

Análise do impacto que a elevação da temperatura de armazenamento do refrigerante sabor guaraná ocasiona em sua carbonatação

Vanessa Viana Portela, Marcos Antônio Pinheiro Barbosa, Domingos Sávio Viana de Sousa, Emmanuelle de Oliveira Sancho

Resumo: O refrigerante é um produto de destaque para o setor de bebidas no Brasil devido sua elevada produção e consumo. Para serem mais competitivos nesse mercado caracterizado por uma concorrência elevada, os fabricantes precisam prezar pela qualidade do produto. Um dos fatores que influenciam nesse quesito é o teor de CO_2 presente na bebida, pois ele realça seu sabor, sua aparência e proporciona a efervescência característica do produto que lhe confere refrescância. Tendo em vista que a retenção de CO_2 na bebida no decorrer do tempo é influenciada pela temperatura de armazenamento, o presente trabalho apresenta o impacto dessa temperatura na retenção de gás pelo refrigerante sabor guaraná de 250ml. A metodologia foi desenvolvida através de 3 etapas. A primeira tem como intuito a identificação do problema e levantamento bibliográfico. A segunda consistiu na coleta de dados onde se definiu dois cenários de análise sendo o primeiro referente a condição de armazenamento do produto no laboratório de qualidade da fábrica e o segundo como sendo um cenário crítico. Nesses cenários foram realizadas medições de CO_2 na bebida. Na terceira etapa analisou-se os resultados, onde calculou-se a perda de CO_2 encontrando no primeiro cenário o valor de 21,62% e no segundo cenário 47,30%. Levantou-se a curva de CO_2 de cada um dos cenários relacionando o teor do gás em função do tempo. Concluiu-se que a temperatura de armazenamento influencia significativamente na carbonatação do refrigerante e, consequentemente, na manutenção do seu padrão de qualidade.

Palavras chave: qualidade, refrigerante, carbonatação.

Impact analysis that increases the temperature of flavored soft drink storage ensures its carbonation

Abstract: Soda is a product of prominence for the beverage industry in Brazil due to its high production and consumption. In order to be more competitive in this market characterized by high competition, manufacturers need to maintain the quality of their product. One of the factors influencing this aspect is the CO_2 content present in the beverage, because it enhances its taste, its appearance and provides the characteristic effervescence of the product that gives it refreshment. Considering that the retention of CO_2 in the beverage over time is influenced by the storage temperature, the present work presents the impact of this temperature on gas retention by the guarana flavored 250ml bottle. The methodology was developed through 3 stages. The first one has the purpose of identifying the problem and the bibliographical survey. The second consisted of the data collection where two analysis scenarios were defined, the first one referring to the condition of storage of the product in the quality laboratory of the factory and the second as a critical scenario. In these scenarios CO_2 measurements were taken in the beverage. In the third stage the results were analyzed. In this stage, the loss of CO_2 was calculated, finding in the first scenario the value of 21.62% and in the second scenario 47.30%. The CO_2 curve of each scenario was raised by relating the gas content as a function of time. It was concluded that the storage temperature significantly influences the carbonation of the soda and, consequently, the maintenance of its quality standard.

Key-words: Quality. Soda. Carbonation.

1. Introdução

"No Brasil, a produção de refrigerantes destaca-se como o principal item do setor de bebidas" (CERVIERI JÚNIOR *et al.*, 2014, p.94). Fatores que contribuem para essa posição são seu preço acessível, disponibilidade em vários pontos de venda além da bebida agradar o paladar do brasileiro. Conforme definido por Criveletto (2011), o refrigerante é classificado como uma bebida gaseificada que é obtida através da dissolução de suco ou extrato vegetal de sua origem em água potável e adicionada de açúcares devendo, obrigatoriamente, ser saturada de dióxido de carbono. O teor de gás na bebida afeta seu perfil sensorial sendo, portanto, considerado como um fator relevante para a percepção da qualidade do produto pelo consumidor. Borges (2010) destaca que o gás carbônico é muito importante nos refrigerantes porque ele realça tanto a aparência da bebida quanto seu sabor além de atuar como um conservante do produto.

Quanto ao consumidor, este tem se tornado cada vez mais exigente, pois dispõe de muitas marcas disputando por sua preferência. Para conseguir atraí-lo, não basta oferecer um produto por um preço acessível, a qualidade é fator crucial no momento de escolha da marca. Dessa forma, dificilmente as empresas que não tem a qualidade como foco conseguirão fidelizar o consumidor e ganhar participação no mercado. Nesse contexto, faz-se necessário entender os fatores que podem influenciar nas características do produto afim de garantir que ele atenda as expectativas do cliente. Dentre esses fatores, o presente terá como foco a análise da temperatura de armazenamento da bebida. Essa temperatura pode sofrer variação, por exemplo, em função da região do país, do período do ano e das condições de armazenamento sendo. Dessa forma, é importante que os fabricantes conheçam essa variação e o impacto que ela provoca em seu produto. Os produtos carbonatados tem seu teor de gás reduzido no decorrer do tempo bem como quando armazenado em temperatura elevada. No que diz respeito ao refrigerante, o gás carbônico é um fator importante para garantir a qualidade do produto, pois segundo Menda (2011) este gás é responsável pela efervescência característica do produto além de contribuir para a manutenção de seu perfil sensorial realçando sua aparência e paladar. Assim, o consumidor ao degustar um refrigerante com reduzido teor de gás, costuma associá-lo a um produto de baixa qualidade.

Nesse contexto, o presente trabalho se propõe a estudar a variação da retenção do teor de gás no refrigerante com relação à exposição da temperatura de armazenamento afim de avaliar se o produto passa por mudanças significativas quanto à retenção de gás.

2. Referencial Teórico

2.1 Produção e consumo de refrigerantes.

2.1.1 Histórico

O primeiro refrigerante foi produzido por Townseed Speakman no ano de 1870. Ele obteve o produto ao realizar a adição de suco de fruta e flavorizantes, substância capaz de conferir sabor característico ao alimento ao qual é adicionada, na água carbonatada. (VENTURINI FILHO, 2016). A partir de então, a bebida foi sendo difundida em diversos outros países e de acordo com Borges (2010), ela começou a definitivamente fazer parte dos hábitos de consumo do brasileiro na década de 20 sendo que, em algumas regiões do interior do país, ela era conhecida como "tabuína" que consistia no refrigerante produzido com aroma de tutti-frutti. Nas décadas seguintes, a produção de refrigerantes no Brasil continuou em grande evolução e, com o auxílio do avanço tecnológico das fábricas, a produção aumentou de tal forma que segundo afirma Cervieri Júnior *et al.* (2014) o produto é considerado o

principal item de produção do setor de bebidas brasileiro sendo responsável pela geração de milhares de empregos mesmo não sendo considerado como um setor em que o trabalho se caracterize como intensivo.

2.1.2 Comportamento do consumidor

O consumo per capita de refrigerantes no Brasil é elevado e ocorre tanto no próprio domicílio como fora dele. O fato de tal consumo ser elevado é ressaltado por Cervieri Júnior et al. (2014) ao destacar que o Brasil está no ranking mundial de países com maior consumo de refrigerante no qual os EUA e México se encontram entre as primeiras posições.

Fatores que contribuem para esse elevado consumo é a disponibilidade do produto em diversos pontos de venda, seu preço acessível que faz com que possa ser consumido por grande parte da população e o fato de ser uma bebida pronta para consumo. Como o consumo é elevado, a população torna-se mais familiarizada com o produto e assim consegue reconhecer melhor suas características. Segundo Borges (2010), o consumidor tem aumentado seu nível de exigência na escolha de produtos valorizando aqueles que têm boa percepção sensorial e que são capazes de mantê-la durante toda sua vida de prateleira.

2.2 Processo produtivo de refrigerantes

2.2.1. Dióxido de carbono

O refrigerante consiste em uma bebida saturada de dióxido de carbono industrialmente puro. Conforme destacado por Celestino (2010), esse gás tem como características ser inerte, atóxico, poder ser dissolvido em água resultando em soluções com sabor levemente ácido, ter um preço acessível e ser o único gás próprio para tornar uma bebida refrescante.

O volume de CO₂ no refrigerante é um fator importante na qualidade do produto. A variação desse volume afeta diretamente o sabor e aroma do refrigerante, pois o gás carbônico proporciona vida à bebida e realça seu sabor, conferindo-lhe uma impressão sensorial de gasoso/efervescente e sabor característico na boca do consumidor (VENTURINI FILHO, 2016, p.304).

O CO₂ é portanto, de suma importância no refrigerante e deve assim ser controlado seu teor de modo a assegurar que a bebida mantenha suas características típicas de efervescência e refrescância durante toda sua vida de prateleira.

2.2.2 Processo de produção

A Figura 1 representa uma visão geral de uma fábrica de refrigerantes.

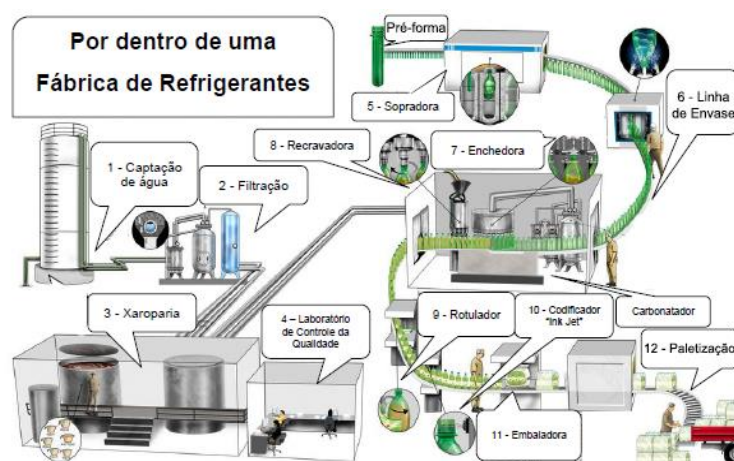


Figura 1 - Cenário geral de uma fábrica de refrigerantes

Na Figura 1 podem ser identificadas as etapas do processo de produção de refrigerantes que são: tratamento da água, produção do xarope simples, produção do xarope composto, carbonatação e engarrafamento.

2.2.2.1 Tratamento da água

Dependendo das condições da fonte na qual a água, matéria-prima de maior volume no refrigerante, é obtida poderá apresentar substâncias, elementos químicos ou microrganismos potencialmente danosos à saúde humana. Dessa forma, para garantir a qualidade do produto e segurança do consumidor, a água passa por um tratamento que tem como objetivo garantir que as características microbiológicas, físico-químicas e organolépticas do produto estejam dentro do padrão de qualidade necessário (CELESTINO, 2010).

2.2.2.2 Produção do xarope simples e composto

O xarope simples é elaborado através da diluição do açúcar na água tratada sendo esse processo realizado em uma sala isolada denominada xaroparia. De acordo com o porte da empresa ela seleciona o método de diluição que lhe é mais conveniente. O xarope composto é obtido ao se adicionar ao xarope simples os demais ingredientes que fazem parte da composição do refrigerante como, por exemplo, sucos, extratos vegetais, flavorizantes, aromatizantes, acidulantes, corantes, conservantes e antioxidantes de tal forma que as características desses ingredientes bem como a quantidade na qual são adicionados serão responsáveis pelas características do produto. Esse processo ocorre em tanque inoxidável (FERREIRA, 2010).

2.2.2.3 Carbonatação

A carbonatação é um processo que consiste em realizar a injeção do CO_2 na bebida sendo a quantidade injetada variável de acordo com alguns fatores como, por exemplo, o sabor do refrigerante e sua embalagem (CELESTINO, 2010). De acordo com Venturini Filho (2016), para medir o teor de CO_2 é convencionalmente utilizada a unidade de medida denominada "volume" (v/v) que representa o volume de CO_2 que um determinado volume de água absorve na temperatura de $15,5^\circ\text{C}$ e pressão atmosférica.

No que se refere à embalagem, as do tipo polietileno (PET) precisam ter um maior nível de carbonatação devido às perdas do gás serem maior quando comparado ao que ocorre em embalagens de vidro ou latas. Quanto ao sabor, o refrigerante do tipo cola contém maior carbonatação (2-3 v/v) quanto comparado aos refrigerantes com sabor de fruta (1 v/v) (FERREIRA, 2010). As máquinas de carbonatação geralmente são constituídas de desaerador, misturador e carbonatador. O desaerador tem como objetivo retirar o gás oxigênio que se encontra dissolvido na água tendo em vista que ele é prejudicial ao processo de carbonatação em virtude de ocasionar a formação de espuma quando em contato com o CO_2 . O misturador promove a mistura entre a água tratada e o xarope composto formando a base da bebida final enquanto o carbonatador gera a dissolução do CO_2 nessa bebida produzindo assim o refrigerante (VENTURINI FILHO, 2016). O unimix (Figura 2) representa um equipamento que pode ser utilizado para realizar o processo de carbonatação sendo ele composto por: desaerador, misturador, pré-carbonatador e carbonatador.



Figura 2 - Unimix

Venturini Filho (2016) identifica dois grupos de fatores importantes relacionados ao teor de gás no refrigerante conforme destacado abaixo:

- Pressão do sistema: a pressão no interior do carbonatador é diretamente proporcional à concentração de gás carbônico obtida no refrigerante.
- Temperatura: a temperatura é inversamente proporcional à solubilidade do gás carbônico no refrigerante.
- Tempo do líquido em contato com o CO₂: Quanto maior for o tempo de contato, melhor será a carbonatação.
- Área de interface entre o líquido e o CO₂: Quanto maior a área de contato entre o líquido e o gás carbônico, melhor será a carbonatação.
- Afinidade do líquido para o CO₂: a afinidade é inversamente proporcional à quantidade de açúcar presente na bebida.
- Presença de outros gases misturados com o CO₂: a incorporação do gás carbônico ao refrigerante é reduzida parcialmente quando ele se encontra misturado com outros gases.

Fatores que causam a perda de CO₂ após realizado o processo de carbonatação:

- Presença de núcleos ou de partículas que atuam como ponto de descarga de CO₂.
- Excesso de ar.
- Agitação excessiva.
- Armazenamento impróprio.

2.2.2.4 Engarrafamento

Celestino (2010), descreve que o engarrafamento inicia após finalizado o processo de carbonatação quando o refrigerante é transportado através de tubulação de aço inoxidável até a máquina enchedora, seguindo depois para a encapsuladora e empacotadora.

A máquina enchedora (Figura 3), após receber as embalagens devidamente higienizadas, realiza seu envase com o volume de bebida padrão.



Figura 3 - Máquina enchedora

Em seguida, as embalagens são lacradas na encapsuladora, rotuladas e transportadas através de esteiras até a máquina empacotadora que irá agrupá-las ordenadamente e em uma quantidade padrão para que sejam então envolvidas em um filme termo-encolhível e encaminhadas a um forno que fornece o calor necessário para o encolhimento do filme e formação do pack encerrando-se assim o processo de produção. A Figura 4 mostra a máquina empacotadora.



Figura 4- Máquina empacotadora

2.3 Embalagem

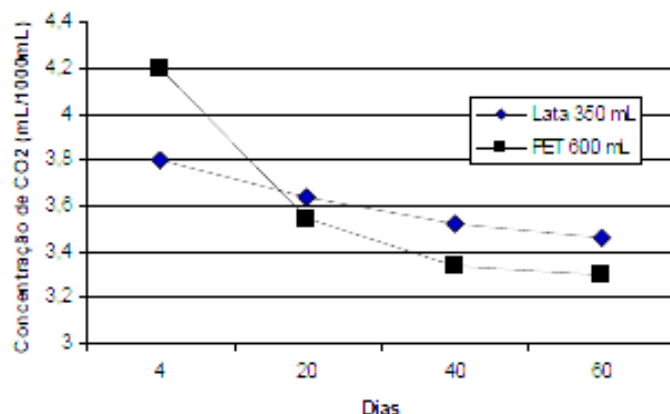
O mercado de embalagens está constantemente buscando inovar para conseguir oferecer produtos que atendam às necessidades do cliente, sejam elas de proteger o produto, contê-lo ou promovê-lo. São geralmente empregadas no refrigerante as embalagens de polietileno, as latas de alumínio e as garrafas de vidro (ALVES et al, 2014). Os tipos de embalagem mais utilizados em refrigerantes são apresentados na Tabela 2.

	Refrigerantes (2010-2014)					
	Brasil	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul
Lata	16	13	16	15	17	13
PET	77	77	75	77	77	81
Vidro e outros	7	10	9	8	7	6

Fonte: CERVIERI JÚNIOR apud Sicobi (2014).

Tabela 1 - Representatividade, em percentual, dos tipos de embalagem utilizados para o envase de refrigerantes

Percebe-se, na Tabela 1, que há predomínio do uso da embalagem PET em todas as regiões do Brasil. A embalagem PET apresenta maior permeabilidade aos gases quando comparada à latas e garrafas de vidro e, devido a isso, sua perda de gás carbônico durante o armazenamento é mais elevada. Para manter o padrão de qualidade do refrigerante, aqueles que são envasados em embalagem PET precisam receber um maior nível de carbonatação capaz de compensar as perdas ocasionadas durante período de armazenamento e advindas dos sucessivos processos de abertura da embalagem, em especial nas de grande volume, no período em que o produto está sendo consumido (CELESTINO, 2010). Esse comportamento descrito por Celestino pode ser observado no Gráfico 1.



Fonte: PACHECO; DE SIQUEIRA; COBUCCI (2009)

Gráfico 1- Redução de CO₂ em amostras de refrigerante sabor cola armazenadas em temperatura ambiente

No Gráfico 1 é demonstrado que as amostras de refrigerante envasadas em embalagem PET, mesmo tendo recebido maior carbonatação, ainda apresentaram menor concentração de CO₂ no final do período analisado.

2.4 Impacto da temperatura na retenção do CO₂

A temperatura influencia o grau de atividade molecular. Em bebidas gaseificadas, a elevação da temperatura faz com que as moléculas gasosas fiquem mais agitadas e, consequentemente, menos solúveis no líquido. Esse processo deve ser controlado, pois ele promove a separação entre as fases líquida e gasosa ao proporcionar a quantidade de energia necessária para que o gás carbônico previamente dissolvido na água sob a forma de ácido carbônico retorne para a fase gasosa. Assim, ao abrir a embalagem do refrigerante rapidamente ocorrerá o escape do gás caso a bebida não tenha sido acondicionada de forma correta (ENGEL, 2014).

De acordo com Engel (2014), outro fator que também é influenciado pela temperatura é a pressão parcial do gás. Com a elevação da energia térmica, observa-se que a pressão parcial do gás contido no interior da embalagem do refrigerante aumenta fazendo com que a fase gasosa do ambiente externo não seja mais suficiente para mantê-lo dissolvido. Por esse motivo, visando a manutenção do padrão de qualidade do produto, não se recomenda armazenar bebidas carbonatadas em ambientes que estejam submetidos a temperatura elevada.

3. Metodologia

A empresa na qual o estudo de caso foi realizado conta com um laboratório de qualidade que, dentre suas diversas responsabilidades, afere o teor de CO₂ nos refrigerantes. O acompanhamento inicia no momento em que a bebida está sendo produzida, onde são realizados ajustes no processo quando necessário e, após o final da produção, tem-se ainda a realização de três análises de CO₂ sendo a primeira realizada imediatamente após finalizada a produção, a segunda no meio do *shelf life* (validade) do produto e a terceira quando a bebida chega até seu último dia de validade. Mesmo com todo o processo de controle de qualidade sendo realizado, ainda há problemas por baixo teor de CO₂. Quando isso acontece, é realizada a medição do gás carbônico no produto que sofreu reclamação e também na amostra padrão mantida no laboratório de qualidade. Ao comparar os resultados, geralmente constata-se que a amostra que estava no mercado apresentava o

teor de CO₂ inferior à amostra padrão mantida pela fábrica indicando assim que há fatores externos atuando na perda de carbonatação. A determinação do teor de CO₂ em refrigerante armazenado em garrafas pet pode ser realizada através da relação entre pressão existente no interior da embalagem e temperatura da bebida (OLIVEIRA, 2016).

O processo de medição deve ser realizado com bebidas que foram previamente acondicionadas sobre refrigeração. De acordo com Nogueira (2004 apud PACHECO; DE SIQUEIRA; COBUCCI, 2009) ele compreende as seguintes etapas:

- 1) Acoplar a amostra ao equipamento;
- 2) Certificar que a válvula de alívio do manômetro está fechada;
- 3) Introduzir o adaptador do equipamento no gargalo da garrafa, ajustando-o devidamente para que os vazamentos sejam evitados;
- 4) Regular o anel de borracha por onde a agulha passará de modo a permitir que não haja elevada resistência a esse movimento;
- 5) Golpear o manômetro, permitindo que a agulha perfure a tampa da garrafa;
- 6) Apertar imediatamente o anel para que sejam evitados erros de operação e fuga de gás;
- 7) Abrir a válvula de escape do aparelho até zerar o manômetro;
- 8) Fechar a válvula de escape imediatamente após zerar o manômetro;
- 9) Agitar vigorosamente através de movimentos verticais até que cessem as variações do valor indicado no manômetro. Normalmente, 6 a 10 movimentos em tempo não superiores a 10 segundos são suficientes;
- 10) Realizar a leitura da pressão;
- 11) Realizar a leitura da temperatura;
- 12) Relacionar a pressão e temperatura da amostra analisada através da tabela de conversão de CO₂ fornecida pela empresa para obtenção da concentração de CO₂.

A Figura 5 representa o equipamento utilizado para a determinação da pressão.



Figura 5 - Equipamento para determinação da pressão no interior de embalagem pet adaptado do modelo de Zahm - Nagel

O produto definido como objeto do estudo foi o refrigerante pet sabor guaraná de 250ml sendo considerados dois cenários distintos para a coleta de dados:

→ Cenário 1: produto mantido nas condições ambiente do laboratório de qualidade da fábrica situada na região Nordeste do Brasil à uma temperatura média de 27°C.

→ Cenário 2: produto armazenado em uma estufa localizada no laboratório de qualidade da empresa a uma temperatura média de 37,2°C por 7 dias como simulação do transporte do produto para uma região distante do local de produção utilizando-se do modal rodoviário. Posteriormente, a estufa foi ajustada para 29,6°C por 70 dias simulando o armazenamento do produto em cidades brasileiras de temperatura média elevada. O cenário 1 foi escolhido por refletir a condição padrão do produto sobre a qual a fábrica

realiza todas as medições necessárias. Enquanto isso, o cenário 2 foi escolhido por se tratar de uma situação crítica na qual o produto será transportado para uma região distante e que apresenta temperatura elevada (superior a encontrada no laboratório da fábrica). O Quadro 1 mostra os cenários utilizados na aplicação do estudo.

CENÁRIO 1										
Cronograma de medição	18/fev	08/mar	18/mar	28/mar	08/abr	17/abr	26/abr	07/mai	17/mai	
Localização do produto	Estoque		Laboratório à temperatura média de 27°C							
	18/fev	01/mar								17/mai

CENÁRIO 2										
Cronograma de medição	18/fev	08/mar	18/mar	28/mar	08/abr	17/abr	26/abr	07/mai	17/mai	
Localização do produto	Estoque		Estufa à 37,2°C		Estufa à 29,6°C					
	18/fev	01/mar	08/mar							17/mai

Fonte: A autora.

Quadro 1 - Cenários utilizados na aplicação do estudo

Está representado na linha superior do Quadro 1 o cronograma de medição que indica as datas em que as análises de CO₂ foram realizadas. O estudo contemplou o total de nove medições sendo a primeira realizada no dia em que o refrigerante foi produzido (18/02/19) e a última, após 89 dias (17/05) o que corresponde a 74,17% da validade da bebida. O intervalo de tempo entre as medições foi de 10 dias, podendo variar para um dia a mais ou a menos em função de não ser possível realizar análise no final de semana. A única exceção, foi o intervalo entre a primeira e a segunda medição que foi definido como sendo de 18 dias para que fosse realizada uma semana após o produto ter saído do estoque sendo então submetido ao armazenamento no laboratório (cenário 1) ou na estufa (cenário 2). Em cada medição contemplada no estudo, foi analisado o teor de CO₂ em duas amostras do cenário 1 e duas amostras do cenário 2. Em seguida, pode ser observado no Quadro 1, a localização do produto no decorrer do tempo em cada cenário. A data indicada na região inferior esquerda à localização indica quando a amostra entrou no local enquanto a data apontada na região inferior direita indica até quando permaneceu nele. O sabor guaraná foi escolhido por ser estratégico para a empresa devido seu alto volume de vendas sendo assim muito importante para o bom desempenho econômico do negócio. Enquanto isso, a embalagem de 250ml foi selecionada por apresentar menor volume tendo em vista a capacidade limitada de armazenamento das amostras na estufa. O teor de CO₂ nos refrigerantes é um dos aspectos analisados pelo controle de qualidade da empresa. Entretanto, as análises são realizadas nas amostras mantidas no laboratório de qualidade não se tendo ainda um estudo desenvolvido que relacione a influência da temperatura de armazenamento na retenção do CO₂.

4. Resultados

A diferença entre o teor médio de CO₂ nos cenários em análise a cada medição foi calculada afim de acompanhar o comportamento da perda adicional de carbonatação quando o produto é submetido à temperatura elevada. Esse cálculo foi realizado da seguinte forma:

$$\text{Dif. do teor de CO}_2 = \frac{\text{Teor médio de CO}_2 \text{ no cenário 2} - \text{Teor médio de CO}_2 \text{ no cenário 1}}{\text{Teor médio de CO}_2 \text{ no cenário 1}} \times 100$$

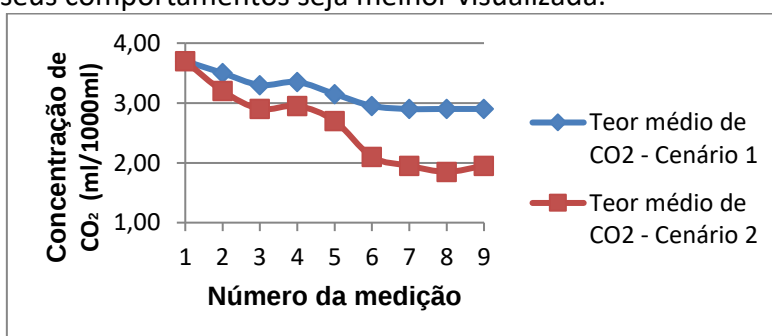
Os valores obtidos são apresentados no Quadro 2.

Nº da medição	Diferença em percentual do teor de CO ₂
1ª Medição	0,00%
2ª Medição	8,57%
3ª Medição	12,12%
4ª Medição	11,94%
5ª Medição	14,29%
6ª Medição	28,81%
7ª Medição	32,76%
8ª Medição	36,21%
9ª Medição	32,76%

Fonte: A Autora.

Quadro 2 - Diferença entre o teor de CO₂ nas medições realizadas no cenário 1 e cenário 2

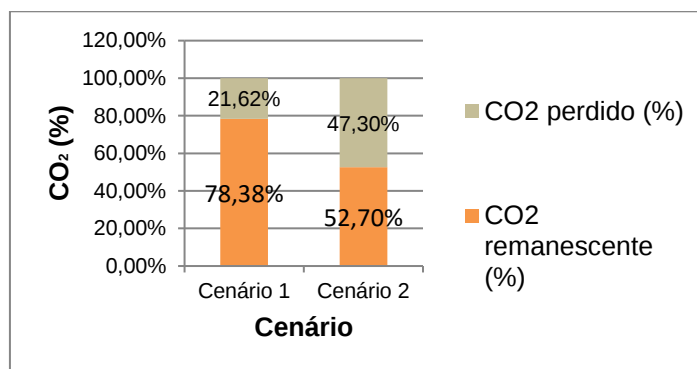
A relação representada através do Quadro 2 mostra que a perda de dióxido de carbono nas amostras que ficaram expostas a uma situação crítica de temperatura (cenário 2) foi maior que naquelas armazenadas na condição ambiente de laboratório de qualidade (cenário 1). No decorrer das medições a diferença em percentual do teor de CO₂ nos cenários aumentou, mostrando que quanto mais tempo o produto levar para ser consumido mais ele se distanciará do padrão de qualidade estabelecido ao sofrer alterações em suas características próprias como, por exemplo, sabor e efervescência. As curvas de CO₂ resultantes de cada cenário em estudo são representadas de forma conjunta no Gráfico 2 para que assim a diferença entre seus comportamentos seja melhor visualizada.



Fonte: A Autora.

Gráfico 2 - Curva de CO₂ do refrigerante no cenário 1 X Curva de CO₂ do refrigerante do cenário 2

Ao realizar a análise comparativa entre o comportamento das curvas apresentadas no Gráfico 4, é possível constatar que a curva que representa o cenário 2 tem maior inclinação em relação a curva que reflete cenário 1. Isso significa que a redução na concentração de CO₂ foi mais acentuada quando o refrigerante foi submetido à temperaturas elevadas. Pode-se ainda concluir através do Gráfico 2 que a perda de dióxido de carbono tende reduzir ou até mesmo cessar após aproximadamente 67 dias de sua produção. Dessa forma, a partir do referido período o teor de CO₂ nas amostras terá uma tendência à estabilização. O teor de CO₂ perdido e remanescente no refrigerante após o mesmo atingir 74,17% de sua validade está representado no Gráfico 3.



Fonte: A Autora

Gráfico 3 - Teor de CO₂ perdido e remanescente após 74,17% da validade.

O Gráfico 3 evidencia que a perda de gás no refrigerante submetido a condições críticas de temperatura (cenário 2) é 25,68% maior que a perda quando armazenado na temperatura ambiente do laboratório de controle de qualidade (cenário 1). Além disso, o gráfico mostra ainda que ao final do período de análise as amostras do cenário 2 conseguiram reter apenas 52,70% do CO₂ que tinham inicialmente o que é preocupante tendo em vista a influência que ele tem na característica sensorial da bebida e, conseqüentemente, percepção de qualidade pelo consumidor. Os dados apresentados mostram a importância de armazenar o refrigerante em temperaturas adequadas para uma maior retenção de dióxido de carbono no decorrer do tempo sendo ideal que os clientes armazenem a bebida em seus estabelecimentos à temperatura média de 27°C para manutenção do padrão de qualidade.

5. Conclusões

Um dos fatores críticos para garantia da qualidade é a retenção de CO₂ no decorrer do tempo. Sabe-se que é natural a perda de gás quando o refrigerante se aproxima de seu vencimento, em especial nas embalagens do tipo PET devido sua maior porosidade. Nesse contexto, a empresa na qual o estudo foi realizado faz medições da concentração desse gás no decorrer do tempo nas amostras que ficam armazenadas nas condições ambientais do laboratório de qualidade. Entretanto, não possui um estudo desenvolvido que mostre qual o impacto da temperatura de armazenamento da bebida em sua retenção de CO₂. Através dos resultados apresentados na pesquisa realizada, constatou-se que a temperatura de armazenamento é um fator de grande influência na retenção de gás do refrigerante. Dessa forma, é importante que a indústria desenvolva um controle de qualidade tendo em vista situações críticas de temperatura as quais seu produto possa estar submetido para garantir que em todos os pontos de venda estará disponível ao consumidor produtos que atendam suas expectativas. A necessidade de armazenar os refrigerantes em temperaturas adequadas foi constatada ao se calcular que a perda de CO₂ no produto submetido a situação crítica de temperatura após 74,17% de sua vida de prateleira foi de 47,30% sendo esse valor muito superior aos 21,62% de perda quando armazenado em condições apropriadas. Dessa forma, é importante que seja desenvolvido um trabalho de conscientização junto às empresas que comercializam e que transportam a bebida para que busquem adaptar seu local de armazenagem dos refrigerantes de forma a acondicioná-los em temperatura média de 27°C ou o mais amena possível.

6. Referências

ALVES, et al Pablo. Análise dos fatores de influência na escolha da embalagem para refrigerante. *Cadernos UniFOA*, v. 9, n. 24, p. 9-14, 2014.

BORGES, Ana Paula. Avaliação do teor de vitamina C em refrigerantes com adição de suco de frutas. 2010. 55 f. **TCC (Graduação) - Curso de Química, Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, Assis, 2010.**

CELESTINO, S. M. C. Produção de refrigerantes de frutas. **Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. 29 p.**

CERVIERI JÚNIOR, Osmar et al. O setor de bebidas no Brasil. **BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 40, p. [93]-129, set. 2014**

CRIVELETTO, Renata. Estabilidade físico-química e sensorial em refrigerante sabor laranja durante armazenamento. 2011. 52 f. **Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.**

DA SILVA, Ana Paula Carniel et al. Conservantes em fast-food. **Mostra IFtec em Resumos, n. 5, 2018.**

ENGEL, Mariana Oliveira. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Carbonatação. 2014. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/alimentus/disciplinas/tecnologia-de-alimentos-especiais/bebidas-carbonatadas/carbonatacao>>. Acesso em: 5 maio 2019.

FERREIRA, Maria Carolina de Moraes. Sistemas de qualidade na produção de refrigerantes com base na satisfação de consumidores. 2010. 111 f. **Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.**

MENDA, M. Refrigerantes. Rio de Janeiro: Conselho Regional de Química 4ª Região, 2011. Disponível em: <<http://crq4.org.br/default.php?p=texto.php&c=refrigerantes>>. Acesso em: 26 jun. 2019.

OLIVEIRA, Ana Catarina Borges. Estudo da permeação ao CO₂ de embalagens de PET. 2016. 67 f. **Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade do Porto, Porto, 2016.** Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/86111/2/157805.pdf>>. Acesso em: 01 maio 2019.

PACHECO, Adriana Rodrigues; SIQUEIRA, Maria Isabel Dantas de; COBUCCI, Rosário Maria Arouche. Influência da carbonatação no sabor de refrigerante tipo cola. *Estudos*, v. 36, n. 4, p. 765-774, 2009.

VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni (Org.). Bebidas não alcoólicas: **Ciência e tecnologia.** São Paulo: Editora Blucher, 2016.