



CO₂ e sua contribuição para o grande desenvolvimento das indústrias de bebidas carbonatadas e suas principais aplicações nas Indústrias Brasileiras

Fábio Aparecido Pagamisse

Aluno da 1º turma de engenharia de Produção do Centro Universitário Padre Anchieta.
fpagamisse@hotmail.com

MSc. Fernanda Palladino

Professora do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Padre Anchieta
ferpalladino@terra.com.br

RESUMO

O gás carbônico é usado em diversas aplicações e nos últimos anos sua utilização tem crescido em vários segmentos da indústria brasileira, como por exemplo, na indústria farmacêutica, na indústria do metal, papel e celulose e principalmente nas empresas fabricantes de refrigerantes. Nas áreas relacionadas às indústrias alimentícias, as bebidas carbonatadas, como são conhecidos as bebidas que tem o dióxido de carbono (CO₂) na sua composição, têm conquistado um aumento expressivo de consumidores nos últimos anos e isso se deve em grande parte pela sensação refrescante que o uso desse gás propicia a bebida. Diante desse fenômeno, o presente trabalho tem o objetivo de descobrir como esse gás é injetado na bebida e em qual momento do processo produtivo ocorre a carbonatação do refrigerante e quais suas características físico-químicas para que se torne possível sua incorporação na bebida. Abordaremos também como é a preparação do xarope simples e o xarope composto, que é a etapa que precede a carbonatação e preparação da bebida, bem como os equipamentos que fazem essa mistura se transformarem em um refrigerante. Estudaremos as principais partes de um carbonatador, um equipamento que é responsável pela preparação da bebida, proporcionando em medidas definidas, as quantidades de água, xarope e CO₂ dando origem ao refrigerante e quais as etapas do processo de envase do refrigerante.

PALAVRAS – CHAVE: Dióxido de Carbono, Carbonatador, Bebidas Carbonatadas.

ABSTRACT

Carbon dioxide is used in many applications and in recent years its use has grown in several sectors of Brazilian industry, such as the pharmaceutical industry, metal industry and pulp and paper companies mainly in the soft drink manufacturers. In areas related to the food, drinks carbonated as they are known to have carbon dioxide (CO₂) in their composition, have gained a significant increase of consumers in recent years and this is due in large part by the refreshing feeling that the use of this his gas gives the drink. Given this phenomenon, this paper aims to discover how this gas is injected into the drink and at what time of the production process happens the carbonation the drink and what its physical state – chemical to make it possible the



incorporation into the drink. We will also explore how to prepare the simple syrup and compound syrup, which is preliminary fase to the preparation and carbonation of the beverage as well as the equipment forming the mixture to turn into a soda. We will study the principal parts of carbonator, a device that is responsible for preparing the drink providing measures defined in the amounts of water, syrup and CO₂ giving originating the beverage and what are the process steps of filling the refrigerant.

KEY WORDS: Carbon Dioxide, Carbonated, Carbonated Beverages.

1- INTRODUÇÃO

O surgimento do Setor de Refrigerantes no Brasil ocorreu em 1904. Nesse ano, foi fundada a primeira Indústria de Refrigerantes. Em 1905, foi fundada a segunda Indústria de refrigerantes, outras três fábricas foram criadas nos anos 1924, 1932 e 1933 todas essas empresas até hoje estão em funcionamento e caracterizam-se pela sua regionalidade. (AFREBRAS: Surgimento do setor de refrigerantes no Brasil).

O espírito empreendedor dos empresários brasileiros do setor é notável e não pode ser considerada uma característica atual, pois está datado do início do século. Mesmo com todos os entraves e dificuldades encontradas foram criados muitos sabores de refrigerantes diferenciados, que ainda hoje fazem parte do *mix* de muitos fabricantes e que muitas vezes foram formulados e elaborados de forma artesanal e são ainda segredo familiar.

As linhas de produção eram muitíssimo limitadas, em muitos casos não passavam de 150 garrafas por hora ou até menos. O processo era extremamente artesanal. (AFREBRAS Mapa da distribuição da produção de refrigerantes no Brasil).

As Grandes Corporações de bebidas só chegaram ao Brasil em 1931 (Antarctica, hoje AmBev) e em 1942 (Coca-Cola). A AmBev só passou a produzir refrigerante com sabor Guaraná, 16 anos após a criação desse sabor no Brasil, e 21 anos depois, a Coca-Cola iniciou sua produção desse mesmo sabor no País.

Vale ressaltar que o primeiro refrigerante a ser produzido foi envasado em uma embalagem de vidro retornável com capacidade de 600 ml. Um fato curioso é que o compartilhamento desta embalagem ocorreu a partir de um acordo entre as cervejarias e as fábricas de refrigerantes, pois o volume dos refrigerantes era superior ao volume comercializado de cerveja, o que ocorre até hoje. (AFREBRAS Surgimento do setor de refrigerantes no Brasil)

É de extrema relevância que o consumidor brasileiro saiba o que ocorre em todos os setores da economia, visto que tudo o que acontece nessa esfera acaba refletindo em seu orçamento. No que se refere ao mercado de refrigerantes, o consumidor é extremamente lesado, uma vez que as



grandes corporações se utilizam de práticas desleais, que acabam por limitar seu direito de escolha. O consumidor brasileiro é refém de produtos produzidos por duas grandes corporações, porque os principais canais de distribuição são fechados às pequenas e médias empresas. Sendo assim, quando o consumidor vai ao supermercado, ele encontra somente dois produtos de cada sabor – produzidos por duas empresas. Já nos supermercados que comercializam produtos regionais, há dificuldade em encontrá-los, pois o espaço cedido é inferior a 5% do total destinado às bebidas e, esse pequeno espaço, é dividido com outra empresa, que possui características de grande corporação. Ao analisar outras embalagens, como a lata, é nítido que o consumidor não tem opção, além dos produtos das grandes empresas. Esse fato ocorre devido à realidade que envolve a embalagem no Brasil. Alguns exemplos são os impostos e a comercialização, que foram desenvolvidos para ficar, exclusivamente, nas mãos das grandes empresas.

Raras são as vezes que o consumidor encontra produtos regionais na embalagem de lata, pela impossibilidade de adoção da embalagem. (AFREBRAS Surgimento do setor de refrigerantes no Brasil).

Apesar do Brasil possuir clima propício à elevada ingestão de líquidos, o brasileiro consome em média 79 litros de refrigerante por ano, colocando o Brasil em 19º lugar na classificação mundial de consumo per capita de bebida. O Brasil é o 4º maior mercado de refrigerante do mundo, empatando com a China e atrás dos estados Unidos, Europa e México.

O mercado brasileiro de refrigerantes caracteriza-se por apresentar 70% das vendas concentradas em apenas dois fabricantes. O percentual restante é representado por fabricantes regionais. Dados atuais indicam que o consumo em 2010 foi de 15.111.920 bilhões de litros de refrigerante. Com esse número, o mercado brasileiro registrou um aumento de 2,3% no consumo da bebida se comparado com o ano anterior. A expectativa é que em 2011 esse consumo tenha um aumento de 2,7% (ABIR – 2010).

Observa-se na Tabela 1 que da produção de bebidas em geral no Brasil registrou crescimento acima de 5,5% por ano. Esses dados colocam o Brasil como um mercado promissor e as indústrias continuam investindo na produção de refrigerante no País.

**TABELA 1:** Aumento da produção das indústrias de refrigerantes.

	2006	2007	2008	2009	2010
Refrigerantes	13.574,27	14.320,86	14.887,98	15.111,92	15.368,83
Energéticos	20,61	29,45	43,29	59,90	83,86
Chá – pronto para beber	84,85	96,90	98,93	104,90	112,77
Sucos e Néctares	334,78	388,04	425,99	451,88	489,06
Água Engarrafada	4.691,20	4.967,28	5.210,07	5.388,72	5.620,70
Isotônico	76,09	88,26	99,98	111,90	126,11
Suco Concentrado	1.646,13	1.657,84	1.641,26	1623,75	1599,38

Fonte ABIR 2010

2 – DIÓXIDO DE CARBONO

O Dióxido de Carbono (CO₂) ocorre naturalmente na atmosfera. Sem ele, a Terra seria um lugar muito frio, porque a maior parte da luz do Sol absorvida pela superfície da Terra seria irradiada de volta para as profundezas frias do espaço.

Como está agora, o CO₂ forma um cobertor isolante sobre a superfície terrestre que deixa o ultravioleta de comprimento de onda curta e a luz solar visível passarem, mas retarda a perda de calor na forma de radiação infravermelha de comprimento de onda longo; e assim a função do CO₂ na atmosfera é conhecida como efeito estufa (RICKLEFS, 2001).

O Dióxido de Carbono é um gás atmosférico com um átomo de carbono e dois de oxigênio. É conhecido por sua fórmula (CO₂), que é tido geralmente como o gelo seco no estado sólido. O dióxido de carbono pode ser derivado de fontes múltiplas; vulcânicos, combustão de matérias orgânicas, processo da respiração de seres vivos. A densidade do dióxido de carbono em 25°C é de 1.98 Kg/m³, 1.5 vezes mais que do ar é oxidado inteiramente, não reativo e não inflamável.

3 – PRINCIPAIS APLICAÇÕES DO DIÓXIDO DE CARBONO.

3.1 - PRODUTOS QUÍMICOS E FARMACÊUTICOS.

O CO₂ também é utilizado para neutralizar efluentes alcalinos. Usado também em condições extremamente críticas para purificar fibras de origem animal, vegetal ou polímero. O dióxido de carbono é utilizado para a inertização, síntese química, extração com fluido super crítico (SFE), a acidificação (pH) das águas residuais ou transporte de produtos a baixa temperatura (-78° C ou -108°F) (Linde: Principais aplicações do dióxido de carbono).



3.2 - ALIMENTOS E SAÚDE.

Na área de alimentos, a principal utilização do dióxido de carbono está na carbonatação de bebidas como refrigerantes, cervejas, água gaseificadas, pois sua inertização e propriedades bacteriostáticas estão sendo usada com sucesso em misturas de nitrogênio, para aumentar a vida útil dos produtos alimentares. Usado também como fluido criogênico em refrigeração ou congelamento e como gelo seco para o controle de temperatura durante a distribuição de gêneros alimentícios.

Na saúde, auxilia nas atmosferas fisiológicas para o funcionamento de órgãos artificiais, muito usado também como um componente em uma mistura de oxigênio ou ar como estimulante respiratório para promover a respiração profunda utilizado também para a dilatação cirúrgica por insuflação intra-abdominal.

3.3 - PAPEL E CELULOSE.

A lavagem da polpa de papel com CO₂ é uma tecnologia patenteada, introduzida no início dos anos 90. Atualmente, é utilizada em mais de 40 linhas de fibras – Kraft e linhas de sulfite. Tal tecnologia oferece melhorias consideráveis na qualidade da lavagem e diminui o impacto sobre o meio ambiente

Vantagens da lavagem da polpa de papel com CO₂:

- Aumento da capacidade da lavagem;
- Menor consumo de vapor, uma vez que reduz a quantidade necessária de água de lavagem para manter um nível determinado de transferência;
- Redução de aditivos, como agentes anti - espumantes e dispersantes Pitch;
- Menor custo de manutenção.

3.4 - PRODUÇÃO AGRÍCOLA

A técnica de aplicação de gás carbônico já é praticada por agricultores europeus há mais de cem anos. Inicialmente, eles costumavam queimar querosene e propano nas estufas para aumentar a concentração de dióxido de carbono, mas as impurezas produzidas no processo contaminavam as plantas. Atualmente, o dióxido de carbono é ainda obtido por combustão, mas é purificado e engarrafado por indústrias. Além disso, foram desenvolvidos equipamentos e técnicas adequados para sua aplicação em diversas condições climáticas e de plantio. Na Europa, o gás carbônico é



aplicado dentro de estufas. O dióxido de carbono pode, também, ser dissolvido na água e levado às plantas por irrigação (Kimball, apud Pinto et al, 2000).

No final dos anos 80, empresas norte americanas que comercializavam gás carbônico para indústrias interessaram-se pelo processo na atividade agrícola e iniciaram trabalhos com injeção de gás carbônico na água utilizada para irrigação, em culturas a céu aberto, visando a aumentar a sua produtividade com resultados promissores (IDSO & IDSO, 1994). No Brasil, a aplicação de dióxido de carbono via água de irrigação é de uso recente e poucos são os estudos eco fisiológicos referentes às trocas de CO₂ em plantas. Existem, ainda, aspectos a esclarecer com relação aos efeitos sobre as plantas, estudando a influência da aplicação de CO₂ na produtividade e na melhoria da qualidade de frutos. Também é necessário definir doses e períodos de aplicação de CO₂ mais adequados para as diferentes culturas, visando maximizar a relação custo/benefício.

4 – CARACTERÍSTICAS DO CO₂ UTILIZADO NA PRODUÇÃO DE REFRIGERANTES.

O gás carbônico é utilizado pela indústria de engarrafamento/enlatamento para carbonatação. Em seu estado natural o CO₂ é gasoso, não tem cor e no seu estado puro é inodoro e sem sabor. Seu peso molecular é 44,01g/mol. Os critérios mais importantes para o fornecimento do gás carbônico são: a de alta qualidade e a ausência de sabor, odor ou aparência discrepante à bebida final. As impurezas do gás carbônico dependem geralmente da fonte ou do tipo de processo. A pureza ideal para o gás carbônico nas indústrias de bebidas é de 99,9%, a faixa de aceitabilidade para o ponto de orvalho, que é a temperatura à qual o vapor d'água presente no ar ambiente passa para o estado líquido na forma de pequenas gotas e que deverá ter valores menores que -55°C e presença de água 20 PPM v/v.

A função do CO₂ no envasamento de bebidas é para contribuir para o perfil sensorial, atuar como inibidor e preservativo eficaz contra microorganismos faz também com que a bebida seja percebida pelo consumidor como refrescante e estimulante e contribui para a integridade da embalagem.

A não utilização de CO₂ de alta qualidade pode afetar negativamente o aspecto sensorial dos produtos acabados, no qual uma pequena quantidade de composto de enxofre no CO₂, por exemplo, pode causar um odor desagradável na bebida (Especificação do Dióxido de Carbono, Manual de Treinamento Ind. de Refrigerantes, 2002).



Tabela 2: Especificação do Dióxido de Carbono para uso nas indústrias de bebidas

PARA ESTE ATRIBUTO	ATENDER A ESTA ESPECIFICAÇÃO
Aparência na água	<i>Incolor</i>
Odor	<i>Sem Odor estranho</i>
Sabor	<i>Sem sabor estranho</i>
Pureza	<i>Não menos que 99,9% v/v</i>
Umidade	<i>Não mais que 20 ppm v/v</i>
Oxigênio	<i>Não mais que 30 ppm v/v</i>
Amônia	<i>Não mais que 2,5 ppm v/v</i>
Óxido nítrico e dióxido de nitrogênio	<i>Não mais que 2,5 ppm v/v cada</i>
Resíduo não volátil	<i>Não mais que 10 ppm p/p sem partículas absorváveis, tais como fino de carbono</i>
Resíduo orgânico não volátil	<i>Não mais que 5 ppm p/p</i>
Fosfina	<i>Não mais que 0,3 ppm v/v</i>

FONTE: Especificação do Dióxido de Carbono, Manual de Treinamento Ind. de Refrigerantes

Na Tabela 2, estão apresentados os critérios que o fornecedor deve identificar e controlar os níveis de traços de impurezas no dióxido de carbono purificado fornecido às plantas de bebidas.

5 - ESPECIFICAÇÕES PARA O FORNECIMENTO DO GÁS CARBÔNICO

O fabricante de gás carbônico deve fabricar e estocar o gás carbônico sob condições sanitárias apropriadas a aditivos alimentícios e necessariamente estar em conformidade com todas as leis e regulamentações sanitárias de higiene e saúde aplicáveis (nacionais e locais) no local de fabricação. Isso inclui todos os procedimentos aplicáveis de boas práticas de fabricação (BPF) e normas de segurança de alimentos (APPCC). Informar antecipadamente à engarrafadora de refrigerantes, qualquer mudança efetuada no processo produtivo que possa impactar na qualidade do gás carbônico. (Especificação do Dióxido de Carbono, Manual de Treinamento da Ind. de Refrigerante, 2002)

As mesmas condições e requisitos empregados na unidade fabricante do gás carbônico deverão ser aplicados integralmente nas distribuidoras que se disponham a entregar o gás carbônico



estocados em suas instalações diretamente nas unidades produtoras de refrigerantes. O fornecedor deve assegurar que apenas recipientes (tanque, container ou caminhão tanque) aprovados por todos os órgãos de regulamentação pertinentes para o uso em alimentos sejam utilizados para estocar e transportar o gás carbônico. É mandatório que o fornecedor proporcione meios de identificação, tais como: nome da unidade produtora, número de lote, data de fabricação, horário de envasamento ou algum código alfa numérico que possibilite facilmente a rastreabilidade aos documentos que identifiquem a carga ao seu processo produtivo (Especificação do Dióxido de Carbono, Manual de Treinamento da Ind. de Refrigerante, 2002)

Em relação à segurança e transporte, o fornecedor também é o responsável direto por proporcionar todos os meios possíveis que possam garantir a integridade e a inviolabilidade do ingrediente, bem como a segurança dos envolvidos na atividade. Por se tratar de um produto pressurizado, todos os cuidados de segurança devem ser tomados, o manuseio de equipamentos para carga, descarga e amostragem, deve ser realizado exclusivamente por pessoal treinado e capacitado. Apenas veículos de transportes que apresentem as condições adequadas e seguras para garantir a integridade e a segurança do produto, poderão ser utilizados no seu transporte. O transporte deve ser exclusivo, nenhum outro tipo de material ou carga deve ser colocado em contato com o ingrediente ou com seus equipamentos.

Os lacres devem ser estrategicamente fixados nas bocas de visitas e válvulas para identificar qualquer tipo de violação posterior e a numeração do lacre deve ser relacionadas nos documentos que acompanham a carga. O fornecedor deve garantir que o gás carbônico liberado atenda todos os requisitos de qualidade estabelecidos pela unidade produtora de refrigerante, e deverá ser expedido um COA (Certificado de Conformidade e Análises) detalhado e contendo os resultados reais do teste do gás carbônico para os atributos de qualidade relacionados abaixo e deve acompanhar cada arremessa do gás carbônico (Especificação do Dióxido de Carbono, Manual de Treinamento da Ind. de Refrigerante, 2002).

Tabela 3: Locais de coleta do gás para realizar as análises laboratoriais

PARÂMETROS	LOCAL DA AMOSTRAGEM
PUREZA	TANQUE DE ESTOCAGEM
ODOR	TANQUE DE ESTOCAGEM
THC	CAMINHÃO TANQUE
TSC	CAMINHÃO TANQUE
UMIDADE	CAMINHÃO TANQUE
HIDROCARBONETO AROMÁTICO	CAMINHÃO TANQUE

A falta do certificado de análises é suficiente para a rejeição da carga. Resultados que estejam abaixo do limite de detecção e apresentados como ND (não detectado) devem ser complementados com o limite de detecção da metodologia aplicada. O fornecedor deve ainda, mostrar de forma imparcial, que o seu processo está controlado e que atende a todos os parâmetros de qualidade presente nesta especificação, por meio de programa de teste de amostras de seu gás carbônico estocado nas unidades produtoras, nos centros de distribuição, na frequência trimestral para as unidades produtoras. (Especificação do Dióxido de Carbono, Manual de Treinamento da Ind. de Refrigerante, 2002).

Diante da importância e do impacto que o gás carbônico exerce na qualidade do refrigerante, as grandes empresas exigem cada vez mais que seus fornecedores invistam em qualidade e controles estatísticos de seus processos para eliminar falhas que possibilitem a contaminação do gás carbônico, pois após sua incorporação na bebida, fica mais difícil detectar qualquer não conformidade gerada no beneficiamento e distribuição.

6 - FLUXOGRAMAS DA PREPARAÇÃO DO XAROPE DE REFRIGERANTE

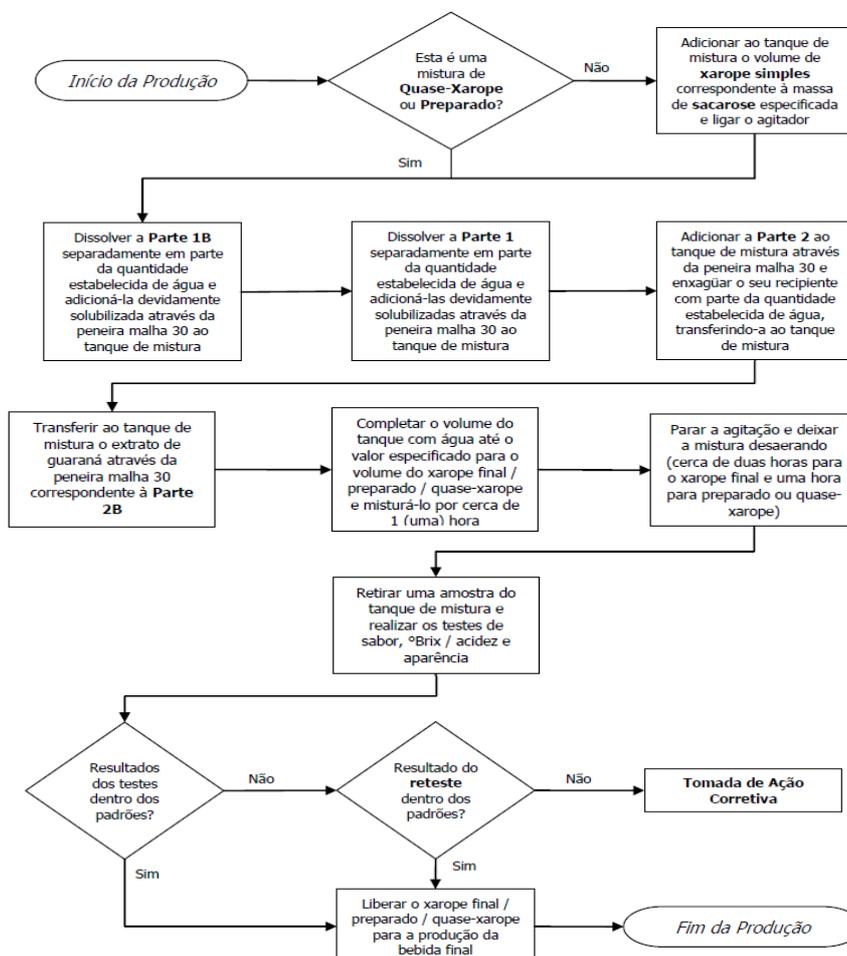


Figura 1: Fluxograma do Procedimento de mistura do xarope, manual de treinamento Ind. de Refrigerante



A produção de refrigerante emprega quantidades significativas de água, açúcar cristal ou líquido, gás carbônico para a carbonatação, além de diversos aditivos como conservantes (benzoato de sódio, sorbato de potássio, estabilizantes, acidulantes, corantes e essências).

6.1 - PREPARAÇÃO DO XAROPE SIMPLES

O xarope simples, também conhecido como calda base, é uma solução aquosa de açúcar, eventualmente enriquecida com ácidos orgânicos. Sua obtenção se dá pela diluição do açúcar em água quente, seguido de cozimento à temperatura de 85-100 °C, de modo a retirar impurezas que possam gerar problemas de odor e sabor no produto final.

Esta calda é então tratada e clarificada, usando como elemento de clarificação e purificação carvão ativado em pó, terra diatomácea ou outro produto semelhante. Os refrigerantes dietéticos recebem edulcorantes sintéticos, em substituição ao açúcar, na elaboração do xarope simples. Após a separação da fração sólida do filtrado, o xarope simples é resfriado em trocadores de calor até uma temperatura aproximada de 20°C (Procedimento de mistura, manual de treinamento Ind. de refrigerantes, 2010).

6.2 - PREPARAÇÃO DO XAROPE COMPOSTO

Os aditivos incorporados ao xarope simples para obtenção do xarope composto é que distinguem os refrigerantes entre si, conferindo as características de cor, sabor, odor e propriedades químicas adequadas à sua conservação. Os aditivos incorporados podem ser sucos naturais de frutas, flavorizantes, estabilizantes, conservantes, corantes, antioxidantes, entre outros. Estes compostos são incorporados ao xarope simples em tonel agitado mecanicamente. (Procedimento de mistura, manual de treinamento Ind. de refrigerantes, 2010)

Alguns extratos vegetais são adicionados, como nos refrigerantes de guaraná e cola. No caso dos refrigerantes de guaraná, o extrato é obtido de sementes da planta do guaraná, que passa por um processo de torrefação, moagem e depois é tratada com solventes alcoólicos que auxiliam na liberação da essência de guaraná, operação realizada em extratores rotativos. Essa essência, dita primária, passa por uma decantação, filtração e concentração a vácuo. No caso dos refrigerantes de “cola”, os extratos são obtidos a partir de formulações vegetais secretas, que constituem um dos segredos do setor (Procedimento de mistura, manual de treinamento ind. de refrigerantes, 2010).

7 – FABRICAÇÃO DO REFRIGERANTE.

7.1 - A ÁGUA PARA A PREPARAÇÃO DO REFRIGERANTE.



O ingrediente de maior uso na preparação do refrigerante é sem dúvida a água. Ela representa cerca de 80% da bebida pronta e por esse motivo a sua qualidade, ou pureza, tem grande impacto na qualidade do produto final. Devido a grande importância que ela representa, é sensato que exista uma política de qualidade voltada exclusivamente para o beneficiamento desse ingrediente. A seguir algumas especificações para a água usada no processo de produção de bebidas carbonatadas. (Procedimento de Mistura, Manual de treinamento das Ind. de Refrigerantes, 2010)

Tabela 4: Atributos da água para envase

ATRIBUTO	ESPECIFICAÇÃO
TURBIDEZ	AUSENTE
COR	AUSENTE
ODOR	AUSENTE
GOSTO	NENHUM GOSTO
COLORO LIVRE	1 A 3 PPM APÓS FILTRO DE AREIA
COLORO TOTAL	0,0 FILTRO APÓS FILTRO COM CARVÃO
ALCALINIDADE	>0 PPM E < 85 PPM (COMO CaCO ₃)
FERRO	< 0,1 PPM
ALUMÍNIO	< 0,1 PPM
CLORETO	< 300 PPM
STD – SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS	< 500 PPM

A abordagem mais efetiva para o tratamento de água é o uso por múltiplas barreiras. Esse tratamento protege os efeitos potenciais e contaminantes indesejáveis nas águas de suprimentos e de processos.

7.2 – TRATAMENTO POR MÚLTIPLAS BARREIRAS

7.2.1 - Tratamento químico convencional

Processo de coagulação/floculação (com redução de alcalinidade, se necessário), sedimentação, desinfecção (estocagem de água na cisterna semitratada), seguida de filtração em filtro de areia, purificador de carvão e filtro polidor (Procedimento de Mistura; Manual de treinamento das Ind. de Refrigerantes, 2010).

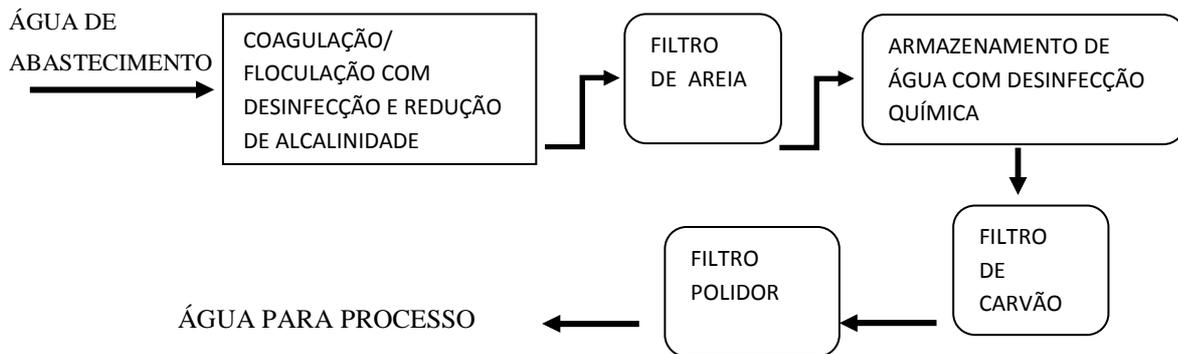


Figura 2: Fluxograma do tratamento químico convencional

7.3 - TRATAMENTO POR OSMOSE REVERSA (ACETATO DE CELULOSE)

Consistindo em filtração (filtro de areia), pré-tratamento com cloração, osmose reversa utilizando membrana de acetato de celulose, desinfecção (estocagem de água na cisterna semitratada), purificador de carvão e filtro polidor (Procedimento de Mistura Manual de treinamento das Ind. de Refrigerantes, 2010).

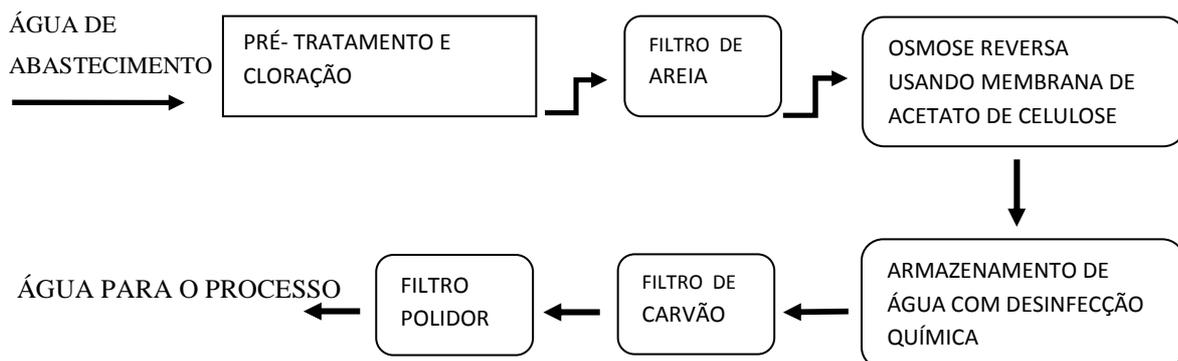


Figura 3: Fluxograma do tratamento por osmose reversa

7.4 - OPERAÇÕES AUXILIARES.

A produção de refrigerante conta com três tipos principais de operações auxiliares. A primeira é a geração de vapor, para que seja possível a realização de limpeza nas tubulações por onde a bebida percorre até ser envasada em sua embalagem. A segunda é referente as operações de limpeza que são conduzidas utilizando sistemas chamados de CIP- *clean in place*. Estes são



caracterizados por serem sistemas automáticos de limpeza de equipamentos de processo, tubulações, tanques, etc, que realizam operações sequenciais de enxágüe e lavagem, usando água sob condições definidas de pressão, temperatura e vazão, além de produtos químicos diversos, tendo todo o controle centralizado num painel de operações. (Procedimento de Mistura manual de treinamento Ind. de refrigerantes, 2010)

De modo simplificado, o solvente (água), adicionado de agentes de limpeza (alcalinos ou ácidos), é bombeado para bicos injetores estrategicamente localizados nos equipamentos, que aplicam jatos pressurizados. Embora não haja uma definição formal, os equipamentos CIP se distinguem daqueles WIP (*wash in place*), pois nestes últimos é necessária uma verificação ou intervenção manual do operador ao final, enquanto nos CIP este cuidado não é necessário, embora possa ser realizado.

Além disso, existe dentro do conceito de CIP uma enorme variedade de sistemas: fixos ou móveis; exclusivos ou multipropósito; com ou sem reuso de água; de pequeno ou grande porte, etc. Nas indústrias de bebidas carbonatadas são comuns os casos onde os sistemas CIP realizam lavagens de acordo com seguinte seqüência: enxágüe lavagem alcalina (solução de soda), enxágüe lavagem ácida (solução de ácido nítrico) e enxágüe.

Em alguns casos, os efluentes de uma lavagem podem ser reutilizados em lavagens seguintes, em até 5 ou 6 vezes, e em operações de limpeza mais intensa, realizadas com maior intervalo de tempo, acrescenta-se uma etapa de desinfecção, em geral usando hipoclorito de sódio (Procedimento de Mistura manual de treinamento Ind. de refrigerantes, 2010).

E a última operação auxiliar é o tratamento de efluentes, Em geral, as indústrias de refrigerantes possuem instalações relativamente grandes para tratamento de seus efluentes, em virtude da carga orgânica de moderada à elevada dos despejos (de 1.200 a 3.000 mg/l de DBO) e também de sua considerável vazão (dependendo do porte das instalações, mas da ordem de milhares de m³ ao dia). Genericamente, as plantas são compostas por um pré-tratamento (neutralização/equalização) e um sistema de tratamento biológico (muitas vezes integrando etapa anaeróbia e aeróbia). Ao final, gera-se lodo de tratamento, que necessita de uma correta destinação final (Procedimento de Mistura manual de treinamento Ind. de refrigerantes, 2010).

7.5 - CARBONATAÇÃO (PROPORCIONADOR)

A carbonatação ocorre quando o gás carbônico é adicionado a uma solução aquosa. Quando a água e o gás se misturam, uma pequena quantidade de gás combina-se quimicamente à água para formar o ácido carbônico: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$.



Facilmente absorvida pela água a 15,6° C e pressão atmosférica, a água absorverá uma quantidade de gás carbônico igual ao seu volume. É quando se diz que temos 1 (um) volume de carbonatação. As maiorias das substâncias são mais facilmente dissolvidas em água quente do que na água fria. No caso do gás carbônico isso ocorre ao contrário, ou seja, quanto mais fria a água, mais rápida será a absorção do gás na água e maior será sua retenção. A água a 21°C e pressão atmosférica, absorverá apenas 0,85 volumes e enquanto que a 10°C e mesma pressão, absorverá 1,20 volumes. A quantidade de gás carbônico que será absorvido pela água a uma determinada temperatura, variará proporcionalmente à pressão. Existe uma relação direta entre o grau de carbonatação e o sabor final da bebida. Em uma bebida que falta a dose correta de gás carbônico, faltará à parte do efeito picante ao sabor (Princípio de funcionamento do – manual de treinamento Ind. de refrigerantes, 2007).

Uma etapa importante na carbonatação é a desaeração da água que é usado na preparação da bebida, quando a água passa pelo carbonatador, grande parte do ar absorvido pela água, fica estacionada na parte superior do tanque saturador, ocupando lugar do gás carbônico, reduzindo assim a eficiência do carbonatador. Isso ocorre pelo fato de que o ar é mais leve do que o gás carbônico. No tanque saturador, esse ar poderá ser eliminado através da válvula de purga, que está localizada em cima do tanque.

A desaeração pode ser realizada por uma bomba de vácuo, ou com a utilização do gás carbônico. O ar escapa mais facilmente da água quando está aquecida e por esta razão o desaerador deve ser instalado na linha de água antes do trocador de calor. Uma boa carbonatação só é possível se o oxigênio presente na água for retirado durante o processo de desaeração, assim quando é injetado o gás carbônico, a água está sem o oxigênio, facilitando a incorporação do CO₂. (Princípio de funcionamento do monjonier – manual de treinamento Ind. de refrigerantes, 2007).

Para concluir, o sucesso da carbonatação da bebida é garantir que a água esteja em uma temperatura relativamente baixa, cerca de 4°C. Dessa forma, a incorporação e retenção do gás na bebida será muito mais dinâmica e influenciará de modo significativo no momento em que a bebida estiver na enchedora para iniciar o envase. Se a bebida for preparada a uma temperatura alta, a partir de 15°C, a pressão no carbonatador deverá ser mais elevada para forçar a incorporação do gás na bebida, com isso no momento que estiver fazendo o envase na enchedora, haverá muita dificuldade para controlar o volume da garrafa, visto que, com maior pressão, maior será a agitação das moléculas de água e gás, produzindo muita espuma na garrafa (ou qualquer outra embalagem, como lata, pet), dificultando o envase do volume correto da bebida em sua embalagem (Princípio de funcionamento do monjonier – manual de treinamento Ind. de refrigerantes, 2007).

Na figura abaixo, podemos visualizar como é a estrutura de um carbonatador e como é produzida a bebida. Podemos perceber também, em que momento do processo produtivo é injetado o gás carbônico. Notamos que a injeção do gás carbônico está localizada após o trocador de calor, com isso a carbonatação da bebida é concebida de modo que a incorporação do gás na bebida seja bem sucedida em condições favoráveis, ou seja, de baixa temperatura. A bomba de mistura também influencia na carbonatação, pois além de homogenizar a mistura de água e xarope, aumenta a turbulência da mistura contribuindo para a incorporação do gás.

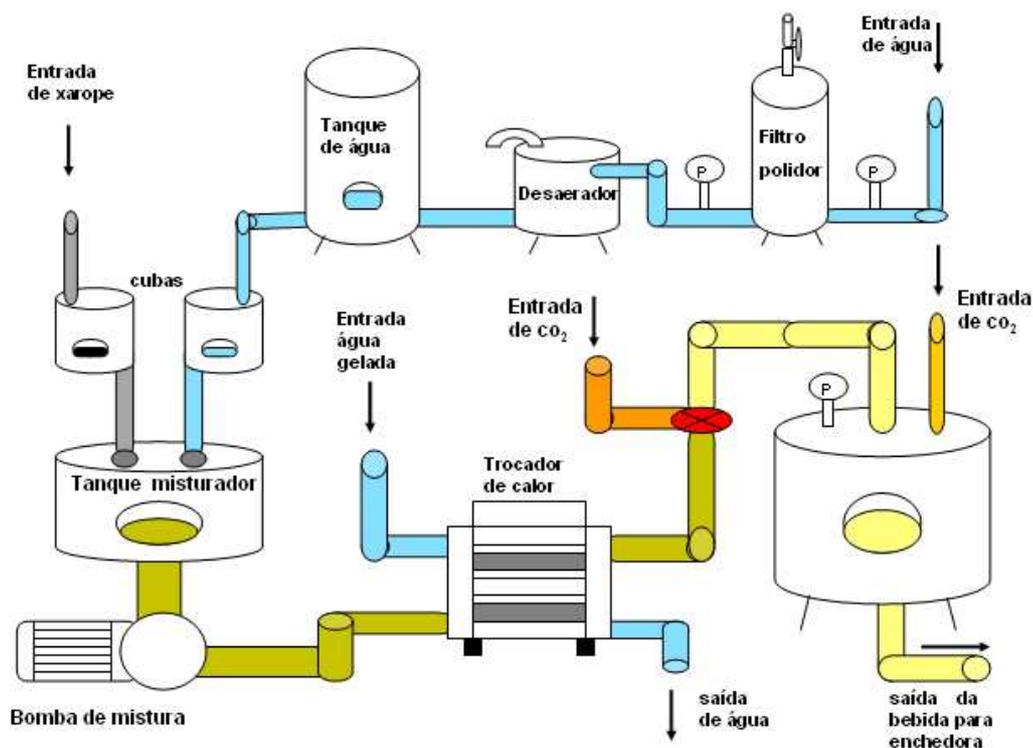


Figura 4: Fluxograma da operação de um carbonatador (preparador de bebidas).

Esse equipamento trabalha pressurizado com ar estéril e a pressão de trabalho gira em torno de 4 kgf/cm². Todas as válvulas são controladas através de força pneumática. Como se trata de alimento, por segurança, essas válvulas devem ser controladas por ar estéril, evitando assim possíveis contaminações no produto final.

7.6 - FASES DO ENCHIMENTO.

Diante da grande expansão do mercado de refrigerantes, os fabricantes de máquinas e equipamentos para as indústrias de bebidas, têm desenvolvidos máquinas cada vez mais velozes e mais flexíveis, isto é, tendo a possibilidade de envasar vários formatos de garrafas com poucos ajustes no equipamento. Em razão da grande tecnologia utilizada no desenvolvimento dessas enchedoras, esses setups, são totalmente eletrônicos, ou seja, com alguns comandos, a máquina automaticamente faz todo o ajuste pré - determinado para o novo formato de garrafa que a fábrica irá produzir.

Embora as máquinas tenham uma tecnologia muito alta aplicada na sua concepção, as fases do enchimento permanecem da mesma forma que as enchedoras antigas.

Foram desenvolvidas novas válvulas e sistemas foram melhorados com a evolução das enchedoras, mas o método e fases de enchimento ainda são o mesmo. A figura 5 ilustra quais são essas fases.

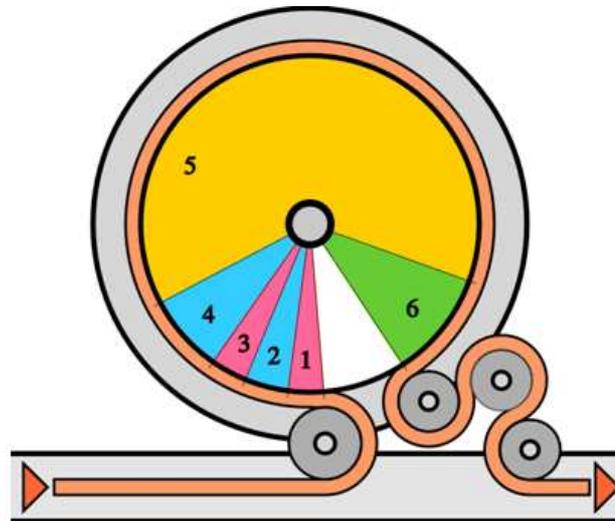


Figura 5: Vista superior de uma enchedora e as Seis fases de enchimento.

- É retirado o oxigênio do interior da garrafa através de uma injeção de CO_2 . Esse procedimento é necessário para preparar o ambiente a fim de receber um produto gaseificado com CO_2 e evitar a reação com o oxigênio e não permitir que a bebida espume durante o enchimento, causando perda da garrafa devido ao volume estar abaixo do especificado no rótulo da embalagem. Todas as linhas contêm um medidor de nível que expulsa a garrafa caso ela não tenha a quantidade mínima de produto em sua embalagem. Esse equipamento de inspeção é extremamente importante, pois garante que a empresa



não enviará produto não conforme para seus clientes, por exemplo, garrafas de 600 ml com apenas 550 ml de produto. Geralmente, as garrafas apresentam volume baixo quando existe excesso de espuma na bebida que pode ser causada por vários fatores, tais como, alta pressão de trabalho no preparador de bebidas, temperatura alta da água, vedação da bóia de enchimento desgastada, falha na vedação da garrafa no momento de pressurizar a garrafa na enchedora. Frequentemente, esses problemas de enchimento ocorrem quando a linha está iniciando a produção e após a estabilização do processo, essas ocorrências são praticamente eliminadas.

- Inicia com a extração do CO₂ que foi injetado na garrafa na fase anterior.
- É exatamente quando a garrafa começa a ser pressurizada pela enchedora. Chamamos essa fase de pré – enchimento. Algumas vezes a garrafa acaba explodindo no momento de pressurização, geralmente são garrafas que apresentaram alguma falha de fabricação, pode ser na fase de extrusão da pré - forma ou durante o sopro da garrafa. Geralmente, essas falhas estão relacionadas com a má distribuição do plástico durante o sopro, onde a pré-forma é aquecida e depois é soprada dentro do molde de garrafa. Nas embalagens de vidro, as explosões são caracterizadas pelas garrafas que acabam sendo trincadas durante o manejo. Isso pode ocorrer na própria linha de produção, na casa do consumidor ou até mesmo em supermercados.
- Início do enchimento da garrafa. A bebida localizada na “cabeça” da enchedora está pressurizada a 4kgf/cm² e para ocorrer o enchimento da garrafa, primeiramente a pressão da garrafa e da cabeça da enchedora devem estar iguais, ou seja, é quando a pressão da garrafa atinge os mesmos 4kgf/cm² da enchedora, a válvula é aberta e a bebida começa a encher a garrafa por gravidade até atingir seu nível de enchimento, que é justamente no início do tubo de ar, ou tubo de enchimento como é conhecido. Podemos perceber que essa fase é a maior, pois além de encher a garrafa, a bebida precisa de um tempo para estabilizar antes da descompressão, que é na próxima fase.
- Descompressão da garrafa. No momento do enchimento, a garrafa se transforma em um vaso de pressão e para retirá-la da enchedora sem que haja perda de produto, existe m



dispositivo chamado *sniffer* que elimina o excesso de gás da garrafa, evitando assim que o produto saia da garrafa antes da lacração. Esse sistema é extremamente importante, pois se não estiver regulado corretamente, não se consegue encher uma garrafa se quer, devido exclusivamente a pressão do gás e agitação das moléculas de água e CO₂.

7.7 - LACRAÇÃO DA GARRAFA.

A próxima etapa após a conclusão do enchimento é a lacração da garrafa. Talvez muitos não saibam, mas existe muita tecnologia aplicada na fabricação de tampas para garrafas de refrigerantes e outras tipos de bebidas carbonatadas. Temos dois tipos de tampas, que na verdade são conhecidas como “rolhas” dentro das indústrias, que dominam o mercado. A primeira é a tampa de plástico usada nas garrafas pet e a outra é a rolha metálica utilizada muito em garrafa de cerveja e refrigerantes que são envasados em embalagens de vidro. Essas rolhas fazem a vedação de garrafas que foram pressurizadas e que necessitam de uma vedação muito especial para manter as características originais do produto. Uma má aplicação de rolhas causará a contaminação do produto e poderá até prejudicar a saúde de um consumidor, trazendo muitas complicações para as empresas se essas queixas chegarem até a vigilância sanitária do local em que a companhia está inserida. Vale ressaltar também que além de ser multada, ficará com sua imagem arranhada perante seus consumidores.

A rolha é um material especial que tem uma película em seu interior que é responsável pela vedação da garrafa, evitando assim a fuga do gás carbônico inserido em seu conteúdo, e tem muito valor agregado e um custo elevado para ser produzido.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Associação Brasileira das indústrias de bebidas. Consumo de refrigerante no Brasil. Disponível em: <http://www.abir.org.br> Acessado em 15/07/2011.

ABIR Associação Brasileira das Indústrias de bebidas. Aumento da produção de refrigerantes no Brasil. Disponível em: <http://www.abir.org.br> Acessado em 15/07/2011.

AFRARE Associação dos fabricantes de refrigerantes do Brasil. Surgimento do setor de refrigerantes no Brasil. Disponível em: <http://www.afrebras.org.br> Acessado em 21/07/2011.

Associação dos fabricantes de refrigerantes do Brasil. Mapa da distribuição da produção de refrigerantes no Brasil. Disponível em: <http://www.afrebras.org.br> Acessado em 21/07/2011.

Carbonatação, Princípio de funcionamento do Mojonier. Manual de treinamento das Indústrias de refrigerantes. São Paulo – 2007.



Especificação do Dióxido de Carbono – Manual de treinamento das Indústrias de Refrigerantes, São Paulo : 2002.

Fases do enchimento. Manual de treinamento das Indústrias de refrigerantes São Paulo - 2007.

Linde, Indústria de gases. Principais aplicações do dióxido de carbono. Disponível em: <http://linde-gas.com.br/international/web/lg/br/like1gbr.nsf>> Acessado em 01/10/2011.

Procedimento de Mistura – Manual de Treinamento das Indústrias de Refrigerantes , São Paulo : 2010.

PINTO J M; BROTEL T A; MACHADO E C; Uso de dióxido de Carbono na agricultura Ciência Rural, Santa Maria v.30n5, 2000..

RICKLEFS, R. E. A economia da natureza. 5.ed. New York: Freeman and Company, 2001.503

Princípio de funcionamento do Mojonier. Manual de treinamento das Indústrias de refrigerantes. São Paulo – 2007.