estão apresentados na Tabela 01

A produção de água envasada em 2014 no Brasil teve um acréscimo de 3,3%, de acordo com dados dos Relatórios Anuais de Lavra, do DNPM. Foi declarada uma produção anual total de 7,59 bilhões de litros correspondendo a menos de 40% do consumo estimado do país pela consultoria BMC, tal discrepância indica que a produção de água está subdeclarada tendo vista a irrelevância da contribuição das importações (BRASIL, 2015 apud RODWAN, 2015). Naquele mesmo ano, 71% do volume de água foi comercializada em garrafas retornáveis, 27% em garrafas plásticas, pouco mais de 1% em copos e aproximadamente 0,2% em embalagens de vidro. Os estados que tiveram maior produção de água envasada declarada foram: São Paulo (21%), Pernambuco (10%), Bahia (9%), Ceará (6%) e Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Rio

Grande do Norte (5% cada) (BRASIL, 2015 apud RODWAN, 2015). Ainda em 2014 o Brasil consumiu 19,5 bilhões de litros de água engarrafada, tendo figurado como 5º maior mercado do mundo. O consumo per capita foi de 96,2 litros por ano (BRASIL, 2015).

Tabela 01 – Consumo mundial de água envasada

Discriminação	Consumo per capita (litros/ano)			Consumo (milhões de litro)		
Países	2013	2014	Posição	2013	2014	%
Brasil	90,3	96,2	18º	18.158	19.500	6,90
China	118,1	123,8	10º	39.438	43.377	15,34
EUA	121,1	128,7	8º	38.347	41.165	14,56
México	254,8	264,2	1º	31.171	32.726	11,57
Indonésia	nd	Nd	nd	18.263	20.087	7,10
Tailândia	225,2	246,4	2º	15.086	16.563	5,86
Itália	196,5	201,0	3º	12.018	12.269	4,34
Alemanha	143,8	148,4	5º	11.769	12.215	4,32
França	138,2	141,6	7º	9.118	9.125	3,23
Índia	nd	Nd	nd	7.517	7.831	2,77
Outros Países	-	-	-	65.499	67.940	24,02
TOTAL	-	-	-	266.499	282.799	100,0

Fonte: Brasil (2015 apud RODWAN JR, 2015)

Vale salientar que a simples adição de gás à água já não é suficiente para satisfazer os consumidores, estudos divulgados pela *Zenith International* mostram que o número de pessoas que buscam benefícios adicionais na água está aumentando, em 2015 esse grupo específico representou um crescimento global de 12% em vendas, um volume de cerca de 5.5 bilhões de litros (PARRA, 2016).

2.2.1 Classificação das águas envasadas

Em 08 de agosto de 1945, foi publicado o decreto-lei nº 7841, que institui o Código de Águas Minerais. Nele, está contida a definição de água mineral como sendo aquela com constituintes ou propriedades diferentes de águas comuns que contem efeitos medicinais, enquanto que a água oriunda de fontes naturais ou artificialmente captadas que satisfaçam critérios de potabilidade é denominada como água potável de mesa. (BRASIL, 1945)

Atualmente está em vigor a portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, que, dentre outras determinações, dispõe sobre o padrão de potabilidade da água para consumo humano, baseado em diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS). O Anexo 01 apresenta (através dos Quadros 06 e 07 e as Tabelas 02, 03, 04 e 05) os critérios de potabilidade. (BRASIL, 2011)

Cabe ressaltar que em seu artigo 2º, está expresso que aquele texto se aplica à água “proveniente de sistema e solução alternativa de abastecimento de água” e em seu parágrafo único é ainda mais específico em relação às águas envasadas:

“As disposições desta Portaria não se aplicam à água mineral natural, à água natural e às águas adicionadas de sais, destinadas ao consumo humano **após** o envasamento, e a outras águas utilizadas como matéria-prima para elaboração de produtos, conforme Resolução (RDC) nº 274, de 22 de setembro de 2005, da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). ” (BRASIL, 2011)

Dentro do contexto da indústria de água envasada, a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 274, de 22 de setembro de 2005, da ANVISA apresenta três classes de água: a água mineral natural, a água natural e a água adicionada de sais.

2.2.1.1 Água mineral natural

A água mineral natural é descrita como água proveniente de fontes naturais ou extraídas do subsolo que possuem composição definida e constante de alguns sais minerais, oligoelementos e outros constituintes levando em consideração possíveis flutuações naturais (BRASIL, 2005b).

No § 1º do primeiro artigo do Código de Águas Minerais está definido que os Capítulos VII e VIII daquela lei contêm os “característicos de composição e propriedades para classificação como água mineral pela imediata atribuição de ação medicamentosa”. Em tais capítulos estão presentes a “classificação química das águas minerais” e a “classificação das fontes de água mineral”, os Anexos 02 e 03, respectivamente, apresentam essas duas classificações (Quadros 08, 10 e 11) e a classificação adicional (Quadro 09) da Portaria nº 540, de 18 de dezembro de 2014, do DNPM (BRASIL, 1945, 2014a).

O código ressalta ainda no § 2º do artigo 1º, que determinadas águas que possuem ação medicamentosa comprovada, mas que não superam as limitações predefinidas podem também ser classificadas como água mineral. (BRASIL, 1945)

2.2.1.2 Água natural

A água natural se distingue da água mineral natural exclusivamente por ter um conteúdo que não atinge os níveis mínimos de determinadas substâncias que caracterizam a água como mineral natural (conforme a classificação química das águas minerais) e nem sequer apresenta propriedades medicinais incontestáveis que justificassem tal qualificação.

2.2.1.3 Água adicionada de sais

Através da (RDC) nº 274/2005, a ANVISA define a água adicionada de sais como a água para consumo humano, preparada a partir de água que atenda aos padrões potabilidade com adição de pelo menos um sal de grau alimentício, e posteriormente envasada (BRASIL, 2005b).

Os sais que podem ser acrescentados à água: bicarbonato de cálcio, bicarbonato de magnésio, bicarbonato de potássio, bicarbonato de sódio, carbonato de cálcio, carbonato de magnésio, carbonato de potássio, carbonato de sódio, cloreto de cálcio, cloreto de magnésio, cloreto de potássio, cloreto de sódio, sulfato de cálcio, sulfato de magnésio, sulfato de potássio, sulfato de sódio, citrato de cálcio, citrato de magnésio, citrato de potássio e citrato de sódio. Devendo apresentar a concentração de no mínimo 30 mg/L dos sais adicionados. A RDC expressa ainda que essa água “não deve conter açúcares, adoçantes, aromas ou outros ingredientes” (BRASIL, 2005b).

2.2.2 Vasilhames

Os vasilhames são as embalagens utilizadas para a água envasada, podendo se tratar de copos, garrafas de vidro, garrafas e garrafões plásticos, variando de poucas centenas de mililitros até algumas dezenas de litros.

Os recipientes de plástico podem ser fabricados em polietileno (PE), polipropileno (PP), polietileno tereftalato (PET) ou policarbonato de vinila (PVC), dentre outros. As especificações relativas aos vasilhames de plástico estão dispostas na Resolução nº 105, de 19 de maio de 1999, da ANVISA (BRASIL, 1999a).

As etapas pelas quais a matéria é submetida podem se tratar de operações unitárias que promovem alterações nas propriedades físicas ou de conversões químicas (SHREVE, 2012). No processo produtivo da água envasada, ocorre a exploração da água bruta envolvendo etapas de tratamento para seu aproveitamento econômico.

Cremasco (2012) apresenta a seguinte descrição para as operações unitárias:

“Operações unitárias constituem-se de etapas individuais, visando ao tratamento e/ou separação e/ou transporte físico de matéria e/ou energia, presentes em um processo (bio)químico. Este, por sua vez, diz respeito à transformação (bio)química e/ou física, qualquer que seja a escala, de uma determinada matéria-prima em um produto de valor agregado. Classificadas como conhecimentos tecnológicos, as técnicas das operações unitárias são baseadas nas ciências da engenharia, principalmente em fenômenos de transporte, o que permite que uma determinada operação unitária, ainda que presente em distintos processos (bio)químicos, mantenha sua unicidade e características, independentemente da natureza (bio)química dos componentes envolvidos e do processo (bio)químico em si.” (CREMASCO, 2012, p. 23).

O processo produtivo de água envasada engloba várias etapas, as mais corriqueiras são descritas a seguir.

2.3.1 Captação

Uma vez definida a jazida e caracterizada a viabilidade do aproveitamento de sua água o passo seguinte é a captação. A captação corresponde ao processo de extração da água do manancial (ou fonte), disponibilizando-a para utilização e transporte. Para a implantação de métodos de captação é necessária uma prévia caracterização da fonte, pois, a estrutura utilizada varia conforme o seu manancial.

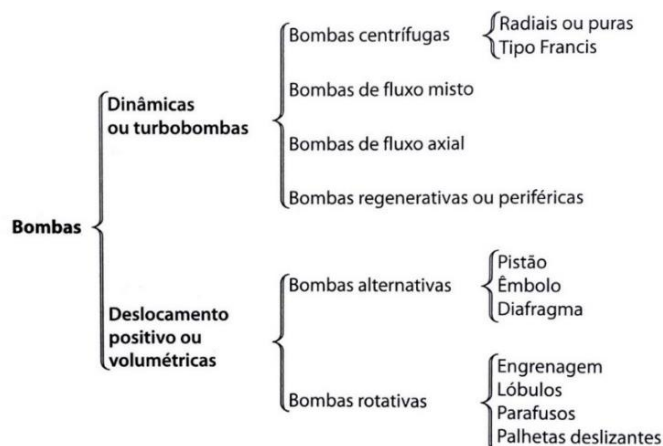
2.3.2 Bombeamento

O bombeamento é a operação utilizada para realizar a movimentação da água dentro de canos e tubulações. Essa ação é executada através de bombas, dispositivos fluidomecânicos que recebem energia e transferem parte dessa energia para o fluido na forma de energia de pressão, energia cinética ou ambas (CREMASCO, 2012).

As bombas podem ser classificadas em dois grupos principais: as dinâmicas (ou turbobombas), em que a energia é transferida para o fluido por um impelidor provocando uma

elevação na energia cinética que depois é transformada em energia de pressão, e as bombas volumétricas (ou de deslocamento positivo), nas quais são usados mecanismos mecânicos que promovem variação do volume do fluido contido na bomba fornecendo energia em forma de pressão para o líquido (CREMASCO, 2012). A Figura 02 apresenta a classificação das principais bombas.

Figura 02 – Classificação dos principais tipos de bombas



Fonte: Cremasco (2012)

2.3.3 Reservagem

A reservagem consiste no armazenamento da água em reservatório ou tanque específico destinado para fins de acúmulo e de regulação de pressão ou de vazões. Existem diversos tipos de reservatórios, estes podem ser tipificados pela sua localização, pela sua forma ou pelo material de construção. Aqueles destinados à sistemas de distribuição para populações podem ainda ser classificados pela sua localização no sistema (HELLER; PÁDUA, 2010).

2.3.4 Tratamento da água

O tratamento das águas refere-se a um conjunto de técnicas que podem ser aplicadas para a potabilização da água bruta antes de atingir o consumidor final com a finalidade de prevenir riscos sanitários à população. Heller e Pádua (2010) resumem que: “basicamente, o tratamento visa remover da água os organismos patogênicos e as substâncias químicas orgânicas ou inorgânicas que podem ser prejudiciais à saúde humana”. O Quadro 02 apresenta os principais processos e operações unitárias usados em tratamento de água para abastecimento de populações:

Quadro 02 – Principais processos e operações unitárias de tratamento de água para abastecimento público

Processo/ Operação Unitária	Descrição/finalidade
Micropeneiramento	Passagem de água por peneiras com malhas de pequena abertura, visando a remoção de material particulado.
Oxidação/aeração	Oxidar matéria orgânica e inorgânica presente na água, facilitando sua remoção posterior.
Adsorção	Remover composto orgânicos e inorgânicos indesejáveis, incluindo os que causam sabor e odor, fazendo a água entrar em contato com uma substância adsorvente (em geral carvão ativado).
Troca iônica	Destinado a remover contaminantes inorgânicos presentes na água, fazendo-a passar por uma coluna contendo uma resina de troca iônica.
Coagulação	Adição de coagulante, visando desestabilizar impurezas sólidas presentes na água e facilitar o aumento do tamanho das partículas destas na etapa de floculação.
Decantação	Passagem de água por tanques, no fundo dos quais as impurezas são depositadas por ação da gravidade.
Flotação	Arraste das impurezas para a superfície de um tanque, por meio da ação de microbolhas.
Filtração em meio granular	Remoção de material particulado presente na água, fazendo-a passar por um leito contendo meio granular (usualmente areia e/ou antracito)
Filtração em membrana	Remoção de contaminantes orgânicos e inorgânicos, incluindo material dissolvido, passando a água por membranas com abertura de filtração inferior a 1 µm.
Desinfecção	Processo destinado a inativar microrganismos patogênicos presentes na água
Abrandamento	Processo destinado a reduzir a dureza da água e remover alguns contaminantes inorgânicos
Fluoretação	Adição de compostos contendo o íon fluoreto, com a finalidade de combater a cárie infantil
Estabilização química	Acondicionamento da água pela adição de substâncias para correção do seu pH, com a finalidade de atenuar efeitos corrosivos ou incrustantes em sistemas abastecedores e nas instalações domiciliares

Fonte: Adaptado de Heller e Pádua (2010)

No que tange a indústria de água envasada, cabe ressaltar os dois tratamentos mais frequentes: a filtração em membrana e a desinfecção

2.3.4.1 Filtração em membrana

Em processos de filtração (ou separação) em membranas é utilizado um material semipermeável com microabertura de filtração que promove a retirada de material particulado, micromoléculas dissolvidas e íons dissolvidos. A água é bombeada para módulos contendo as membranas, permitindo a passagem da água entre elas e gerando o permeado, enquanto que os contaminantes retidos são coletados como concentrados (HELLER; PÁDUA, 2010).

2.3.4.2 Desinfecção

A desinfecção se refere à aplicação de um agente químico ou físico com a finalidade de eliminar organismos patogênicos que eventualmente possam existir na água, dentre eles bactérias, protozoários e vírus. Não se deve confundir com a esterilização que compreende a destruição completa dos seres vivos numa amostra (HELLER; PÁDUA, 2010). Os agentes desinfetantes podem agir de acordo com um ou mais dos seguintes mecanismos: destruição da estrutura celular, interferência no metabolismo com inativação de enzimas, interferência na biossíntese e no crescimento celular.

Os agentes químicos normalmente usados são oxidantes cloro, bromo, iodo, ozônio, permanganato de potássio e peróxido de hidrogênio e os íons metálicos, prata e cobre, já os agentes físicos podem ser o calor e a radiação ultravioleta. É importante ressaltar que o ozônio é o agente mais utilizado graças ao fato de que praticamente não deixa resíduos na água (HELLER; PÁDUA, 2010).

2.3.5 Gaseificação

A gaseificação é processo no qual a água é submetida à adição de gás carbônico sob alta pressão. É a técnica empregada na produção de água com gás e de refrigerantes para gerar a efervescência característica dessas bebidas.

Este processo também pode ser chamado de carbonatação, ele ocorre através de uma reação reversível entre o gás carbônico e a água, gerando ácido carbônico. Este ácido é fraco e muito instável, rapidamente retornando a dióxido de carbono e água.

2.3.6 Rinsagem

A palavra rinsagem, derivada do verbo inglês *to rinse*, significa lavar com água limpa, encharcar com água, ou ainda, enxague final para remoção de impurezas. Este termo pouco utilizado é apresentado na Portaria nº 374, de 1º de outubro de 2009, do DNPM, e compreende a etapa de higienização dos vasilhames anterior ao seu enchimento. Esta operação é normalmente executada através de máquinas automáticas, as lavadoras, ou *rinser*s, que utilizam jateamento de água para enxágue (BRASIL, 2009).

2.3.7 Envase e vedação

O envase, ou envasamento, corresponde ao processo de preenchimento da embalagem com água. A vedação se refere aos processos de tampagem dos vasilhames. A ANVISA determina que essas etapas devem ser realizadas através de máquinas automáticas (BRASIL, 2006, 2009).

2.3.1.8 Rotulagem

A rotulagem se refere simplesmente ao processo de aplicação de rótulos nas embalagens. É uma operação que pode ser realizada manual ou automaticamente. As especificações que devem conter nos rótulos das águas envasadas para aprovação do DNPM estão dispostas na Portaria nº 470, de 24 de novembro de 1999, do MME. (BRASIL, 1999b)

2.4 Caracterização da água

A água só ocorre quimicamente pura na natureza quando na forma de vapor. No estado líquido possui grande capacidade de dissolução e transporte somado a isso os corpos hídricos passam por uma diversidade de processos, que vão alterando as características da água. Esses processos incorporam impurezas à composição da água, estas podem ser de natureza física, química, biológicas e radiológicas (LIBÂNIO, 2010; HELLER, PÁDUA, 2010).

A caracterização se trata da quantificação das impurezas presentes na água. Com essa informação é possível selecionar a técnica mais apropriada para o tratamento da água, bem como avaliar o tratamento efetuado (HELLER; PÁDUA, 2010). Ao se desenvolver as atividades de aproveitamento de fontes de águas minerais e potáveis de mesa é necessária a

realização de uma análise para caracterização daquela água e apresenta-la ao DNPM para atestar a sua potabilidade.

2.5 Controle de qualidade

A qualidade da água é relativizada em função do seu uso. Na produção de água envasada, por se tratar de um produto alimentício, deve-se atentar para um fator crucial para a manutenção da sua qualidade: a contaminação. Trata-se de uma forma de poluição, que consiste na liberação de elementos nocivos à saúde humana, animal ou vegetal (HELLER; PÁDUA, 2010).

Os focos de contaminação podem ocorrer tanto diretamente no manancial quanto no processo produtivo. Heller e Pádua (2010), destacam a importância do conceito de “múltiplas barreiras” que recomenda a atenção à água desde a sua fonte até o seu consumo. Dessa forma, torna-se fundamental projetar, implantar, operar e manter a planta industrial adotando ações necessárias para que não ocorra deterioração da qualidade da água.

Com essa perspectiva, o DNPM publicou a Norma Técnica (NT) nº 001/2009 que trata das “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”. Esta NT define normas e procedimentos a serem adotados que acompanham o processo desde a construção das instalações (BRASIL, 2009).

A definição dos parâmetros a serem avaliados depende do objetivo do trabalho a ser realizado. No que concerne a análise de água realizadas no acompanhamento do processo produtivo e em seu respectivo controle de qualidade, os principais critérios avaliados estão relacionados a seguir.

2.5.1 Temperatura

Libânio (2010) afirma que nos fluidos, a temperatura “indica a magnitude da energia cinética do movimento aleatório das moléculas e sintetiza o fenômeno de transferência de calor”.

2.5.2 pH

O pH, ou atividade do íon hidrogênio é uma medida que define a intensidade do caráter ácido ou básico de uma solução em uma dada temperatura. Em soluções muito diluídas a concentração dos íons hidrogênio é aproximadamente igual a sua atividade. Ele é avaliado através da determinação da presença de íons hidrogênio (H^+) na amostra. A medição do pH representa uma das análises mais importantes e frequentes na análise da água. Quase todas as etapas de tratamento de água são dependentes do pH (APHA; AWWA; WEF, 2005).

2.5.3 Sólidos totais dissolvidos (STD)

Na água todas as impurezas, exceto os gases dissolvidos, contam como sólidos. Em relação ao seu tamanho, os sólidos podem ser classificados em: sedimentáveis, coloides, dissolvidos e em suspensão, na prática, só as duas últimas são utilizadas. A separação dos sólidos dessas duas classes é realizada com uma membrana filtrante com poro igual a 1,2 μm . Já se tratando da natureza química os sólidos podem ser fixos ou voláteis, os voláteis sendo aqueles que se volatilizam a 550°C. Dentro dos sólidos totais dissolvidos está a salinidade, que normalmente corresponde a parte fixa da amostra (HELLER; PÁDUA, 2010).

2.5.4 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica expressa a capacidade da água de transmitir uma corrente elétrica em decorrência da presença de íons (LIBÂNIO, 2010). Ela está relacionada com a presença de sais dissolvidos na água, sendo quase proporcional à sua quantidade.

2.5.5 Dureza

A dureza é um parâmetro de natureza química que avalia a concentração de cátions multivalentes dissolvidos na água, principalmente os íons cálcio (Ca^{+2}) e magnésio (Mg^{+}). A dureza é oriunda da dissolução das formações rochosas da bacia hidrográfica em que o manancial se encontre, comumente rochas calcárias (LIBÂNIO, 2010). Águas subterrâneas, por exemplo tem uma tendência maior de apresentar durezas elevadas.

A dureza pode ser classificada de acordo com o ânion com o qual está associada, podendo ser dureza carbonato ou dureza não carbonato. A dureza carbonato é também

denominada dureza não permanente, pois, com aumento significativo de temperatura o carbonato é precipitado (a adição de cal para abrandamento também gera esse efeito). Além disso, ela também corresponde a uma medida de alcalinidade. A dureza não carbonato ou permanente, no entanto, não é possível reduzir com aumento da temperatura. Esta é resultante de íons metálicos divalentes combinados a sulfatos, cloretos ou nitratos. A dureza não permanente pode ser definida subtraindo a alcalinidade da água da dureza total (LIBÂNIO, 2010).

2.5.6 Turbidez

A turbidez é uma característica da água proveniente da presença de material particulado ou coloidal em suspensão na água. Ela constitui a medida da interferência da concentração de partículas na água obtida por meio da passagem de um feixe de luz, sendo normalmente expressa em unidade de turbidez (uT) (LIBÂNIO, 2010). Em termos mais simples, a turbidez pode ser entendida como a expressão do inverso da transparência da água (HELLER; PÁDUA, 2010).

Dentre os materiais que elevam a turbidez da água vale citar: fragmentos de argila, silte, areia, algas, plâncton, microrganismos e matéria orgânica e inorgânica particulada (LIBÂNIO, 2010; BRASIL, 2013). Libânio (2010) cita ainda que em menor frequência também podem ser observados carbonato de cálcio precipitado em águas duras e óxido de ferro e de compostos de alumínio precipitados em águas tratadas.

2.5.7 Coliformes

As águas naturais possuem microrganismos, que em sua maioria não causam danos à saúde humana. Comumente, organismos que causam doenças em humanos são provenientes de fezes humanas e de outros animais de sangue quente, estes seres podem ser vírus, bactérias, protozoários ou helmintos (BRASIL, 2013, 2014b).

Coliformes é a denominação de um grupo de bactérias que é largamente utilizado como referência de indicadores de contaminação fecal, esse grupo possui as seguintes características que o torna adequado para este fim: são encontrados nas fezes de humanos e de outros animais de sangue quente, são detectáveis por métodos quantitativos simples e viáveis, sua concentração na água está diretamente ligada ao seu grau de contaminação fecal, são mais duradouros que

patógenos intestinais e são mais resistentes à tensoativos e desinfetantes do que germes patogênicos (BRASIL, 2013, 2014b).

Coliformes totais compreendem um grupo de bactérias que não tem origem exclusivamente fecal. Esta classificação reúne organismos dos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*, além de espécies como *Serratia fonticola*, *Rahnella aquatilis* e *Buttiauxella agrestis*.

Os coliformes fecais abrangem o gênero *Escherichia*, e em menor quantidade, espécies de *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*. Também estão inclusas bactérias que não tem origem unicamente fecal, embora em proporções inferiores aos coliformes totais. A expressão “termotolerantes” tem sido utilizada para substituir a terminação “fecal” na denominação desse grupo de bactérias (BRASIL, 2014b).

2.5.8 Gosto e odor

Gostos e odores expressam sensações aferidas pelos sentidos do corpo humano, o paladar e o olfato, respectivamente. Apesar de serem diferentes é costumeiro referenciá-los juntos. Embora possam existir odores e sabores agradáveis, sob o ponto de vista do consumo humano a água com gosto e sabor não característicos é negativamente avaliada (LIBÂNIO, 2010).

2.6 Documentação e registros

Tendo em vista a proteção da saúde da população no âmbito do controle sanitário na área de alimentos, a Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997, da Secretaria de Vigilância Sanitária (SVS), órgão vinculado ao MS, aprovou o Regulamento Técnico (RT) “(...) sobre as Condições Higiênicas/Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos” (BRASIL, 1997). Em complementação à essa portaria, foi publicada a RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002, que traz o “Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados (POPs) aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos” e a “Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos” (BRASIL, 2002).

A RDC nº. 173, de 13 de setembro de 2006, reúne e complementa as informações dispostas na portaria nº 326/1997 e na RDC nº 275/2002, porém, dispondo exclusivamente

sobre as questões pertinentes à indústria de água envasada para consumo humano. No entanto, em sua redação ela menciona apenas as indústrias de água mineral natural e de água natural. Tal resolução estabelece 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”. Além de outras determinações, a RDC nº 173/2006 atesta que os estabelecimentos industrializadores devem dispor de um Manual de Boas Práticas de Fabricação (MBPF) e de POPs. (BRASIL, 2006).

O MBPF é um documento que reúne todo o conteúdo técnico referente às ações (as Boas Práticas) que serão executadas no processo industrial. Este manual apresenta informações da empresa, a personalidade jurídica da empresa, suas características além de instruções técnicas. Os POPs são documentos incluídos no MBPF, que descrevem os procedimentos a serem executados no dia-a-dia da empresa. Além disto, a fábrica deve dispor de uma série de registros que servem para documentar os dados relativos às mais diversas etapas do processo. (BRASIL, 2006).

Devido ao caráter intrinsecamente semelhante do processo produtivo das águas envasadas, seja ela mineral natural, natural ou adicionada de sais, e por falta de regulamentação que aborde explicitamente sobre as práticas em indústrias de água adicionada de sais, a RDC nº 173/2006 é utilizada como referência para o desenvolvimento das ações higiênico-sanitárias nessas indústrias de beneficiamento.

2.7 Procedimentos analíticos

Em seu 22º artigo, a portaria nº 2.914/2011, cita, dentre outras, o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* e metodologias propostas pela OMS como referências para a seleção de procedimentos analíticos que devem ser adotados para a avaliação dos parâmetros da água. Adiante, segue relacionado um conjunto de métodos comumente utilizados para a realização de análises quantitativas e qualitativas da água em indústrias de água engarrafada (BRASIL, 2011).

2.7.1. Titulometria

A titulometria é um método de análise química quantitativa realizada através da determinação do volume de uma solução com concentração conhecida necessário para reagir

quantitativamente com um volume determinado de solução que contém a substância que deve ser analisada. A solução com concentração conhecida é denominada solução padrão, o reagente nessa solução é o titulante e a substância medida é o titulado (VOGEL, 2012).

Na titulação, a solução padrão é adicionada com uma bureta ao titulado até que a reação se complete, o volume em que isso ocorre é denominado ponto de equivalência. O final da titulação é evidenciado por alguma mudança física produzida pela própria reação ou com o uso de indicadores que geram mudanças visuais (alterações de cores). O momento em que a mudança ocorre é denominado ponto final da titulação. É desejável que o ponto de equivalência e o ponto final sejam o mesmo, pequenas discrepâncias entre os valores dos pontos são chamadas erros de titulação (VOGEL, 2012).

Nas análises de água o método titulométrico é utilizado para a determinação de bicarbonatos na amostra. Também podem ser utilizados para encontrar a concentração de íons específicos como cálcio, magnésio, sódio e potássio.

2.7.2 Gravimetria

A gravimetria trata da obtenção e da pesagem de uma substância química em sua forma mais pura possível. Em outras palavras, é realizado um tratamento químico sob um composto, elemento, íon ou radical a ser analisado de maneira que seja possível obtê-lo puro, estável e adequado para a pesagem direta ou que possa ser convertido em outra substância mais facilmente quantificável (VOGEL, 2012). As análises gravimétricas são baseadas em medidas de massa efetuadas em balanças analíticas, tais instrumentos apresentam dados altamente exatos e precisos (SKOOG; WEST; HOLLER; CROUCH, 2013).

Para a determinação dos STD é realizada a pesagem dos recipientes vazios e então é adicionada a amostra de água ao recipiente. Este é então submetido ao aquecimento numa temperatura de aproximadamente 180 °C por pelo menos uma hora. A água é evaporada e a diferença entre o peso inicial do recipiente e o peso após a evaporação representa a medida dos STD (APHA; AWWA; WEF, 2005).

2.7.3 Eletroquímica

Os métodos eletroquímicos envolvem técnicas que empregam reações que geram correntes elétricas, ou ainda reações que só ocorrem quando correntes elétricas são aplicadas, como é o caso da eletrogravimetria, coulometria, potenciometria e da voltametria. A

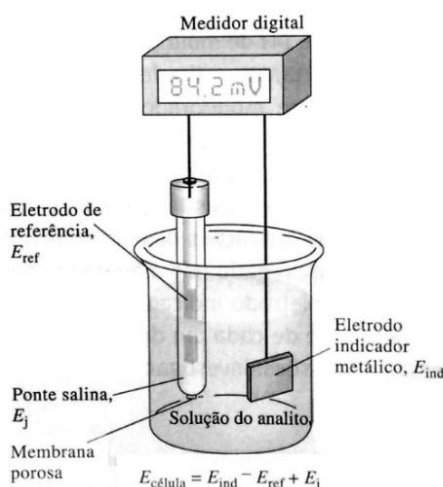
potenciometria é o método mais realizado por analistas na química instrumental (SKOOG; WEST; HOLLER; CROUCH, 2013).

2.7.2.1 Potenciometria

Os métodos potenciométricos são baseados na medida do potencial de células eletroquímicas, sem alteração significativa no valor da corrente. Estes métodos potenciométricos compreendem os princípios do funcionamento dos pHmetros e condutivímetros comuns utilizados para análises de água. Eles possuem um eletrodo de referência, um eletrodo indicador, uma ponte salina e um dispositivo de medida do potencial (SKOOG; WEST; HOLLER; CROUCH, 2013).

O eletrodo de referência é uma semicélula cujo potencial de eletrodo é conhecido, E_{ref} , e que independe da concentração do analito ou de outro íon presente na solução analisada. O eletrodo indicador ao ser imerso na solução com o analito desenvolve um potencial, E_{ind} , de acordo com a atividade do analito. Uma ponte salina impede que a solução do analito se misture com o eletrodo de referência. Nas extremidades da ponte se desenvolver potenciais, caso a mobilidade dos íons da solução da ponte salina sejam iguais podem se anular, tornando o potencial líquido entre as extremidades, E_j , em um valor negligenciável. O potencial de uma célula eletroquímica é então calculado com a soma do potencial do eletrodo indicador mais o potencial da ponte salina e subtração do potencial do eletrodo de referência (SKOOG; WEST; HOLLER; CROUCH, 2013). A Figura 03 ilustra este esquema.

Figura 03 – Célula genérica para determinações potenciométricas



Fonte: Skoog, West, Holler e Crouch (2013)

2.7.4 Análises bacteriológicas

Dentre os métodos de avaliação bacteriológicas utilizados para avaliação de bactérias do grupo coliforme possíveis, o procedimento mais utilizado é a técnica da membrana filtrante. A técnica da membrana filtrante possui várias vantagens que justificam seu uso: é altamente reprodutível, pode ser usada para analisar amostras de grande volume e gera resultados mais rapidamente que algumas outras alternativas (APHA; AWWA; WEF, 2005).

2.7.4.1 Técnica da membrana filtrante

Neste procedimento uma amostra de água é filtrada utilizando um filtro de porosidade de 0,45 μm que irá reter os microrganismos com dimensões maiores. Esse filtro será introduzido em um meio nutritivo no qual a célula será capaz de se desenvolver e formar colônias. Essa cultura é então submetida a um período de incubação e após esse período é possível fazer uma avaliação visual das colônias na amostra e estimar o grau de contaminação da água (APHA; AWWA; WEF, 2005).

Nesta técnica as bactérias do grupo coliforme produzem uma colônia vermelha com um brilho metálico dourado quando submetidas a 24h de incubação a 35°C em um meio tipo *Endo*. O brilho pode cobrir toda a colônia, aparecer apenas na região central ou nas periferias (APHA; AWWA; WEF, 2005). Outros tipos de meio também podem ser utilizados, podendo influenciar na resposta visual da técnica

2.7.4.2 Técnica dos tubos múltiplos

É uma técnica tradicional de análise de coliformes e *E. Coli*. Através deste método é possível determinar o “número mais provável” (NMP) de microrganismos presentes numa amostra. Ela pode ser dividida em duas etapas a presuntiva e a confirmativa. Na etapa presuntiva, é feita a homogeneização e transferência de várias alíquotas de água (com graus de diluição diferentes) para tubos de ensaio que possuem em seu interior: um tubo invertido para a coleta de gás, o tubo de Durhan, e um meio de cultura adequado (normalmente o caldo lactosado). As amostras são incubadas a 35 °C por 24 a 48 horas, após esse período aqueles com crescimento positivo de coliformes são identificáveis pela presença de gás no tubo de. Na fase confirmativa, os resultados positivos da etapa prévia são repicados para novos tubos com preparação semelhante ao passo presuntivo, porém contendo o caldo verde brilhante Bile a 2%.

Uma nova incubação é realizada com as mesmas condições da fase anterior e em seguida o resultado positivo é verificado nas amostras em que houve geração de gás e retenção destes nos tubos de Durhan. (BRASIL, 2013; FONTES, 2013)

2.7.4.3 Técnica do substrato cromogênico

Esta técnica surgiu como alternativa para testes de coliforme que necessitam avaliar tão somente a presença ou ausência dos mesmos. É capaz de oferecer resultados simultâneos para coliformes totais e termotolerantes em apenas 24 horas com pouca manipulação e procedimentos laboratoriais. Este método é empregado na forma de “ampolas quebráveis” que devem ser dissolvidas na amostra, para seguirem a incubação com temperatura na faixa de 35 a 37 °C. A reação entre o substrato e a enzima produzida pela *E. Coli* produz fluorescência na amostra sob a luz ultravioleta. (FONTES, 2013)

2.7.5 Análises sensoriais

As análises sensoriais representam parâmetros avaliados na experiência humana através dos seus sentidos, são eles a visão, o paladar e o olfato. Tratam-se de análises de critérios imensuráveis. A maioria dos parâmetros de qualidade da água possuem limites permissíveis estabelecidos, estes tipos de análises, entretanto, apresentam dificuldades intrínsecas relacionadas a variedade de substâncias que não provocam danos à saúde (LIBÂNIO, 2010). Na análise de água é avaliado o aspecto visual (cor e turbidez) bem como o a presença de sabores (paladar) e odores (olfato) estranhos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Tipo de estudo

A metodologia adotada para este trabalho, consiste num estudo de caso que se baseia em analisar as etapas produtivas da indústria de envasamento de água, bem como verificar a conformidade das práticas da empresa com a legislação atual.

A coleta de dados se deu majoritariamente através de pesquisa bibliográfica e documental, na qual foram consultados: a regulamentação brasileira vigente, manuais e guias com orientações nacionais e internacionais, livros de autores conceituados, normas dos órgãos fiscalizadores e da ABNT, manuais dos equipamentos, pesquisas e estudos realizados na área e alguns outros materiais indicados como referências.

Houve observação criteriosa das atividades executadas na empresa. Também foram realizadas fotografias das instalações e equipamentos, algumas das quais foram selecionadas para compor este trabalho. Algumas informações exclusivas da empresa também serão omitidas tendo em vista que certos dados vitais devem se manter preservados sob segredo industrial.

A realização de análises laboratoriais não foi possível devido ao fato de que o início das atividades da empresa e, por consequência, de seu laboratório, se deu fora do prazo de duração do estágio realizado.

4 DESENVOLVIMENTO

A linha de produção da empresa seguiu sendo montada durante o período de realização do estágio. No final das atividades, a fábrica já contava com os equipamentos e instalações na configuração necessária para a operação e os operadores já capacitados, estando muito próximo de ter a sua operação iniciada.

Para os dias seguintes à conclusão do estágio, estava prevista a visita de representantes da Superintendência de Vigilância Sanitária (SUVISA), braço estadual da ANVISA, para realizar a fiscalização da empresa e permitir seu funcionamento. Àquela altura, o processo produtivo já podia ser definido e toda a documentação já se encontrava elaborada.

4.1 Descrição do processo produtivo

4.1.1 Extração da água

A extração das águas subterrâneas da Manara é efetuada através de um poço profundo de 80 metros com uma bomba de 7,5 cv (cavalo-vapor) de potência. A DNPM indica a NBR 12.212 e a NBR 12.244, ambas de 2006, para o projeto e construção de poços para captação de águas subterrâneas. Para a operação e manutenção destes é recomendada a terceira edição do Manual de Operação e Manutenção de Poços do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) de São Paulo (BRASIL, 2009).

Conectada à saída do poço existe um filtro para retenção de partículas mais grosseiras, após essa filtragem a água é transportada até um sistema de reservatórios com 4 caixas de água de PVC com capacidade de 5.000 L cada.

A DNPM estabelece que todas as tubulações, conexões, filtros em contato com a água devem ser constituídos de materiais que preservem as características da água, como o PVC inerte e o aço inoxidável. O interior dos equipamentos e utensílios devem ser construídos em aço inoxidável polido de grau alimentício. A DNPM também determina que todo poço deve possuir: um ante-poço para prevenção sanitária (tubo de boca) em chapa de aço com 3/16" de espessura, um sensor de temperatura da água, além de sensores telemétricos para realizar o monitoramento da dos níveis estático e dinâmico, da condutividade e da vazão (BRASIL, 2009). A Figura 04 mostra a boca do poço de extração e o filtro à sua esquerda, ambos feitos de aço inoxidável.

Figura 04 – Filtro e cabeça do poço



Fonte: Autoria própria (2017)

4.1.2 Tratamento da água

Deixando os reservatórios a água é conduzida para uma dessalinização – osmose reversa – onde ocorre a retenção de material particulado na membrana. A osmose reversa é o meio usado para reduzir a concentração de sais, especialmente cloretos, na água. Trata-se, no entanto, de uma técnica bastante cara e o concentrado resultante deve receber uma destinação apropriada, pois, se atingir o solo pode causar infertilidade (HELLER; PÁDUA, 2010).

Graças a remoção de sal promovida por esta técnica, os equipamentos de osmose reversa são conhecidos na indústria também como dessalinizadores. A Figura 05 mostra o sistema dessalinizador da empresa.

O uso de membranas para tratamento das águas tem se tornado cada vez mais comum, devido às vantagens relacionadas à eficiência superior na remoção de contaminantes, menor área de implantação em relação a outros procedimentos tradicionais, redução de trabalho de operador graças à automatização do sistema de controle e dispensa do emprego de coagulantes (HELLER; PÁDUA, 2010).

A escolha da membrana apropriada depende das características da água a ser tratada e da sua aplicação final. É possível adaptar diferentes formas de separação em membrana de tal maneira que permita o tratamento de águas com até 100 uT.

Figura 05 – Sistema de osmose reversa

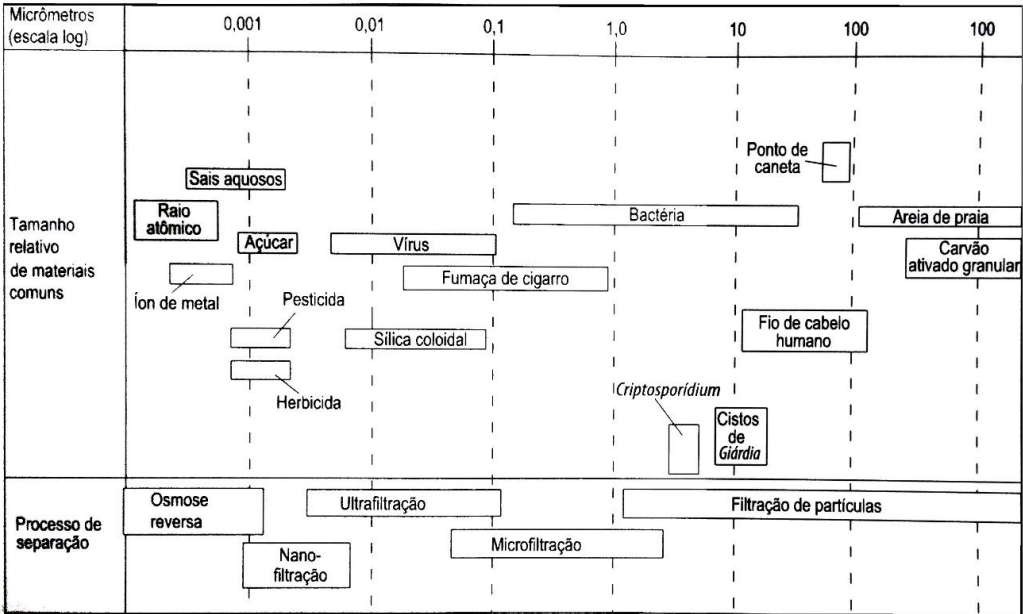


Fonte: Autoria própria (2017)

Libânio (2010) comenta que membranas de osmose reversa são capazes de remover íons, sais dissolvidos e quase toda a matéria orgânica, com peso molecular inferior a 200 g/mol. A pressão de operação desses sistemas varia de 500 kPa até 3500 kPa.

O tamanho da abertura de filtração das membranas decresce no sentido da microfiltração para a osmose reversa (HELLER; PÁDUA, 2010). A Figura 06 mostra a faixa de aplicação dos filtros.

Figura 06 – Faixa de tamanho de aplicação de métodos filtrantes



Fonte: Heller e Pádua (2010)

Após essa etapa a água passa por uma ozonização (uma desinfecção com o uso de ozônio), evitando riscos de organismos patogênicos na água, sendo então levada para um tanque de aço inox e volume de 55.000 L.

O DNPM determina que os reservatórios de água devem ser de aço inoxidável polido de grau alimentício e devem estar em nível superior ao solo para que seja possível sua inspeção visual externa. Os reservatórios devem ser completamente isolados de modo a prevenir a entrada de material estranho em seu conteúdo. Além disso a água não deve ficar reservada por um período maior do que três dias (BRASIL, 2009).

Uma bomba centrífuga é responsável por transferir a água tratada para dentro da cabine de envase, durante este trajeto um filtro de grossos adicional foi incorporado ao sistema na saída do reservatório para maior garantia da qualidade da água. A Figura 07 está apresentado o reservatório de aço inox e o filtro na sua saída.

Figura 07 – Reservatório de aço inox com capacidade de 55000L



Fonte: Autoria própria

4.1.3 Higienização das embalagens

Antes de serem preenchidos, os garrafões de 20 L que serão utilizados passam por etapas de higienização e desinfecção manual com um agente a base de cloro ativo de eficiência comprovada. Em seguida, atravessam duas máquinas escovadeiras, a primeira escova a superfície externa do vasilhame e a segunda escova o seu interior.

Aqueles que estão retornando, passam previamente por uma etapa de triagem, uma avaliação realizada através de inspeção visual (em busca de desconformidades tais quais: ranhuras, manchas e amassados) e olfativa, checagem do prazo de validade e sua certificação. O DNPM determina que os garrafões reprovados na triagem devem ser rejeitados e eliminados. (BRASIL, 2009). As tampas utilizadas também são desinfetadas com agentes clorados e são rinsadas com a água enriquecida após a desinfecção.

Cumprida a etapa sanitária inicial, os garrafões são submetidos a lavagem interna e externa, com jateamento de água contendo os agentes desinfetantes clorados, em uma lavadora automática com capacidade de até 1200 garrafões/hora. A Figura 08, ilustra a máquina lavadora da empresa.

Figura 08 – Máquina lavadora automática



Fonte: Autoria própria (2017)

A DNPM determina que os vasilhames devem ser enxaguados com a mesma água da fonte (BRASIL, 2009). No entanto, por este caso se tratar de água beneficiada na saída desta

máquina, é realizada a rinsagem com a água adicionada de sais para eliminar resquícios de desinfetantes para então seguir para o seu preenchimento, adentrando na sala de envase.

4.1.4 Beneficiamento da água e embalagem

No interior da cabine de envase, a água é adicionada a um tanque de mistura onde será realizada a adição de sais utilizando um equipamento dosador automático. A empresa optou por enriquecer o seu produto com o bicarbonato de sódio. A água preparada é transferida até a máquina enchedora automática com capacidade de 1200 garrafões por horas. Os vasilhames são tampados de forma automática imediatamente após serem preenchidos. A Figura 09 retrata as máquinas de envase e tampagem automáticas.

Figura 09 – Envasadora de garrafões e tampador automático



Fonte: Autoria própria (2017)

O risco de contaminação é maior nessas etapas por esta razão tais processos ocorre dentro da cabine de envase. Ela consiste num ambiente isolado com teto em laje, de revestimento liso e lavável, seu piso é impermeável de alta resistência e fácil higienização, com inclinação que permita o escoamento de água à uma caixa de recepção e paredes de vidro transparente. Essa cabine possui os cantos arredondados para facilitar a sua higienização, tudo conforme determinação da DNPM (BRASIL, 2009). O acesso de operadores à essa sala só é possível através de uma antessala de assepsia.

Os garrafões adentram na cabine por meio de aberturas de entrada e saída com as dimensões estritamente necessárias para a passagem do mesmo.

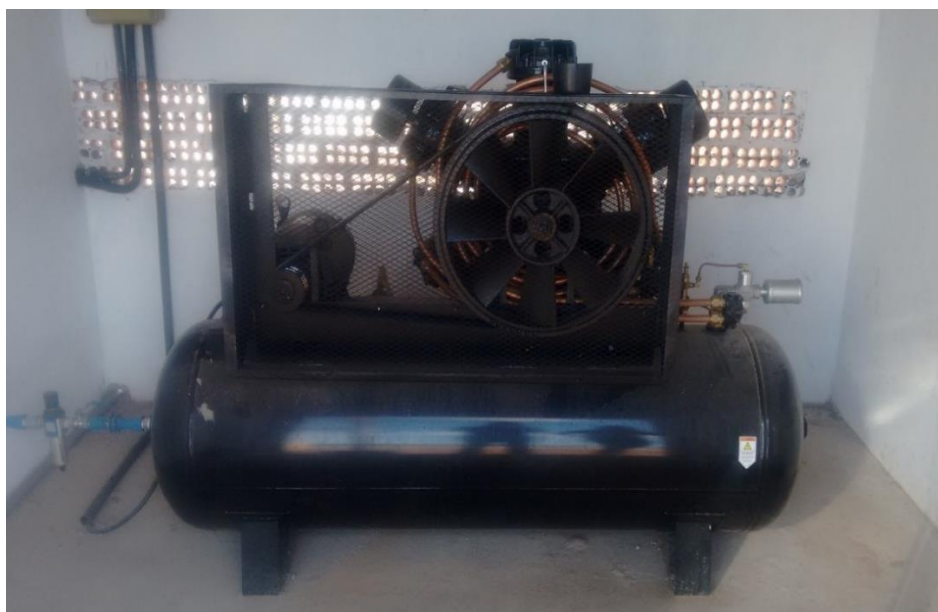
Figura 10 – Cabine de envase



Fonte: Autoria própria (2017)

A lavadora, a enchedora, e o tampador são máquinas automáticas que possuem acionamento pneumático. Esse acionamento é realizado com a utilização de um compressor de 15 cv de potência. A Figura 11 ilustra o compressor utilizado na empresa.

Figura 11 – Compressor para acionamento pneumático das máquinas



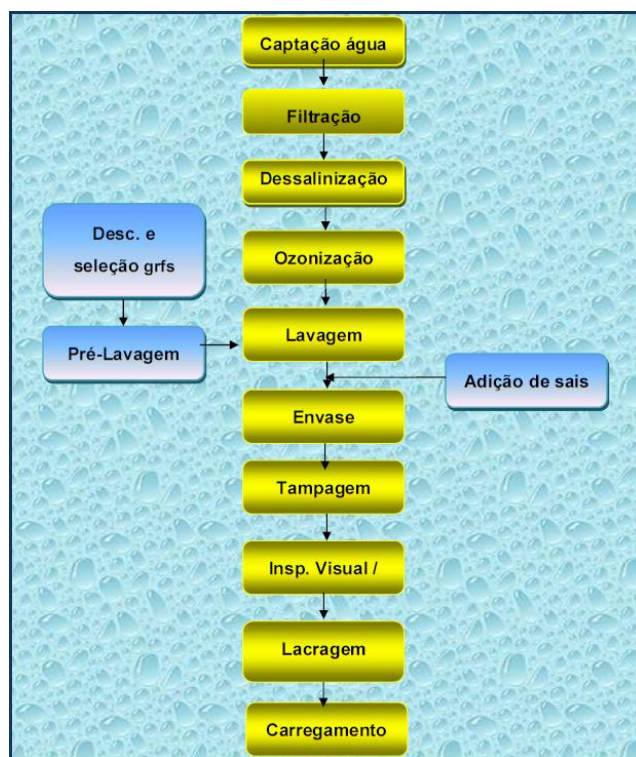
Fonte: Autoria própria (2017)

Ao deixar a cabine de envase, os garrafões passam por nova desinfecção, dessa vez com a utilização de luz ultravioleta para serem então deslocados por esteiras passando por um visor onde são inspecionadas.

Se for aprovado na inspeção visual, o garrafão recebe um lacre e entra num túnel de aquecimento para que o lacre encolha. Subsequentemente vem a rotulagem, realizada manualmente por operadores devidamente equipados.

Uma vez finalizado, o produto segue para estocagem ou distribuição (carregamento). A Figura 12 apresenta o fluxograma do processo produtivo segundo o MBPF da empresa.

Figura 12 – Fluxograma do processo produtivo da água adicionada de sais



Fonte: Água Manara (2017)

Este sistema industrial opera de forma descontínua e tem capacidade de produção de até 28000 L/h. A série de equipamentos de primeira linha que a empresa possui, estão relacionados no Quadro 03 junto com as suas funções.

A manutenção do maquinário inclui calibragem e higienização periódica dos equipamentos seguindo diretrizes da DNPM e especificações técnicas dos mesmos. Os procedimentos adotados para a execução dessa atividade devem constar no MBPF e registros da realização dessas atividades devem ser mantidos pela empresa (BRASIL, 2009; ÁGUA MANARA, 2017).

É importante destacar que como medida preventiva, os trabalhadores que venham a apresentar risco de transmissão de doenças infectocontagiosas devem comunicar à empresa sobre seu estado e serem impedidos de trabalhar naquelas condições

Quadro 03 – Relação de equipamentos e suas funções

EQUIPAMENTO / INSTALAÇÃO	FUNÇÃO
Poço profundo	Captação das águas subterrâneas
Filtro de grossos	Filtro para remoção de partículas grosseiras
Bomba de 7,5 cv	Condução da água do poço
Conjunto de Reservatórios (20.000 L)	Reservagem da água bruta
Máquina de osmose/Dessalinizador	Remoção de excesso de sais da água do poço
Sistema de ozonização	Desinfecção da água permeada
Reservatório Inox (55.000 L)	Reservagem da água tratada
Tanque de preparação de mistura	Preparação da água adicionada de sais
Dosadora automática analógica	Dosar bicarbonato de sódio na água
Bomba centrífuga	Transporte da água do reservatório inox, passando pelo tanque de mistura para a envasadora
Compressor de 15 cv	Acionamento pneumático da lavadora, envasadora e do tampador
Escovadeira externa	Escovação do exterior dos garrafões
Escovadeira interna	Escovação do interior dos garrafões
Lavadora automática	Lavagem de garrafões
Envasadora automática	Preenchimento de garrafões
Tampador automático	Tampar os garrafões preenchidos
Lâmpada UV	Desinfecção dos garrafões preenchidos
Visor e Lacrador	Inspeção visual e lacragem de garrafões.
Esteiras rolantes	Transporte automático de garrafões
Tanques de armazenagem e distribuição	Distribuição de água na fabrica

Fonte: Autoria própria

A maiorias dos equipamentos que manipulam os insumos foram fabricados pela empresa MARINOX, empresa especializada em equipamentos para industrialização da água. No Apêndice 01 está apresentada a planta baixa da empresa com indicações dos equipamentos e instalações da empresa destinadas ao processamento da água engarrafada e no Apêndice 02 encontra-se uma legenda para as marcações da planta baixa.

4.2 Controle de potabilidade

No controle de potabilidade, é realizada a coleta de amostras de água em três locais, sendo: uma na saída do poço, uma após o processo de osmose reversa e outra na saída da envasadora (o Apêndice 01 mostra os pontos coleta da água). Essas amostras são submetidas a análises dos seguintes parâmetros.

- **Temperatura:** alterações naturais na temperatura da água não causam efeitos significantes à saúde humana. No entanto, a temperatura influencia uma série de outros fatores relevantes, cabendo ressaltar: a velocidade das reações químicas, a solubilidade de substâncias e o metabolismo de organismos presentes na água.
- **pH:** o pH da água não representa efeito nocivo para a saúde humana, devido a isso a OMS estabeleceu uma faixa ampla de pH (6,0 a 9,5) de modo a preservar as redes de distribuição (LIBÂNIO, 2010), tal faixa também está disposta no padrão de potabilidade da água (BRASIL, 2011).
- **Condutividade e STD:** A determinação da condutividade, possibilita estimar com rapidez a quantidade de STD (HELLER; PÁDUA, 2010). A relação entre a condutividade e os STD tornam a condutividade um indicador de eventual lançamento de efluentes em corpos de água. (LIBÂNIO, 2010). Essa relação linear é aproximada pela equação 01, abaixo.

$$CE = \sum (C_{ai} \cdot F_i) \quad (01)$$

Em que CE representa a condutividade elétrica em $\mu\text{S}/\text{cm}$ (microsiemens por centímetro), C_i é a concentração do íon i na solução em mg/L e F_i o fator de condutividade para a espécie i (HELLER; PÁDUA, 2010). Em soluções bem diluídas a relação aproxima-se da equação 02 (LIBÂNIO, 2010):

$$\text{STD} \approx 0,5\text{CE} \quad (02)$$

O padrão de potabilidade da água limita os STD em um valor máximo de 1000 mg/L (BRASIL, 2011)

- **Aspecto:** o aspecto visual está relacionado com a turbidez. Valores de 8 uT, ou inferiores, são geralmente imperceptíveis à olho nu e com menos de 5 uT a água é aceita

pelos consumidores. Esse valor também é o limite máximo aceita para águas potáveis (BRASIL, 2011). No entanto, devido à presença potencial de organismos patogênicos a OMS recomenda que a turbidez seja a menor possível, pelo menos inferior à 1 uT (HELLER; PÁDUA, 2010).

- **Odor e sabor;** Heller e Pádua (2010), comentam que diversos organismos podem ser a causa de alteração no gosto e odor das águas, citando actinomicetos e cianobactérias. Além de fatores biológicos, contaminantes químicos também podem ser os responsáveis por essas alterações sensoriais, alguns deles são: amônia, cloretos, dureza, sólidos totais dissolvidos, sulfeto de hidrogênio, resíduos de desinfetantes e subprodutos de desinfecção. A presença de gosto e odor servem de alerta para possível contaminação ou ainda indicar que o tratamento pode não estar ocorrendo de forma eficiente.
- **Coliformes totais e fecais:** Principal fonte de poluição hídrica, os esgotos apresentam uma predominância da bactéria *Escherichia coli*, de origem fecal inquestionável e presença ubíqua improvável. Devido a tais características, a *E. Coli* é validada com um indicador preciso da contaminação de águas. A presença de coliformes pode indicar falhas no tratamento, possíveis contaminações após o tratamento ou ainda presença de nutrientes nos reservatórios ou em sistemas de distribuição (BRASIL, 2014b). O padrão de potabilidade da água determina que para amostras de 100 mL de águas para consumo humano devem apresentar ausência dessas bactérias. (BRASIL, 2011)

A RDC nº 274/2005 estabelece que os limites máximos permitidos para 100mL de água adicionada de sais são: 25 mg de cálcio, 6,5 mg de magnésio, 50 mg de potássio e 60 mg de sódio. Assim, a depender do sal de grau alimentício utilizado em indústrias de beneficiamento com sais, será necessária uma análise específica para determinar a concentração do sal selecionado (BRASIL, 2005b). Nesta indústria, nos pontos de coleta após o dessalinizador e no enchimento, é analisada a concentração de bicarbonatos.

4.3 Documentação e registros

A fiscalização sobre essa indústria é bastante rigorosa, especialmente pelo fato de que a água envasada é um alimento. Para comprovar que a empresa cumpre tudo o que foi estabelecido, foi elaborada uma ampla gama de documentos para manter todas as informações que sejam necessárias para comprovar o funcionamento da empresa dentro dos padrões exigidos.

4.3.1 Elaboração do MBPF e POPs

Uma vez confeccionado, o Manual de Boas Práticas de Fabricação da Água Manara, tornou-se um documento que abrigava a descrição de todos os aspectos relativos ao seu processo industrial. Em seu conteúdo se encontra um total de 11 POPs, descrevendo o passo-a-passo dos procedimentos adotados no local e 34 registros efetuados, com diferentes periodicidades, regular ou eventualmente exigidos por órgãos fiscalizadores conforme legislação vigente e que devem ser frequentemente atualizados pela empresa. A lista de POPs está apresentada no Quadro 04.

Quadro 04 – Lista de POPs anexos no MBPF da Água Manara

Lista de POPs anexos no MBPF da Água Manara
• POP 01 - Aspectos gerais de higiene, saúde dos manipuladores e programa de treinamento; • POP 02 - Aspectos gerais de projeto. Instalações e controle da potabilidade da água; • POP 03 - Aspectos gerais de fabricação, matérias-primas, ingredientes e embalagens; • POP 04 - Aspectos gerais de limpeza e higienização de máquinas e calibração de instrumentos; • POP 05 - Aspectos gerais de controle integrado de pragas e manejo de resíduos; • POP 06 - Aspectos gerais de garantia da qualidade e recall; • POP 07 - Preparação e dosagem da solução de bicarbonato de sódio-GA; • POP 08 - Lavagem de tampas; • Pop 09 - Tratamento de água do poço por dessalinização – captação, condução e armazenagem e distribuição; • POP 10 - Identificação por setas coloridas das tubulações de água bruta (poço), pré-tratada, tratada, reuso, descartes e adicionada de sais; • POP 11 - C.I.P. (clean in place) em máquinas.

Fonte: Autoria Própria (2017)

4.4 Regulamentação pertinente

A revisão da legislação nacional que incide sobre o aproveitamento de águas para envasamento revelou algumas situações de falhas ou, no mínimo, de necessidade de atualização.

No que se refere à gestão de águas subterrâneas, existe um verdadeiro “arcabouço jurídico” com a qual elas são tratadas devido ao fato de que sua regulamentação ter sido fundamentada em leis relacionadas às águas superficiais (HAGER; ALMEIDA, 2008).

É importante destacar que até 2005, com a publicação da RDC nº 274/2005 e a introdução do conceito de água adicionada de sais, toda a legislação sobre o aproveitamento de água foi fundamentada sobre os aspectos da produção de água mineral natural e da água natural.

Como previamente mencionado, a portaria nº 2914/2011 estabelece critérios para potabilidade da água visando sistemas de abastecimento para populações humanas. Em um cenário ideal, os requisitos da água para fins de enriquecimento com sais deveriam possuir regulamentação que tratasse especificamente sobre o tema. A RDC nº 274/2005 enfatiza essa questão ao expressar que as águas (minerais naturais, naturais e adicionada de sais) “(...) devem atender, ainda, aos Regulamentos Técnicos específicos de Características Macroscópicas e Microscópicas”

No que tange ao caso específico estudado, as principais regulamentações em vigor no país estão apresentadas no Quadro 05 do Apêndice 03.

5 CONCLUSÃO

A implantação de uma indústria mostrou-se uma tarefa altamente complexa. O trabalho desenvolvido, mostrou a interdependência dos equipamentos que ao final do processo, dão origem a um produto que atenda aos critérios exigidos nacionalmente. As ações executadas devem estar sempre documentadas e registradas, obedecendo rigorosas exigências da legislação relacionadas ao controle de qualidade, especialmente por se tratar de um alimento.

Com a elucidação do processo produtivo da água envasada, a tarefa de se determinar toda a lógica operacional e documentá-la no MBPF da empresa se torna mais branda. Quando se tem o quadro geral definido é possível se antecipar à problemas e gerar soluções de forma mais eficiente.

A realização de estágio *in loco* ofereceu um grau de aprendizagem maior, uma vez que boa parte do conhecimento foi adquirido de forma tácita através da vivência no ambiente prático do trabalho. A situação experimentada na empresa foi um reflexo da realidade brasileira, a mesma enfrentada por novos empreendimentos com regularizações com pouca clareza.

A elaboração do Manual de Boas Práticas de Fabricação da Água Manara foi realizada com sucesso, atendendo todas as exigências determinadas pelas leis e normas vigentes. Através dele podem ser esclarecidos todos as questões pertinentes ao processo de fabricação da água envasada, incluindo aí toda a higienização do complexo e do seu maquinário, e até mesmo aspectos relativos à saúde dos operadores que trabalham diretamente na linha de produção.

Com uma análise mais profunda em cada equipamento ou no processo como um todo, seria possível apresentar alterações que reduzissem custos

REFERÊNCIAS

Água Manara. **Manual de Boas Práticas de Fabricação – BPF**: POP's – IT's – PIE – PGRSL. Assú: Alves & Diniz Indústria e Comércio LTDA – EPP. 2017. No prelo. Não paginado.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION - AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION - WEF. **Standard methods for the examination of water & wastewater**. 21st. edition. Washington: APHA; AWWA; WEF. 2005. 1200 p.

ASSEMBLÉIA GERAL DA ONU. Resolução 64/292. The human rights to water and sanitation. AG Index A/RES/64/292. 28 de julho de 2010 Disponível em: <<http://www.un.org>>. Acesso em: 17 abr 2017

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 105, 19 de maio de 1999a. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: Poder Executivo, Brasília, DF, 20 de maio de 1999a. Disponível em <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 24 de mar de 2017

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 173, 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. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: Poder Executivo, Brasília, DF, 15 de setembro de 2006. Disponível em <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 09 abr 2017

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 274, 22 de setembro de 2005b. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: Poder Executivo, Brasília, DF, 23 de setembro de 2005b. Disponível em <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 24 de mar de 2017

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 275, 21 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: Poder Executivo, Brasília, DF, 23 de outubro de 2003. Disponível em <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 09 abr 2017

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Resolução nº 357, 17 de março de 2005a. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: Poder Executivo, Brasília, DF, 18 de março de 2005a. Disponível em <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 06 abr 2017

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: Poder Executivo, Brasília, DF, 07 de abril de 2008. Disponível em <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 06 abr 2017

_____. Decreto-lei n. 227, de 28 de fevereiro de 1967. Dá nova redação ao Decreto-lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1967. (Código de Minas). **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: Poder Executivo, Brasília, DF, 28 de fevereiro de 1967. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>> Acesso em: 22 abr 2017

_____. Decreto-Lei nº 7.841, de 08 de agosto de 1945. Código de Águas Minerais. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: Poder Executivo, Brasília, DF, 20 de agosto de 1945. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 16 abr 2017

_____. Departamento Nacional de Produção Mineral. Portaria nº 374, 1 de outubro de 2009. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: Poder Executivo, Brasília, DF, 07 de outubro de 2009. Disponível em <<http://www.dnrm.gov.br>>. Acesso em: 12 de abr 2017

_____. Departamento Nacional de Produção Mineral. Estabelece limites mínimos dos elementos dignos de nota, para a classificação das Águas Minerais. Portaria nº 540, 18 de dezembro de 2014a. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: Poder Executivo, Brasília, DF, 19 de dezembro de 2014a. Disponível em <<http://www.dnrm.gov.br>>. Acesso em: 25 mar 2017

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 4. ed. Brasília: FUNASA, 2013. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf> Acesso em: 03 abr 2017

_____. Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Portaria nº 2.914, 12 de dezembro de 2011. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: Poder Executivo, Brasília, DF. Disponível em <<http://portalsaude.saude.gov.br>>. Acesso em: 16 fev 2017

_____. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle de qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAs**. 1. ed. Brasília: FUNASA, 2014b. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualcont_quali_agua_tecnicos_trab_emetas.pdf> Acesso em: 01 fev 2017

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **Portaria SVS/MS n. 326**, 30 de julho de 1997. Disponível em <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 15 de abr de 2017

_____. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Sumário Mineral. 2015. Disponível em: < <http://www.dnrm.gov.br/dnrm/colecoes/colecao-de-sumarios-sumario-mineral>>. Acesso em: 03 maio 2017

_____. Ministério de Minas e Energia. Portaria nº 470, de 24 de novembro de 1999b. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: Poder Executivo, Brasília, DF. Disponível em <<http://www.dnrm.gov.br>>. Acesso em: 21 abr 2017

CREMASCO, Marco Aurélio. **Operações unitárias em sistemas particulados e fluidomecânicos**. São Paulo: Blucher, 2012, 423 p

FONTES, Luiz. **Análises de coliformes por métodos alternativos**. 2013. Disponível em: <<https://bancadapronta.wordpress.com/>>. Acesso em: 29 maio 2017.

HAGER, F. P. V.; D'ALMEIDA, M.L. Legislação aplicada às águas subterrâneas. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 15. 2008, Natal. **Anais...**Natal, Aqua Consultoria, 2008. 16 p. Disponível em: < <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23747/15816>> Acesso em: 18 abr 2017

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. Ed. Belo Horizonte, MG: UFMG, 2010. 2 v

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. 3. Ed. Campinas, SP: Átomo, 2010. 496 p

PARRA, C. A. De bem com a vida. **Engarrafador Moderno**. [S.l.], ed. 267, p. 12 – 17. 2016. Disponível em: < https://issuu.com/engarrafador/docs/engarrafador_moderno_-_ed._267_>. Acesso em: 22 maio 2017

PERLINGEIRO, Carlos Augusto G. **Engenharia de Processos**: Análise, Simulação, Otimização e Síntese de Processos Químicos. São Paulo, SP: Blucher, 2005. 198 p

SOUZA, Walterler Alves de. **Tratamento de Água**. Natal: CEFET/RN, 2007. 149 p

SHREVE, Randolph Norris; BRINK JUNIOR, Joseph Andrew. **Indústrias de Processos Químicos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. 717 p. Título original: Chemical Process Industries.

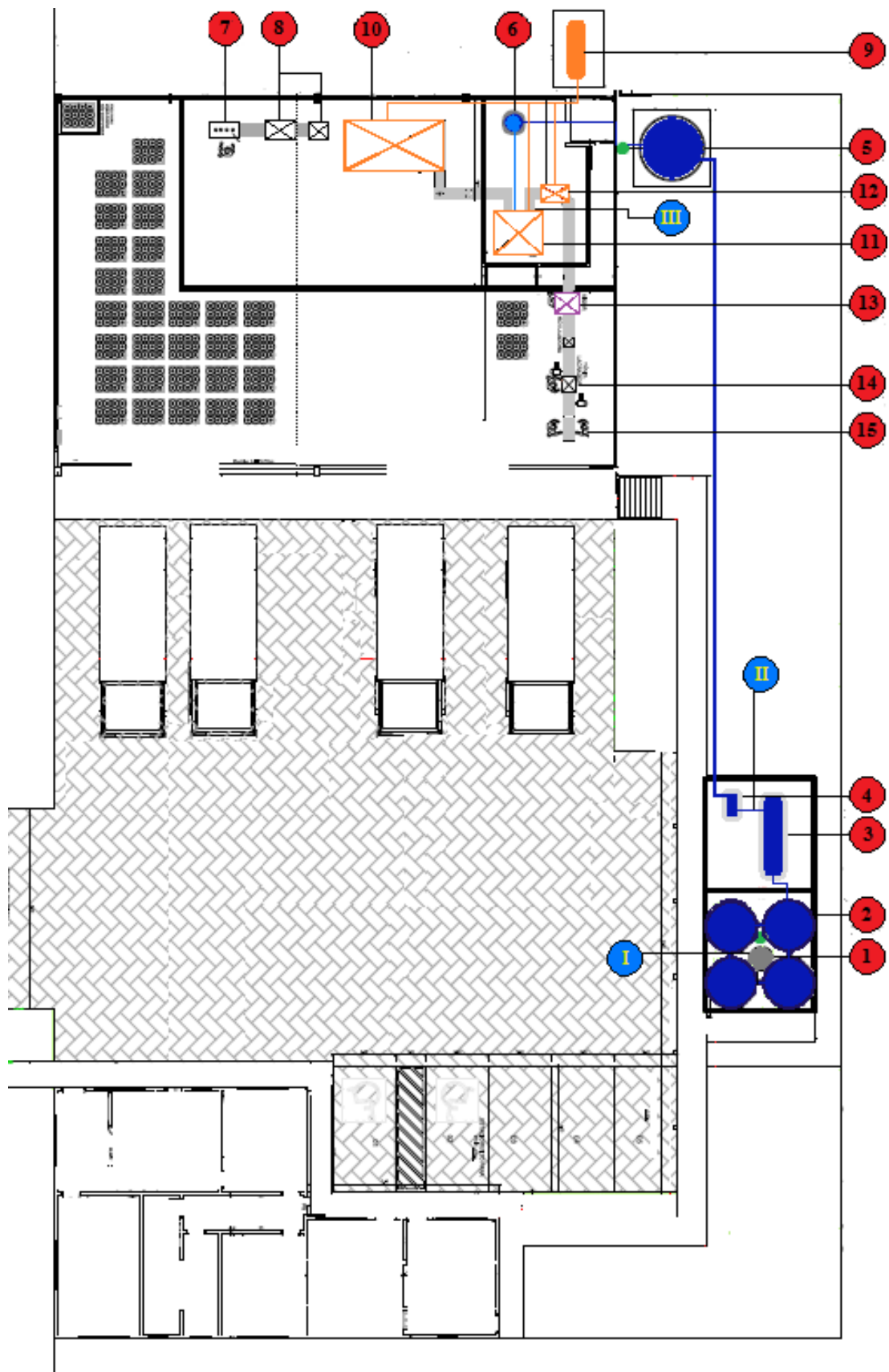
SKOOG, Douglas A; WEST, Donald M; HOLLER, F James; CROUCH, Stanley R. **Fundamentos de Química Analítica**. 8. reimp. da 1 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. Título original: Fundamentals of analytical chemistry.

SMITH, Carlos A.; CORRIPIO, Armando B. **Princípios e Práticas do Controle Automático de Processos**. 3. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007. 504 p Título original: Principles and practice of automatic process control.

USP. **Declaração Universal dos Direitos da Água - 1992**. 1992. Disponível em: <<http://www.direitoshumanos.usp.br>>. Acesso em: 19 abr. 2017

VOGEL, Arthur Israel. **Análise química quantitativa**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. 488 p. Título original: Vogel's textbook of quantitative chemical analysis.

APÊNDICE 01 – PLANTA BAIXA DA UNIDADE INDUSTRIAL



Fonte: Adaptado de documento da empresa

APÊNDICE 02 – LEGENDA DA PLANTA BAIXA

-  1 Captação por poço profundo
-  2 Sistema de reservagem (20.000L)
-  3 Osmose reversa
-  4 Ozonização
-  5 Reservagem em tanque de aço inox de grau alimentício (55.000L)
-  6 Tanque de mistura para adição de sais
-  7 Higienização dos garrafões
-  8 Escovação interna e externa
-  9 Compressor para acionamento pneumático de máquinas
-  10 Lavadora automática
-  11 Envasadora automática
-  12 Tampador automático
-  13 Desinfecção com luz ultravioleta
-  14 Inspeção e Lacragem
-  15 Rotulagem

-  I Primeiro ponto de coleta de amostra (saída do poço)
-  II Segundo ponto de coleta de amostra (após osmose reversa)
-  III Terceiro ponto de coleta de amostra (no envasamento)

Fonte: Autoria própria (2017)

**APENDICE 03 – REGULAMENTAÇÕES PERTINENTES À PRODUÇÃO DE ÁGUA
ADICIONADA DE SAIS DE FONTES SUBTERRÂNEAS**

Quadro 05 – Regulamentações pertinentes à produção de água adicionada de sais envasada

(Continua)

Dispositivo legal	Emissor	Ementas (entre aspas se trata de texto oficial)
Decreto-Lei nº 7.841, de 8 de julho de 1945	Casa Civil	“Código de Águas Minerais”
Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967	Casa Civil	Código de Mineração; “Dá nova redação ao Decreto-lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940. (Código de Minas) ”
Decreto nº 62.934, de 2 de julho de 1968	Casa Civil	“Aprova o Regulamento do Código de Mineração”
Decreto-Lei nº 986, de 21 de outubro de 1969	Casa Civil	“Institui normas básicas sobre alimentos”
Lei Federal nº.6.437, de 20 de agosto de 1977	Casa Civil	“Configura infrações à legislação sanitária federal, estabelece as sanções respectivas, e dá outras providências. ”
Portaria nº 805, de 06 de junho de 1978	MS e MME	Aprova “[...] rotinas operacionais (...) a serem observadas nas ações pertinentes ao controle e fiscalização sanitária das águas minerais, pelos órgãos e entidades competentes. ”
Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997	SVS / MS	Aprova o RT sobre “Condições Higiênicas-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos”

Quadro 05 – Regulamentações pertinentes à produção de água adicionada de sais envasada

(Continuação)

Dispositivo legal	Emissor	Ementas (entre aspas se trata de texto oficial)
Portaria nº 231 de 31 de julho de 1998	DNPM	Regulamenta “(...) as ações e procedimentos necessários à definição de áreas de proteção das fontes, balneários e estâncias de águas minerais e potáveis de mesa (...)”.
RDC nº 105, de 19 de maio de 1999	ANVISA	Aprova os RTs: “Disposições Gerais para Embalagens” e “Equipamentos Plásticos em contato com Alimento”.
Portaria nº 470, de 24 de novembro de 1999	DNPM	Define que o rótulo a ser utilizado no envasamento de água mineral e potável de mesa deverá ser aprovado pelo DNPM
RDC nº 23, de 15 de março de 2000	ANVISA	“Dispõe sobre O Manual de Procedimentos Básicos para Registro e Dispensa da Obrigatoriedade de Registro de Produtos Pertinentes à Área de Alimentos”
RDC nº 91, de 11 de maio de 2001	ANVISA	Aprova o RT sobre “Critérios Gerais e Classificação de Materiais para Embalagens e Equipamentos em Contato com Alimentos”
RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002	ANVISA	Aprova o RT sobre Rotulagem de Alimentos Embalados
RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002	ANVISA	“Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. ”

Quadro 05 – Regulamentações pertinentes à produção de água adicionada de sais envasada

(Continuação)

Dispositivo legal	Emissor	Ementas (entre aspas se trata de texto oficial)
Lei Federal nº 10.674, de 16 de maio de 2003	Casa Civil	“Obriga a que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca. ”
RDC nº 175, de 08 de julho de 2003	ANVISA	Aprova o “Regulamento Técnico de Avaliação de Matérias Macroscópicas e Microscópicas Prejudiciais à Saúde Humana em Alimentos Embalados”
RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003	ANVISA	Aprova o RT sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados
RDC nº 274, de 22 de setembro de 2005	ANVISA	Aprova o RT para Águas Envasadas e Gelo.
RDC nº 278, de 22 de setembro de 2005	ANVISA	Aprova “as categorias de Alimentos e Embalagens Dispensados e com Obrigatoriedade de Registro”
RDC nº 173, de 13 de setembro de 2006	ANVISA	“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. “
Portaria nº 387, de 19 de setembro de 2008.	DNPM	“Disciplina o uso das embalagens plástico-garração retornável, destinadas ao envasamento e comercialização de água mineral e potável de mesa e dá outras providências. “

Quadro 05 – Regulamentações pertinentes à produção de água adicionada de sais envasada

(Conclusão)

Dispositivo legal	Emissor	Ementas (entre aspas se trata de texto oficial)
Portaria nº 374, de 1º de outubro de 2009	DNPM	Aprova a NT nº 001/2009, que trata das “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”
Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011	MS	“Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. ”
RDC nº 11, de 16 de fevereiro de 2012	MS	“Dispõe sobre o funcionamento de laboratórios analíticos que realizam análises em produtos sujeitos à Vigilância Sanitária e dá outras providências. “
RDC nº 14, de 28 de março de 2014	ANVISA	“Dispõe sobre matérias estranhas macroscópicas e microscópicas em alimentos e bebidas, seus limites de tolerância e dá outras providências. “
Portaria nº 540, de 18 de dezembro de 2014	DNPM	“Estabelece limites mínimos dos elementos dignos de nota, para a classificação das Águas Minerais. ”

Fonte: Autoria própria

ANEXO 01 – PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA

Quadro 06 – Padrão microbiológico da água para consumo humano

Tipo de Água		Parâmetro	Valor Máximo Permitido
Água para consumo humano		Escherichia coli	Ausência em 100mL
Água tratada	Na saída do tratamento	Coliformes totais	Ausência em 100mL
	No sistema de distribuição (reservatórios e redes)	Escherichia coli	Ausência em 100mL
		Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes	Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo
		Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes	Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês.

Fonte: Brasil (2011)

Quadro 07 – Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção

Tratamento da água	Valor Máximo Permitido
Desinfecção (para águas subterrâneas)	1,0 uT em 95% das amostras
Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)	0,5 uT em 95% das amostras
Filtração lenta	1,0 uT em 95% das amostras

Fonte: Brasil (2011)

Tabela 02 – Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde

(continua)

Parâmetro	Valor Máximo Permitido
INORGÂNICAS	
Antimônio	0,005 mg/L
Arsênio	0,01 mg/L
Bário	0,7 mg/L
Cádmio	0,005 mg/L
Chumbo	0,01 mg/L
Cianeto	0,07 mg/L
Cobre	2 mg/L
Cromo	0,05 mg/L
Fluoreto	1,5 mg/L
Mercúrio	0,001 mg/L
Níquel	0,07 mg/L
Nitrato (Como N)	10 mg/L
Nitrito (Como N)	1 mg/L
Selênio	0,01 mg/L
Urânio	0,03 mg/L
ORGÂNICAS	
Acrilamida	0,5 µg/L
Benzeno	5 µg/L
Benzo[a]pireno	0,7 µg/L
Cloreto de Vinila	2 µg/L
1,2 Dicloroetano	10 µg/L
1,1 Dicloroetano	30 µg/L
1,2 Dicloroetano (cis +trans)	50 µg/L
Diclorometano	20 µg/L
Di(2-etilhexil) ftalato	8 µg/L
Estireno	20 µg/L
Pentaclorofenol	9 µg/L
Tetracloroeto de Carbono	4 µg/L

Tabela 02 – Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde

(continuação)

Parâmetro	Valor Máximo Permitido
Tetracloroeteno	40 µg/L
Triclorobenzenos	20 µg/L
Tricloroeteno	20 µg/L
AGROTÓXICOS	
2,4 D + 2,4,5 T	30 µg/L
Alaclor	20 µg/L
Aldicarbe + Aldicarbessulfona + Aldicarbessulfóxido	10 µg/L
Aldin + Dieldrin	0,03 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Carbendazim + benomil	120 µg/L
Carbofurano	7 µg/L
Clordano	0,2 µg/L
Clorpirifós + clorpirifós-oxon	30 µg/L
DDT+DDD+DDE	1 µg/L
Diuron	90 µg/L
Endossulfan (α β e sais)	20 µg/L
Endrin	0,6 µg/L
Glifosato + AMPA	500 µg/L
Lindano (gama HCH)	2 µg/L
Mancozebe	180 µg/L
Metamidofós	12 µg/L
Metolacoloro	10 µg/L
Molinato	6 µg/L
Partiona Metílica	9 µg/L
Pendimentalina	20 µg/L
Permetrina	20 µg/L
Profenofós	60 µg/L
Simazina	2 µg/L

Tabela 02 – Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde
(conclusão)

Parâmetro	Valor Máximo Permitido
Tebuconazol	180 µg/L
Terbufós	1,2 µg/L
Terbufós	1,2 µg/L
Trifluralina	20 µg/L
DESINFETANTES E PRODUTOS SECUNDÁRIOS DA DESINFECÇÃO	
Ácidos halocéticos total	0,08 mg/L
Bromato	0,01 mg/L
Clorito	1 mg/L
Cloro residual livre	5 mg/L
Cloraminas total	4,0 mg/L
2,4,6 Triclorofenol	0,2 mg/L
Trihalometanos Total	0,1 mg/L

Fonte: Brasil (2011)

Tabela 03 – Padrão de cianotoxinas da água para consumo humano

Parâmetro	Valor Máximo Permitido
Microcistinas	1,0 µg/L
Saxitoxinas	3,0 µg equivalente STX/L

Fonte: Brasil (2011)

Tabela 04 – Padrão de radioatividade da água para consumo humano

Parâmetro	Valor Máximo Permitido
Rádio-226	1 Bq/L
Rádio-228	0,1 Bq/L

Fonte: Brasil (2011)

Tabela 05 – Padrão organoléptico de potabilidade

Parâmetro	Valor Máximo Permitido
Alumínio	0,2 mg/L
Alumínio	0,2 mg/L
Amônia (como NH ₃)	1,5 mg/L
Cloreto	250 mg/L
Cor Aparente	15 uH
1,2 diclorobenzeno	0,01 mg/L
1,4 diclorobenzeno	0,03 mg/L
Dureza total	500 mg/L
Etilbenzeno	0,2 mg/L
Ferro	0,3 mg/L
Gosto e odor	6 Intensidade
Manganês	0,1 mg/L
Monoclorobenzeno	0,12 mg/L
Sódio	200 mg/L
Sólidos dissolvidos totais	1000 mg/L
Sulfato	250 mg/L
Sulfeto de hidrogênio	0,1 mg/L
Surfactantes (como LAS)	0,5 mg/L
Tolueno	0,17 mg/L
Turbidez	5 uT
Zinco	5 mg/L
Xilenos	0,3 mg/L

Fonte: Brasil (2011)

ANEXO 02 – CLASSIFICAÇÃO QUÍMICA DAS ÁGUAS MINERAIS

Quadro 08 – Classificação química das águas minerais

(continua)

Classificação	Especificação
Oligominerais	Águas que, apesar de não atingirem os limites estabelecidos no Código de Águas Minerais, forem classificadas como minerais pelo disposto nos §§ 2º e 3º do art. 1º dessa lei. (possuem vários sais, porém em pequenas quantidades)
Radíferas	Águas que contiverem substâncias radioativas dissolvidas que lhes atribuam radioatividade permanente.
Alcalino-bicarbonatadas	Águas que contiverem, por litro, uma quantidade de compostos alcalinos equivalente, no mínimo, a 0,200 g de bicarbonato de sódio.
Alcalino-terrosas	Águas que contiverem, por litro, uma quantidade de compostos alcalino-terrosos equivalente no mínimo a 0,120 g do carbonato de cálcio, distinguindo-se: a) alcalino-terrosas cálcicas, as que contiverem, por litro, no mínimo 0,048 g de catione Ca, sob a forma do bicarbonato de cálcio; b) alcalino-terrosas magnesianas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,30 g de catione Mg, sob a forma de bicarbonato de magnésio.
Sulfatadas	Águas que contiverem, por litro, no mínimo 0,100 g do ânion SO ₄ , combinado aos cátions Na, K e Mg.
Sulfurosas	Águas que contiverem, por litro, no mínimo 0,001 g do ânion S.
Nitratadas	Águas que contiverem, por litro, no mínimo 0,100 g do ânion NO ₃ , de origem mineral.
Cloretadas	Águas que contiverem, por litro, no mínimo 0,500 g do NaCl (cloreto de sódio).
Ferruginosas	Águas que contiverem, por litro, no mínimo 0,500 g do catione Fe.

Quadro 08 – Classificação química das águas minerais

(conclusão)

<u>Classificação</u>	<u>Especificação</u>
Radioativas	Águas que contiverem radônio em dissolução, obedecendo aos seguintes limites: a) fracamente radioativas, as que apresentarem, no mínimo, um teor em radônio compreendido entre cinco e dez unidades Mache, por litro, a 20° C e 760 mm de Hg de pressão; b) radioativas, as que apresentarem um teor em radônio compreendido entre dez e 50 unidades Mache por litro, a 20° C e 760 mm de Hg de pressão; c) fortemente radioativas, as que possuírem um teor em radônio superior a 50 unidades Mache, por litro, a 20° C e 760 mm de Hg de pressão.
Toriativas	Águas que possuírem um teor em torônio em dissolução, equivalente em unidades eletrostáticas, a duas unidades Mache por litro, no mínimo.
Carbogasosas	Águas que contiverem, por litro, 200 ml de gás carbônico livre dissolvido, a 20° C e 760 mm de Hg de pressão.

Fonte: Adaptado de Brasil (1945)

Quadro 09 – Classificação da água com elementos dignos de nota

<u>Classificação</u>	<u>Especificação</u>
Fluoretada	Água que contiver no mínimo 0,02 mg/L de fluoreto
Vanádica	Água que contiver no mínimo 0,03 mg/L de vanádio.
Litinada	Água que contiver no mínimo 0,01 mg/L de lítio
Seleniada	Água que contiver no mínimo 0,006 mg/L de selênio

Fonte: Brasil (2014a)

ANEXO 03 – CLASSIFICAÇÃO DAS FONTES DE ÁGUA MINERAL

Quadro 10 – Classificação química das fontes de água mineral quanto aos gases

Classificação	Especificação
Radioativas	a) fracamente radioativas, as que apresentarem, no mínimo, uma vazão gasosa de um litro por minuto (l.p.m.) com um teor em radônio compreendido entre cinco e dez unidades Mache, por litro de gás espontâneo, a 20° C e 760 mm de Hg de pressão; b) radioativas, as que apresentarem no mínimo, uma vazão gasosa de 1 l.p.m., com um teor compreendido entre dez e 50 unidades Mache, por litro de gás espontâneo, a 20° C e 760 mm de Hg de pressão; c) fortemente radioativas, as que apresentarem, no mínimo, uma vazão gasosa de 1 l.p.m., com teor em radônio superior a 50 unidades Mache, por litro de gás espontâneo, a 20° C e 760 mm de Hg de pressão. ”
Toriativas	As que apresentarem, no mínimo, uma vazão gasosa de 1 l.p.m., com um teor em torônio na emergência equivalente em unidades eletrostáticas a duas unidades Mache por litro”
Sulfurosas	As que possuírem na emergência desprendimento definido de gás sulfídrico. ”

Fonte: Brasil (1945)

Quadro 11 – Classificação química das fontes de água mineral quanto à temperatura

Classificação	Especificação
Frias	“Quando sua temperatura for inferior a 25°.”
Hipotermas	“Quando sua temperatura estiver compreendida entre 25 e 33° C.”
Mesotermas	“Quando sua temperatura estiver compreendida entre 33 e 36° C.”
Isotermas	“Quando sua temperatura estiver compreendida entre 36 e 38° C.”
Hipertermas	“Quando sua temperatura for superior a 38° C.”

Fonte: Brasil (1945)