

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUL DE
MINAS GERAIS – IFSULDEMINAS**

Lorena Francine Gomes Rocha

**AVALIAÇÃO DA VARIAÇÃO DO TEOR DE CORANTES ARTIFICIAIS NO
PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE REFRESCO EM PÓ SABOR UVA**

**Machado/MG
2020**

Lorena Francine Gomes Rocha

**AVALIAÇÃO DA VARIAÇÃO DO TEOR DE CORANTES ARTIFICIAIS NO
PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE REFRESCO EM PÓ SABOR UVA**

Dissertação apresentada ao IFSULDEMINAS, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. João Paulo Martins

**Machado/MG
2020**

Lorena Francine Gomes Rocha

**AVALIAÇÃO DA VARIAÇÃO DO TEOR DE CORANTES ARTIFICIAIS NO
PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE REFRESCO EM PÓ SABOR UVA**

Dissertação apresentada ao IFSULDEMINAS, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 21 de Dezembro de 2020

Profa. Dra. Mariana Borges de Lima Dutra
IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes

Prof. Dr. Olímpio Gomes da Silva Neto
IFSULDEMINAS – Campus Pouso Alegre



Prof. Dr. João Paulo Martins
IFSULDEMINAS – Campus Pouso Alegre

R574a Rocha, Lorena Francine Gomes.
Avaliação da variação do teor de corantes artificiais no processo de fabricação de refresco em pó sabor uva / Lorena Francine Gomes Rocha.
– Machado: [s.n.], 2019.
37 p. : il.

Orientador: Prof. Dr. João Paulo Martins

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais.
Inclui bibliografia.

1. Corantes em alimentos. 2. Suco de uva. 3. Aditivos. 4. Indústria de alimentos. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais. II. Título.

664.07

Dedico as pessoas que estão ao meu lado e me incentivaram todos os dias. E em especial, a Deus que me deu forças para concluir todo o trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, que me auxiliou na germinação das ideias, por indicar a direção correta que o trabalho deveria tomar e durante todo o processo de desenvolvimento deste presente projeto.

Agradeço a banca examinadora desta pesquisa, Profa. Dra. Mariana Borges de Lima Dutra e Prof. Dr. Olímpio Gomes da Silva Neto que cederam parte de seu precioso tempo para fazer suas importantes considerações.

Agradeço ao Instituto Federal do Sul de Minas Gerais e aos seus docentes pela qualidade do ensino oferecido.

Também quero agradecer ao fornecedor de refresco por permitir o desenvolvido o projeto.

RESUMO

Os avanços da indústria alimentícia disponibilizam uma diversidade de produtos atrativos por seus sabores e cores que levam à substituição dos alimentos caseiros por industrializados em cuja composição há aditivos alimentares como aromatizantes, conservantes, edulcorantes, estabilizantes, espessantes, e corantes alimentícios utilizados pela estabilidade conferida aos processos e fabricação do produto e pela função fundamental de fornecer cor aos alimentos sem qualquer intenção em agregar valor nutricional aos mesmos. O presente trabalho teve como objetivo medir as massas das 18 amostras de refrescos em pó sabor uva em 3 diferentes lotes a partir da metodologia de gravimetria, avaliar a variação no teor dos corantes artificiais Azul Brilhante (AB), Vermelho 40 (V40) e a mistura de ambos nas amostras dos refrescos artificiais em pó sabor uva a partir da metodologia de Espectrofotometria de absorção molecular na região do UV-Vis. A quantificação dos corantes em amostras foi a partir da equação desenvolvida da Lei de Lambert-Beer, analisando a absorção obtida dos refrescos assim como a soma das absorbâncias dos corantes e outras substâncias envolvidas, percebidas na região do UV-Vis. Buscou-se ainda avaliar as variações de concentrações dos corantes nos diferentes lotes de refrescos artificiais em pó. Observou-se um desvio significativo na massa contida nos pacotes em diferentes lotes e diferentes vias, 3,5 e 3,2%, mas, dentro dos valores permitidos pelo INMETRO nos critérios de pesos e medidas. Percebeu-se maior concentração nas vias centrais de envase, sendo sugerida a instalação de aletas como forma de se melhorar a homogeneização do produto, uma vez que, a aglomeração pode ser devido à gravitação e vibração responsáveis pela segregação do produto pelas vias condutoras.

Palavras-chave: Indústria Alimentícia. Aditivos. Corantes alimentícios. Absorção de Corantes.

ABSTRACT

The advances of the food industry offer a diversity of attractive products due to their flavors and colors that lead to the substitution of homemade by industrialized foods whose composition includes food additives such as flavorings, preservatives, sweeteners, stabilizers, thickeners, and food colors used without any intention in add nutritional value to them. The presente work had as objective to measure the masses of the 18 samples of grape flavor powdered refreshments in 3 different batches using the gravimetry methodology, to evaluate the variation in the content of artificial dyes Bright Blue (AB), Red 40 (V40) and the mixture of both in artificial refreshments in grape flavor powder using the methodology of molecular absorption spectrophotometry in the UV-Vis region. The quantification of dyes in samples was based on the developed equation of the Lambert-Beer Law, analyzing the absorption obtained from the soft drinks as well as the sum of the absorbances of the dyes and other substances involved, perceived in the UV-Vis region. It was also sought to evaluate the variations in the concentrations of dyes in the different batches of powdered artificial soft drinks. There was a significant deviation in the mass contained in the packages in different lots and different routes, 3.5 and 3.2%, but, within the values allowed by INMETRO in the criteria of weights and measures. It was noticed a higher concentration in the central filling routes, suggesting the installation of fins as a way to improve the homogenization of the product, since the agglomeration may be due to the gravitation and vibration responsible for the segregation of the product through the conductive pathways.

Keywords: Food industry. Additions. Food dyes. Dye Absorption.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 Consumo de refrescos em pó	11
2.2 Aditivos químicos na indústria de alimentos	11
2.3 Corantes na indústria de alimentos	12
2.3.1 Corantes sintéticos	13
2.3.1.1 Azul Brillante	16
2.3.1.2 Vermelho 40	17
2.4 Espectrofotometria UV-VIS	17
2.5 Gravitação e segregação de misturas em pó	18
3 MATERIAIS E MÉTODOS	20
3.1 Amostras	20
3.2 Reagentes e Equipamentos	20
3.3 Métodos	20
3.3.1 Preparo das amostras	20
3.3.2 Espectrofotometria Absorção Molecular no UV-Vis	21
3.3.3 Análise de dados	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 Análise gravimétrica das amostras de refresco uva dos 3 diferentes lotes e 3 diferentes bicos	23
4.2 Determinação do teor de corantes por espectrofotometria por absorção de moléculas em UV-vis	24
5 CONCLUSÃO	33
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

Os avanços da indústria alimentícia garantem à população disponibilidade de uma variedade de alimentos, como também o alcance de uma diversidade de produtos atrativos por seus sabores e cores, sendo que a alteração dos hábitos alimentares e rotinas diárias levaram à substituição dos alimentos caseiros por alimentos industrializados.

Os alimentos industrializados podem ter aditivos alimentares em sua composição, tais como aromatizantes, conservantes, edulcorantes, estabilizantes e espessantes, dentre outros, em especial os corantes alimentícios, que são aditivos alimentares amplamente utilizados na formulação dos alimentos industrializados sem qualquer intenção em agregar valor nutricional a estes.

Os corantes artificiais estão presentes em vários alimentos ingeridos diariamente pela sociedade, dentre estes os refrescos artificiais em pó, sendo esse aditivo alimentar responsável por dar, conservar ou realçar a cor dos alimentos, melhorar a aparência ou deixar o alimento com as características sensoriais semelhantes ao natural.

A utilização dos corantes artificiais na indústria alimentícia é desejada pela estabilidade conferida aos processos de fabricação do produto, pelo seu preço quando comparado aos corantes naturais e por sua função fundamental de fornecer cor aos alimentos, um dos principais aspectos sensoriais responsáveis pela escolha dos produtos, porque os tornam atraentes aos olhos dos consumidores.

O estudo dos corantes artificiais é importante para a indústria de alimentos em função do uso considerável desse aditivo na indústria alimentícia, gerando dúvidas quanto às quantidades utilizadas pelas indústrias, se atendem aos valores da Ingestão Diária Aceitável-IDA, considerando seus possíveis efeitos tóxicos e alérgicos, por isso a preocupação em desenvolver métodos que detectem as categorias de corantes e os controles da quantidade desses corantes artificiais presentes nos produtos industrializados, em especial para os refrescos artificiais em pó.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a concentração dos corantes artificiais Azul Brilhante (AB), Vermelho 40 (V40) e a mistura de ambos em refrescos artificiais em pó sabor uva a partir da metodologia de Espectrofotometria de absorção molecular na região do UV-Vis.

Buscou-se quantificar os corantes nas amostras a partir de equação desenvolvida da Lei de Lambert-Beer, analisando a absorção obtida dos refrescos, bem como a soma das absorbâncias dos corantes e outras substâncias envolvidas que possam ser percebidas na região do UV-Vis. Buscou-se ainda avaliar as variações de concentrações dos corantes nos diferentes lotes de refrescos artificiais em pó.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Consumo de refrescos em pó

As indústrias alimentícias visam à conservação dos produtos para prolongamento da vida de prateleira dos alimentos, além de fornecer e desenvolver uma diversificação de alimentos para atender às necessidades do consumidor (AQUINO; PHILLIPPI, 2002).

Os preparados artificiais sólidos para refresco são popularmente conhecidos como refrescos em pó e têm sua definição controlada pelo Ministério da Agricultura por meio do Decreto 6.871/2009 (BRASIL, 2009). Tais preparados pertencem à categoria de refrescos prontos para beber, uma das cinco categorias de classificação dos refrescos que se encontram integrados ao dia a dia do consumidor brasileiro devido à facilidade de preparo, ao rendimento e ao preço de comércio bem inferior comparando aos refrescos prontos, tornando-os economicamente mais acessíveis.

Dados da Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas (ABIR, 2020) mostram que o volume de produção de refrescos em pó no Brasil em 2017 foi de 3,9 bilhões de litros, e o recorde de produção foi de aproximadamente 5,0 bilhões litros em 2014. Empresas do segmento de refresco em pó destacaram o sabor uva como o de maior preferência entre os consumidores, com 26% do volume de produção de refresco para esse sabor, seguido do sabor laranja, que somam mais que 50% do volume total de produção de refresco em pó no Brasil, justificando a escolha deste como amostra para este estudo.

É importante destacar que a praticidade no preparo e a estocagem simples dos refrescos artificiais em pó são as principais aliadas para a escolha deste produto cujo consumo chegou a 21,79 litros por habitante no ano de 2016, sendo esse consumo alcançado no mercado principalmente no público das classes C e D, nas quais os refrescos são considerados itens da cesta básica (EXAME, 2020).

2.2 Aditivos químicos na indústria de alimentos

O aditivo alimentar, do ponto de vista legislativo, deve fornecer alguma função ou atributo útil, ou aceitável como justificativa do seu uso, podendo ser definido como qualquer

ingrediente adicionado intencionalmente ao alimento, sem propósito de nutrir, tendo como objetivo modificar as características do mesmo (ANVISA, 1997).

Em geral, os aditivos são empregados na produção dos alimentos na quantidade mínima necessária com o intuito de modificar e/ou acentuar as suas características sensoriais, como o sabor, aroma, cor e textura, ou também com a finalidade de conservar os alimentos (CAMPOS, 2014).

Habitualmente, os aditivos tornaram-se potencialmente imprescindíveis nos alimentos industrializados para se atingir o propósito tecnológico, durante o fabrico ou alteração industrial, ou ainda durante o acondicionamento desses alimentos, já que, antes do emprego dos aditivos químicos, os alimentos tinham curta vida de prateleira, e após a utilização dessas substâncias houve a possibilidade de preservar por mais tempo as características do alimento, bem como melhorar suas propriedades sensoriais pós-processos de fabricação (ALBUQUERQUE et al., 2012).

Os aditivos alimentares constam dentre os produtos submetidos ao controle e à fiscalização pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária ANVISA, que, por meio da RDC n. 64, de 16 de setembro de 2008, regulamenta os limites máximos permitidos de aditivos químicos a serem adicionados nos alimentos, sendo que no regulamento técnico está contemplada a lista de aditivos específicos autorizados e as atribuições para cada categoria e subcategoria de alimentos (ANVISA, 2008).

De acordo com sua aplicação, os aditivos são classificados em três diferentes grupos, sendo estes: tecnologia de produção, conservação e características sensoriais no alimento (ANVISA, 1997). Os corantes, aditivos adicionados para conferir cor, são classificados pela sua característica sensorial, e, bem como os demais aditivos, devem ser declarados na lista de ingredientes conforme consta na Resolução de rotulagem de alimentos embalados, RDC n.º 259, de 20 de setembro de 2002 (ANVISA, 2002).

2.3 Corantes na indústria de alimentos

O hábito de adicionar cor aos alimentos existe desde as civilizações antigas, sendo que até metade do século XIX as substâncias utilizadas para extrair os corantes eram de origem vegetal, animal ou mineral. O primeiro corante artificial/sintético desenvolvido, chamado de malva ou malveína, foi descoberto por William Henry Perkin na Inglaterra, em 1856

(CÂMARA, 2017).

Desde então, os corantes, substâncias que, quando aplicadas a um material, possuem a propriedade de lhe conferir ou intensificar a cor (ANVISA, 1977), foram cada vez mais estudados, especialmente por apresentarem maior uniformidade, estabilidade e poder tintorial em relação às substâncias naturais, incentivando novas descobertas.

Os corantes possuem compostos orgânicos que, devido aos seus grupos cromóforos, como nitro, nitroso, azo e carbonila, absorvem luz visível seletiva, produzindo a cor (DOMINGUES, 2018). Eles podem ser classificados segundo diferentes aspectos, como classes químicas, usos a que se destinam e origem.

Para os corantes alimentícios, usualmente a classificação ocorre segundo sua origem e segue a Resolução n.º 44/1977 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), do Ministério da Saúde. São classificados em:

- a. Corante orgânico natural, que é obtido a partir de vegetal ou, em alguns casos, animal;
- b. Corante orgânico artificial, que são corantes sintéticos obtidos a partir da síntese orgânica, não sendo encontrados em produtos naturais;
- c. Corante orgânico sintético, que é idêntico ao natural, cuja estrutura química é análoga à do princípio isolado do corante orgânico natural, mas é classificado como sintético;
- d. Corante inorgânico ou pigmento, que é obtido de processos de preparação e purificação adequados, originário de substâncias minerais (ANVISA, 1977).

Para uso em alimentos, duas classes de corantes estão disponíveis: os sintéticos e os naturais. São inegáveis as vantagens da aplicação dos corantes sintéticos, pois apresentam menores custos de produção, alta estabilidade ao meio (luz, oxigênio, calor e pH), cores uniformes e alto poder tintorial (CONSTANT; STRINGHETA; SANDI, 2002).

Essas e outras vantagens justificam o fato de os corantes sintéticos serem comercialmente as categorias de corantes mais largamente empregados pelas indústrias alimentícias para os refrescos em pó, sendo esta a classe em destaque neste estudo.

2.3.1 Corantes sintéticos

Os corantes sintéticos são produzidos via síntese química e possuem agrupamentos funcionais em sua molécula que determinam sua coloração (HUNGER, 2003). O cromóforo é

o principal responsável por determinar a cor da substância. Esse grupo de átomos possui uma ou mais ligações insaturadas; o auxocromo é o grupo funcional que determina a solubilidade da substância e intensifica a sua cor, pois age potencializando a ação do cromóforo (MARTÍNEZ SUÁREZ, 2017).

Os corantes artificiais são adicionados aos alimentos atendendo a interesse comercial, praticidade e necessidade tecnológica de conferir e intensificar cor aos alimentos, tornando-os mais atrativos ao consumidor devido à importância que a cor confere ao aumento da aceitação dos produtos, visto que a cor torna o alimento com um aspecto fresco e natural (CAMPOS, 2014).

Atentando para esse fator como mecanismo de atração, impulsionou o interesse das indústrias pelo uso dos corantes artificiais para conferir melhor aparência, pois alimentos processados perdem parte da sua coloração (PRADO; GODOY, 2003).

Quando, em 1856, o emprego dos corantes sintéticos teve início a partir da síntese da hulha, já nas primeiras décadas cresceu sua utilização, chegando a centenas de lançamentos de corantes no mercado norte-americano e europeu, embora sem a existência de regulamentações do uso ou grau de pureza destes. Em pouco tempo, nas primeiras décadas do século XX, já existiam em todo o mundo cerca de oitenta corantes sintéticos de uso alimentício. Atualmente estima-se que sejam produzidas milhões de toneladas de corantes no mundo, revelando um mercado próspero que chega a movimentar cerca de US\$ 7,7 bilhões/ano, sendo o Brasil um contribuinte em potencial, pois produz grande quantidade de corantes (ADITIVOS INGREDIENTES, 2018).

Ainda de acordo com Aditivos Ingredientes (2018), devido à crescente utilização e à diversidade de corantes existentes, variando consideravelmente a lista dos permitidos em cada país, os países começaram a estabelecer legislações para controlar o uso dos corantes sintéticos. Assim, comitês internacionais, como a Comissão do Codex Alimentarius, foram criados também com o intuito de estabelecer especificações e critérios para a utilização dos corantes sintéticos.

Nos Estados Unidos, a primeira legislação relativa à utilização dos corantes na indústria alimentícia foi em 1906, e apenas sete foram autorizados para uso em alimentos (HUNGER, 2003). Hoje, a quantidade de corantes permitidos em alimentos chegou a nove, sendo dois de uso restrito (CHEIBUB et al., 2020).

Nos países membros da União Europeia, é permitido o uso de dezessete corantes

artificiais em alimentos e seguem as diretrizes 94/36/EC e 95/45/EC, que tratam sobre aditivos alimentares, incluindo corantes. A Noruega e a Suécia não permitem o uso de corantes artificiais em alimentos e bebidas (PRADO; GODOY, 2003).

No Brasil, a Resolução n. 04, de 24 de novembro de 1988, Decreto n. 55871/65 de 1965, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde, permite o uso de onze corantes sintéticos para uso em alimentos (BRASIL, 2002).

No ano de 1999, foram publicadas resoluções que instituíam os limites máximos permitidos de corantes para as diversas categorias de alimentos, estabelecidos com a intenção de controlar a ingestão de corantes. A Ingestão Diária Aceitável (IDA) é a quantidade estimada de aditivo alimentar expressa em miligrama por quilo de peso corpóreo (mg/kg p.c.), que pode ser ingerida diariamente sem oferecer risco apreciável à saúde no conhecimento científico disponível na época da avaliação.

A avaliação dos aditivos alimentares no âmbito mundial é respaldada no controle da IDA e desenvolvida pelo Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA).

A Tabela 1 mostra os corantes artificiais de uso permitido no Brasil e seus respectivos códigos e classes, com os valores de Ingestão Diária Aceitável (ANVISA, 1997).

Tabela 1 – Corantes alimentícios permitidos no Brasil e Ingestão Diária Aceitável (IDA) (mg/kg peso corpóreo).

Nome Usual	Código	Classe	Cor	IDA (mg/Kg,peso corpóreo)
Tartrazina Amarelo	E-102	monoazo	Amarelo limão	7,5
Crepúsculo	E-110	monoazo	Laranja	2,5
Azorrubina	E-122	monoazo	Vermelho	4,0
Amaranto	E-123	monoazo	Magenta	0,5
Ponceau 4R	E-124	monoazo	Cereja	4,0
Eritrosina	E-127	xanteno	Pink	0,1
Vermelho 40	E-129	monoazo	VermelhoAlaranjado	7,0
Azul Patente V	E-131	trifenilmetano	Azul	15,0
Azul Indigotina	E-132	indigóide	Azul royal	5,0
Azul Brillhante	E-133	trifenilmetano	Azul turquesa	10,0
Verde Rápido	E-143	trifenilmetano	Verde mar	10,0

Fonte: (BRASIL, 2002).

Os grupos dos corantes azoicos e trifenilmetanos representam as classes de corantes

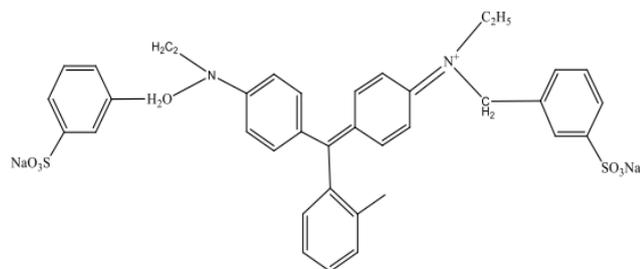
artificiais mais importantes e utilizados: 60% dos corantes utilizados no mundo pertencem apenas a uma família, a da classe dos corantes azo (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2018). Os corantes mais usados são o Azul Brillante (E-133) e o Vermelho 40 (E-129), ambos pertencentes aos dois grupos, principalmente encontrados em produtos alimentícios, como refrescos artificiais, gelatinas e outros produtos coloridos artificialmente, sendo por isso os escolhidos para este estudo.

2.3.1.1 Azul Brillante

O corante Azul Brillante pertence à classe de corantes trifenilmetanos, pois contém estrutura básica de três radicais arila, sendo mais comuns os grupos fenólicos, ligados a um átomo de carbono central, e apresentam grupos sulfônicos (Figura 1), que lhes conferem uma alta solubilidade em água (GODOY; PRADO, 2003).

Esse corante é sintetizado a partir da tinta do alcatrão do carvão. Azul brilhante possui razoável estabilidade a luz, calor e ácido, mas possui baixa estabilidade oxidativa (VIANNA et al., 2008).

Figura 1 – Estrutura química do corante azul brilhante



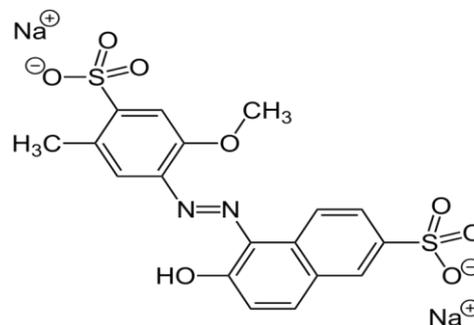
Fonte: Vianna et al. (2008)

Este corante é um aditivo alimentar comum em refrescos artificiais, bebidas, produtos lácteos, pós, geleias, doces, coberturas, xaropes e outros. Pode ser combinado com o corante Vermelho 40 (E-129) para produzir vários tons roxos. Estudos como o de Peres (2009) e Franco (2014) mostram que a presença desse corante nos alimentos pode causar alergias em crianças, porém os estudos sobre possíveis danos causados à saúde ainda são insuficientes e bastante contraditórios (GODOY; PRADO, 2003).

2.3.1.2 Vermelho 40

É um corante azóico de nomenclatura oficial (IUPAC) de disódio 6-hydroxy-5-[(2-methoxy-5-methyl-4-sulfophenyl)azo]-2-naphthalenesulfonate (Figura 2), também chamado vermelho allura. Sintetizado quimicamente apresenta boa estabilidade à luz, calor e ácido é um corante vermelho estável em bebidas na presença do ácido ascórbico, motivo pelo qual está entre os mais usuais (CAMPOS, 2014).

Figura 2 – Estrutura química do corante vermelho 40.



Fonte: Vianna et al. (2008)

Alguns estudos mostraram que o vermelho 40 é pouco absorvido pelo organismo e não apresentou potencial carcinogênico, sendo de certa forma o motivo pelo qual, nos países como Brasil, Canadá, Estados Unidos e alguns países da União Europeia, permitem seu uso (PRADO; GODOY, 2003).

Campos (2014) indica ser mais favorável o uso de corantes sintéticos já testados e composição conhecida ao uso do corante natural, que pode conter agrotóxico ou ser adulterado, contudo, que sua quantidade seja controlada; e afirma que os corantes sintéticos nos limites da legislação brasileira são seguros.

2.4 Espectrofotometria UV-VIS

A determinação de corantes sintéticos em alimentos tem sido realizada por vários métodos com desígnio principal de desenvolver e validar uma metodologia eficiente, rápida e simples que permite a quantificação de diferentes tipos de corantes. Dentre os mais usuais,

destacam-se os métodos de cromatografia líquida de alta eficiência e espectrofotometria ultravioleta ou no visível (PRADO; GODOY, 2003).

A espectrofotometria é uma técnica analítica fácil para identificação de corantes em solução se os seus espectros apresentam bandas sem sobreposição na região do ultravioleta e visível, pois esse método é aplicável por meio da comparação dos espectros das amostras com os espectros dos padrões e a identificação do comprimento de onda máximo. Os espectros geram dados para uma equação desenvolvida a partir da lei de Lambert-Beer ($A = \epsilon \cdot b \cdot c$) para misturas de corantes que considera a absorção obtida da mistura como a soma das absorbâncias dos dois corantes envolvidos (NEVADO et al., 1995).

Assim, para uma mistura de dois componentes, a absorbância da mistura (A_m) é a soma das absorbâncias individuais das espécies 1 e 2 (Equação 1 e 2).

$$A_{\lambda 1} = \epsilon_1 b c_1 + \epsilon_2 b c_2 \quad (1)$$

$$A_{\lambda 2} = \epsilon_3 b c_1 + \epsilon_4 b c_2 \quad (2)$$

Onde: A_{λ} é a absorbância, c é a concentração do absorvente, b é o caminho óptico e ϵ é a absorvidade molar. Para que esse sistema seja resolvido, é necessário determinar os valores de absorvidade (ϵ) para cada composto e em ambos os comprimentos de onda máximos (NEVADO et al., 1995).

A deficiência de seletividade do método espectrofotométrico, decorrente das interferências espectrais, pode gerar espectros sobrepostos dificultando o uso desse método (PRADO; GODOY, 2003). Mas, para determinação de misturas de corantes em alimentos, esse método tem apresentado resultados satisfatórios (VIDOTTI; ROLLEMBERG, 2006).

López-de-Alba et al. (1996) e Ni et al. (2009) fizeram a determinação simultânea de teores de corantes como amarelo crepúsculo, tartrazina, vermelho 40 e azul brilhante por meio da espectrofotometria em amostras comerciais e sucos artificiais em pó.

2.5 Gravitação e segregação de misturas em pó

Os fluxos granulares podem ser extremamente complexos e, em geral, mal compreendidos. As misturas que consistem em vários componentes com distribuições amplas de tamanho de partículas e propriedades díspares apresentam dificuldades ainda maiores nessa

previsão das propriedades de fluxo e na manutenção da uniformidade da dosagem, que normalmente é o principal requisito de qualidade (DRAHUN; BRIDGEWATER, 1983).

A segregação de pós pode ocorrer mesmo nos fluxos de pó mais simples, incluindo descarga de uma caixa com fluxo por meio da gravidade, em operações típicas de dosagem de pequenas porções de ingredientes. No processo de envase de refrescos em pó, a segregação pode ocorrer quando uma mistura, inicialmente homogênea, é transferida de um recipiente para um equipamento de envase que possua um abastecimento por gravidade.

Nessas misturas de materiais, ao serem agitadas ou em transferências impulsionadas por gravidade, há tendência de segregação quando os grãos individuais se diferem uns dos outros em tamanho, densidade, características de superfície e forma. A diferenciação de tamanho é o condutor predominante para a segregação e, se não controlada, a segregação do tamanho pode levar à variabilidade da dose no produto e, no caso da mistura, no teor de componentes (SHINBROT; MUZZIO, 2000).

Historicamente, o aumento na escala do processo de transporte de pó muitas vezes leva à segregação, ainda quando tomado o cuidado de usar os mesmos equipamentos no processo de fabricação. Pesquisadores perceberam efeitos semelhantes à peneira, porém mais rapidamente em separação por vibração, que acontece por diferenças de velocidade de superfície e refere-se à situação específica em que as propriedades da partícula afetam o movimento da partícula em uma superfície, visto que partículas de formato irregular têm um maior arrasto de fricção em uma superfície do que partículas grandes (GLASSER et al., 2004).

Outra forma de segregação é por arrastamento de ar e ocorre quando as partículas finas permanecem suspensas no ar por mais tempo do que as partículas grossas ou quando as correntes de ar secundárias desviam as partículas transportadas pelo ar de seu caminho pretendido. A resistência do ar tem um efeito maior em pequenas partículas, e sua velocidade terminal de queda livre será menor que a de partículas mais grossas (GLASSER et al., 2004).

A adequação dos métodos para garantir a uniformidade é um assunto de debate entre *Food and Drug Administration* - FDA e os fabricantes de misturas em pó. Embora muitos estudos destaquem a necessidade de uma melhor compreensão física dos mecanismos implícitos na segregação, regras simples, como evitar transferências de sólidos por meio da gravidade em intervalos longos com acentuada inclinação, continuam sendo os métodos práticos para evitar tal efeito.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Química do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sul de Minas, Campus de Pouso Alegre, usando os equipamentos e reagentes existentes neste.

3.1 Amostras

No presente trabalho, foram utilizadas 18 amostras de refrescos artificiais em pó sabor uva de um mesmo fabricante, sendo um total de 9 amostras de três diferentes lotes de refresco sabor uva (3 amostras por lote) e as outras 9 amostras de três diferentes vias de dosagem (3 amostras por via). As dezoito amostras de refresco em pó sabor uva foram utilizadas para análises em espectrofotômetro.

Todas as amostras foram adquiridas de um mesmo fornecedor de refrescos em pó, com tamanho da amostra de 30 gramas e validade em 13/01/2021. As amostras ficaram em condições de armazenagem como sugeridas pelo fabricante na embalagem original em local seco, inodoro e arejado com temperatura.

3.2 Reagentes e Equipamentos

Os corantes artificiais Azul Brilhante (pureza de 92,8%) e Vermelho 40 (pureza de 85%), assim como o agente turvador de Dióxido de titânio (pureza de 24%), foram fornecidos por uma indústria de fabricação de refrescos artificiais em pó.

Foram utilizados os equipamentos: espectrofotômetro UV/Vis modelo Cary 60 (Agilent, USA), balança analítica de quatro casas decimais shimadzu auw 220 e filtros de 0,22 μ m.

3.3 Métodos

3.3.1 Preparo das amostras

Foram obtidos três lotes diferentes do refresco em pó sabor uva, sendo que cada lote

continha três pacotes, totalizando nove amostras. Outras nove amostras foram obtidas a partir das diferentes vias de dosagem do equipamento (vias extremas e vias centrais).

Para obtenção das curvas analíticas dos corantes artificiais, foram preparadas cinco soluções padrão de cada corante, Azul Brillante e Vermelho 40 na faixa de concentração de 1,0; 2,0; 4,0; 5,0; 8,0 mg/L e 2,0; 4,0; 8,0; 16,0; 25,0 mg/L, respectivamente.

Para obtenção das curvas analíticas referente à mistura de dois corantes, foram realizadas soluções com 50% de cada solução padrão, utilizando a mesma faixa de concentração escolhida nas soluções dos corantes individuais.

As amostras dos corantes foram preparadas utilizando-se a massa total contida na embalagem do produto e dissolvendo-a no volume proposto pelo fabricante (1 litro), padronizando a massa de cada amostra. Para análise via espectrofotometria, foram feitas diluições para que a absorvância total continuasse na faixa da curva analítica mista.

Para análise de variação do teor de corantes em função do sistema dos bicos de dosagem, foram adotados os mesmos procedimentos das demais amostras.

Todas as amostras foram dissolvidas em água destilada, em temperatura ambiente e mantendo-se mesmo pH. As amostras, depois de dissolvidas, foram passadas por filtro 0,22 μ m para retirar as partículas de dióxido de titânio no instante antecedente às análises de espectrofotometria, pois as partículas de dióxido de titânio das amostras de refresco podem interferir no efeito de refração.

3.4.2 Espectrofotometria Absorção Molecular no UV-Vis

As medidas espectrofotométricas foram realizadas empregando-se uma cubeta de quartzo em espectrofotômetro UV/Vis. Os dados espectrais foram registrados nas faixas de 200-800 nm. A partir deles, foram conhecidos os perfis espectrofotométricos e obtidos os comprimentos de onda máximos e absorvâncias dos corantes artificiais.

3.4.3 Análise dos dados

Os dados foram submetidos à análise estatística utilizando a ferramenta regressão linear múltipla (RLM) desenvolvida no *software* Microsoft Excel. A partir dos dados de comprimentos de onda máximos e absorvâncias dos corantes AB e V40 adquiridos pela

espectrofotometria, utilizou-se a RLM para determinação dos coeficientes de absorvidade (ϵ) dos corantes AB e V40.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise gravimétrica das amostras de refresco de uva dos 3 diferentes lotes e 3 diferentes bicos.

Para analisar a variação das massas em função das amostras de refresco, procedeu-se a obtenção das massas das 18 amostras, conforme mostrado nas Tabelas 2 e 3 das massas e desvio padrão para amostras de distintos lotes (L1, L2 e L3) e das vias 1, 2 e 3 de fabricação de refresco em pó sabor uva.

Tabela 2 – Massas (g) e desvio padrão das amostras de refresco em pó uva em diferentes lotes

Lotes	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média	Desvio padrão	DP %
1	32,1972	31,1472	32,1789	31,8411	0,6010	1,9%
2	29,7538	29,7134	29,5758	29,6810	0,0933	0,3%
3	30,0602	31,6346	30,3130	30,6693	0,8455	2,8%
Total	30,6704	30,8317	30,6892	30,7305	1,0715	3,5%

Fonte: Do autor

A Tabela 2 apresenta os valores das massas das amostras para os diferentes lotes de refresco em pó sabor uva. Percebe-se que as massas das amostras dos lotes um e três possuem maiores discrepâncias pelas variações no desvio padrão de 0,6010 e 0,8460g respectivamente. Comparando as amostras no mesmo lote, houve uma variação de 1,9, 0,3 e 2,8% nos lotes L1, L2 e L3 respectivamente, uma variação de 1,7%. Já entre o total das amostras apresentou-se maior discrepância, com característica da média 30,7305 g, um desvio padrão de 1,0715 g, ou seja, 3,5%.

A Tabela 3 apresenta as massas e o desvio padrão para as vias das extremidades (1 e 3) e central (2) de um sistema de dosagem de fabricação de refresco em pó.

Tabela 3 – Massas (g) e desvio padrão das amostras de diferentes vias de uma máquina de envase de refresco em pó uva

Vias	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média	Desvio padrão	DP %
1	32,0934	31,7627	30,5905	31,4822	0,7897	2,5%
2	29,9298	29,4671	29,6810	29,6926	0,2316	0,8%
3	30,0149	31,4063	31,5783	30,9998	0,8573	2,8%
Total	30,6794	30,8787	30,6166	30,7249	0,9980	3,2%

Fonte: Do autor

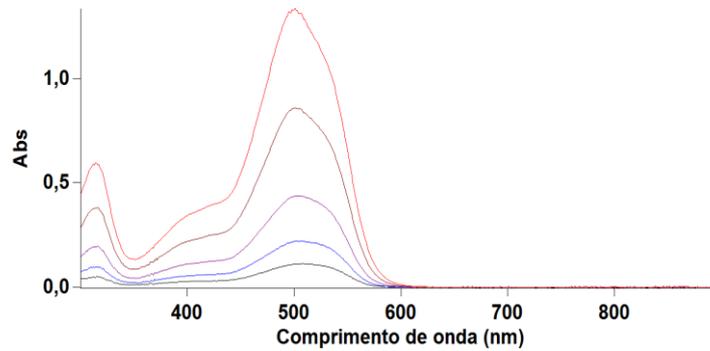
Na Tabela 3, mostram-se os resultados das massas das amostras de três diferentes vias de uma máquina de envase de refresco em pó. Com os resultados encontrados pelos desvios padrões das massas, aferidas mediante a análise gravimétrica, pode-se perceber, por meio das características apresentadas, que as vias um e três apresentam desvios padrões mais acentuados, sendo 0,7897 g e 0,8573 g, respectivamente, abaixo do valor da via dois, que apresentou 0,2316 g. Comparando a variação das amostras, na mesma via houve variação de 2,5%, 0,8% e 2,8% nas vias 1,2 e 3, respectivamente, e no total das amostras a discrepância foi ainda maior, com característica da média 30,7249 g, um desvio padrão de 0,9980 g, ou seja, 3,2%.

De uma forma geral, observa-se um desvio significativo de 3,4 e 3,2% na massa que contém no pacote em diferentes lotes e diferentes vias, mas todas as variações estão no permitido pela tolerância com base no Regulamento Técnico Metrológico (RTM) das Portarias n. 096 do INMETRO para critérios individual e média, pois as amostras satisfazem simultaneamente o critério individual de mínima dosagem de 27,30 g e critério média de dosagem de 29,93 g (INMETRO, 2000). Do ponto de vista do fabricante, é interessante que os sistemas de dosagem estejam sempre calibrados e capazes de manter a uniformidade da dosagem para evitar desperdícios. Já do ponto de vista do consumidor, o controle na dosagem do alimento é ainda mais requerido, pois uma sobredosagem do alimento pode significar uma dosagem de aditivos acima do declarado na rotulagem, e conseqüentemente o consumidor poderá estar exposto a uma dosagem superior de aditivos.

4.2 Determinação do teor de corantes por espectrofotometria por absorção de moléculas em UV-vis

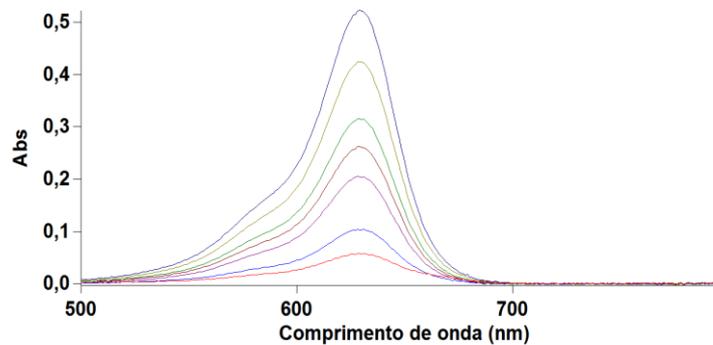
A primeira etapa consistiu na obtenção dos espectros de absorção molecular no visível para o Vermelho 40 e Azul Brilhante e a mistura desses dois corantes nas análises por espectrofotometria realizadas em espectrofotômetro UV/vis. Os perfis gerados foram apresentados nas Figuras 3, 4 e 5 para cada corante citado anteriormente. A partir do perfil dessas figuras, obtiveram-se os respectivos comprimentos de onda máximos de cada um dos corantes.

Figura 3 – Espectros de absorção molecular na região do visível para as soluções do corante Vermelho 40 (V40) na faixa de concentração 2,0; 4,0; 8,0; 16,0; 25,0 mg/L



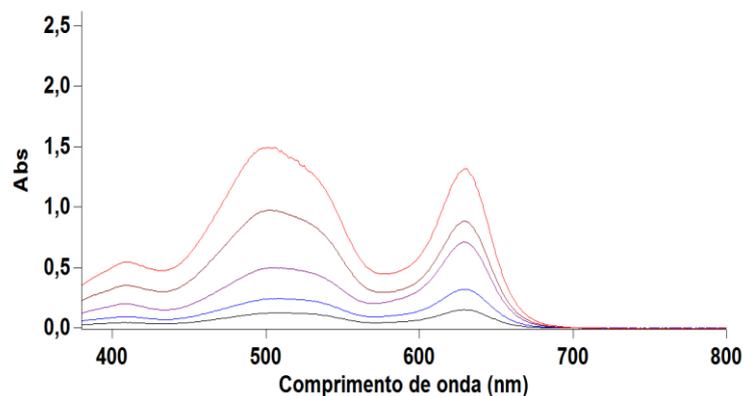
Fonte: Do autor

Figura 4 – Espectros de absorção molecular na região do visível para as soluções do corante Azul Brillante (AB) na faixa de concentração de 1,0; 2,0; 4,0; 5,0; 8,0 mg/L.



Fonte: Do autor

Figura 5 – Espectros de absorção molecular na região do visível para as soluções da mistura dos corantes Azul Brillante (AB) e Vermelho 40 (V40) na faixa de concentração de 1,0; 2,0; 4,0; 5,0; 8,0 mg/L e 2,0; 4,0; 8,0; 16,0; 25,0 mg/L, respectivamente.



Fonte: Do autor

Como resultado dessas análises, obtiveram-se os comprimentos de onda máximos para determinação quantitativa de cada um dos corantes, os comprimentos de onda máximos adquiridos a partir dos espectros de absorção molecular dos corantes analisados foram 630 nm para AB e 501 nm para V40.

No estudo de Heins e Flury (2000), sobre o comportamento do corante Azul Brillante, cita-se o comprimento de onda máximo para esse corante de 630 nm. Já os autores Prado e Godoy (2007), em estudo dos teores de corantes artificiais em alimentícios, também encontram os comprimentos de ondas máximos similares aos valores encontrados no presente trabalho para vermelho 40 e Azul Brillante, 501 e 630 nm, respectivamente.

Após conhecer os espectros dos corantes separados, comparou-se com o espectro de absorção molecular da mistura dos dois corantes AB e V40 (Figura 5) e foi possível, de forma fácil, identificar os espectros do AB e V40. Portanto, as bandas não possuem – ou possuem mínima – sobreposição na região do UV/vis, reforçando a aplicação do método.

Com os dados da curva padrão (Tabela 4), obtidos pelos espectros de absorção molecular da mistura, nos comprimentos de onda máximos, utilizou-se a regressão linear múltipla para calcular os coeficientes de absorvidade (ϵ) dos corantes AB e V40, valores mostrados na Tabela 5.

Tabela 4 – Valores de absorbâncias em solução da mistura de AB e V40 para diferentes concentrações (mg L⁻¹).

Concentração (mgL ⁻¹)		501 nm	630 nm
AB	V40	Absorbâncias (ABS)	
1,0	2,0	0,122	0,152
2,0	4,0	0,239	0,318
4,0	8,0	0,495	0,706
5,0	16,0	0,972	0,876
8,0	25,0	1,495	1,317

Fonte: Do autor

Tabela 5 – Valores dos coeficientes de Absortividade em 501nm e 630 nm.

	Coeficientes 501nm	Coeficientes 630nm
Interseção	0,00127	-0,01416
(ϵ_1) V40	0,00612	0,18635
(ϵ_2) AB	0,05810	-0,00549

Fonte: Do autor

Com os valores de coeficientes de correção linear (R) superiores a 0,999 (Tabela 6), pode-se confirmar a correlação entre os dados de absorvâncias e comprimentos de onda dos corantes AB e V40.

Tabela 6 – Resultados estatísticos da regressão linear para comprimento de onda 501 nm e 630nm.

Estatística de regressão	501 (nm)	630 (nm)
R múltiplo	0,9999	0,9980
R-Quadrado	0,9998	0,9961
R-quadrado ajustado	0,9997	0,9922
Erro padrão	0,0106	0,0409
Observações	5	5

Fonte: Do autor

Utilizando a aplicação da lei de Lambert-Beer, permitiu-se obter uma equação que engloba a influência dos corantes AB e V40 no comprimento de onda 501 nm (Equação 3) e outra em 630 nm (Equação 4), respectivamente.

$$A_{501} = 0,00612CA + 0,05810CV \quad (3)$$

$$A_{630} = 0,18635CA - 0,00549CV \quad (4)$$

Onde: CA é a concentração do corante AB, CV é a concentração do corante V40.

As análises por espectrofotometria dos três lotes de refresco em pó sabor uva foram realizadas, obtendo-se as absorvâncias das amostras analisadas, mostradas na Tabela 7.

Tabela 7 – Valores de absorvâncias nas amostras de refresco artificial sabor uva para três diferentes lotes.

Lote	Amostra	Absorvâncias	
		501 nm	630 nm
1	1	1,198	0,973
	2	0,762	0,597
	3	1,103	0,597
2	1	0,857	0,687
	2	0,606	0,462
	3	0,632	0,480
3	1	0,654	0,507
	2	1,166	0,952
	3	0,853	0,671

Fonte: Do autor

Em geral, os refrescos possuem, em sua formulação, agentes turvadores, como o dióxido de titânio. É importante ressaltar que o Dióxido de Titânio - TiO_2 é normalmente utilizado como agente turvador inorgânico por possuir alto índice de refração. Além disso, o seu uso oral é toxicologicamente seguro e possui boa dispersabilidade em meio aquoso. Também é aditivo aceito pela legislação brasileira de alimentos (ANVISA - Resolução n. 386, 5 de agosto de 1999), sendo inerte quanto a odor e sabor, porém sua taxa de sedimentação é relativamente alta em meio aquoso (HUFFMAN, 1986, p. 1).

Nesse sentido, foi utilizado um filtro de $0,22\mu m$ de modo a retirar as partículas de dióxido de titânio das amostras de refresco e suprimir o efeito de refração causada pelo turvador, pois promovem um aumento da absorbância, podendo gerar aumento na quantidade de corante, o que leva a um falso positivo.

Utilizando a aplicação da lei de Lambert-Beer, permitiu-se obter uma equação que engloba a influência dos corantes AB e V40 no comprimento de onda 501 nm. A partir das equações 3 e 4, os cálculos permitiram a determinação do teor (CA e CV) de cada corante no refresco em pó sabor uva.

Os valores de absorbâncias (Tabela 7) foram utilizados no cálculo das concentrações de dos corantes AB e V40 indicadas na Tabela 8.

Tabela 8 – Teores de corantes artificiais (mg/g) em 3 lotes de Refresco artificial em pó sabor uva.

Corante	Lotes	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média	Desvio Padrão	DP%
Vermelho 40	1	0,0546	0,0296	0,0488	0,0444	0,0131	29,5%
Azul Brilhante		0,0135	0,0064	0,0121	0,0106	0,0037	35,2%
Vermelho 40	2	0,0388	0,0216	0,0236	0,0280	0,0094	33,6%
Azul Brilhante		0,0089	0,0041	0,0045	0,0058	0,0027	45,7%
Vermelho 40	3	0,0243	0,0539	0,0345	0,0376	0,0150	40,0%
Azul Brilhante		0,0049	0,0134	0,0077	0,0087	0,0043	49,7%

Fonte: Do autor

A Tabela 8 apresenta os teores de corantes em diferentes lotes de refresco em pó sabor uva. Percebe-se que as amostras dos lotes um e três possuem maiores teores médios de corantes que as amostras do lote dois. Para o lote 1, os teores foram iguais a 0,0444 e 0,0106 mg/g, e para o lote 3, 0,0376 e 0,0087 mg/g de V40 e AB, respectivamente. Analisando ainda a concentração dos corantes isolados, os teores de AB variaram de 0,0041 a 0,0135 mg/g, e V40 de 0,0216 a 0,0546 mg/g, nos lotes 2 e 1 respectivamente.

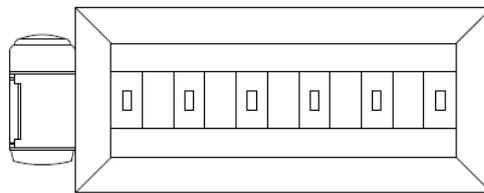
Comparando os resultados dos teores de corantes AB e V40, encontrados nas amostras nos três lotes, podem-se observar grandes diferenças de teores entre as amostras de um mesmo lote, verificando os desvios padrões. As amostras apresentaram um desvio padrão de 29,5 a 49,7%, valores elevados que demonstram desigualdade na dosagem dos corantes. No entanto, os teores de corantes isolados e somados em cada amostra de refresco em pó sabor uva são menores que o valor exigido de 0,1mg/g, como previsto em legislação.

Apesar de toda a variação nos teores mostrados na Tabela 8, as amostras de todos os lotes e seus desvios estão no Limite Máximo Permitido pela RDC nº 5, que regulamenta a Atribuição de Aditivos e seus Limites Máximos para Bebidas Não Alcoólicas e Não Gaseificadas (ANVISA, 2007).

Por ser percebida uma variação grande no mesmo lote, levantou-se a hipótese de que o processo de empacotamento pode estar interferindo na variação da quantidade de corantes em um mesmo lote, e a atenção é necessária, dado que, infelizmente, o consumidor por si só não é capaz de controlar a própria exposição aos corantes e, conseqüentemente, não pode avaliar se o benefício recebido justifica o risco a que está exposto (PRADO, 2004).

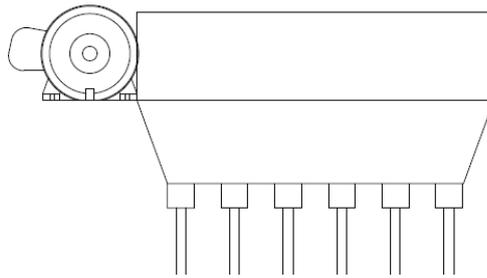
Observou-se que o equipamento possui um sistema de distribuição e direcionamento do refresco em pó para o empacotamento. Como mostram as Figuras 6 e 7, o sistema consiste em uma bandeja de formato retangular, que sofre uma leve vibração a fim de que o produto seja direcionado para os bicos.

Figura 6 – Vista superior do sistema de bandeja de abastecimento do refresco em pó com presença de um vibrador.



Fonte: Do autor

Figura 7 – Vista frontal do sistema de bandeja e bicos de dosagem de um equipamento de envase de refresco em pó - Vias 1, 2 e 5, 6 são os bicos extremos, havendo ainda dois bicos centrais (3 e 4).



Fonte: Do autor

Segundo Shinbrot e Muzzio (2000), se partículas de diferentes tamanhos e composições químicas sofrem vibração, em uma situação industrial de transporte de misturas de pós podem segregar e comprometer a qualidade do produto.

Para validar a hipótese, resolveu-se coletar amostras nos bicos de injeção da extremidade direita e esquerda dos bicos centrais.

As análises por espectrofotometria das três amostras de refresco em pó sabor uva, produzidos a partir de três diferentes vias da máquina de envase de pó, foram realizadas e obtidas as absorvâncias das amostras analisadas, mostradas na Tabela 9.

Tabela 9 – Absorbâncias analisadas nas amostras.

Via	Amostra	Absorbâncias	
		501 nm	630 nm
1	1	1,135	0,948
	2	1,226	1,001
	3	1,221	1,005
2	1	1,541	1,232
	2	1,541	1,231
	3	1,546	1,240
3	1	1,310	1,048
	2	1,320	1,050
	3	1,333	1,048

Fonte: Do autor

Utilizando a aplicação da lei de Lambert-Beer, permitiu-se obter a determinação do teor de (CA e CV) de cada corante no refresco em pó sabor uva. Os valores de absorvâncias (Tabela 9) foram utilizados no cálculo das concentrações dos corantes AB e V40 indicadas na

Tabela 10.

Tabela 10 – Teores de corantes artificiais (mg/g) em mesmo lote e diferentes vias da máquina de envase de Refresco artificial em pó sabor uva.

	Vias	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média	Desvio padrão	DP %
Corante Vermelho 40	1	0,0514	0,0570	0,0567	0,0550	0,0032	5,7%
Corante Azul Brillhante		0,0092	0,0100	0,0101	0,0097	0,0005	5,0%
Corante Vermelho 40	2	0,0833	0,0833	0,0837	0,0835	0,0002	0,2%
Corante Azul Brillhante		0,0150	0,0150	0,0152	0,0151	0,0001	0,6%
Corante Vermelho 40	3	0,0678	0,0685	0,0694	0,0686	0,0008	1,1%
Corante Azul Brillhante		0,0119	0,0119	0,0118	0,0118	0,0000	0,3%

Fonte: Do autor

A Tabela 10 apresenta os teores de corantes de refresco em pó sabor uva em três vias distintas. Notou-se que as amostras da via central (via 2) possuem maiores teores médios de corantes que as amostras das extremidades (vias 1 e 3). A via 2 apresentou teor médio de 0,0835 e 0,0151mg/g maiores que a via 1, de 0,0550 e 0,0097mg/g, e a via 3, de 0,0686 e 0,0118mg/g de V40 e AB, respectivamente.

Comparando os resultados dos teores de corantes AB e V40, podem-se observar pequenas diferenças de teores entre as amostras de um mesmo bico, verificando os desvios padrões. As amostras apresentaram um desvio padrão de 0,3% a 5,7%, valores bem abaixo que 29,5 a 49,7%, valores encontrados na Tabela 8. No entanto, os desvios padrões dos teores de corantes entre as vias continuam elevados, de 18,0 e 19,1% para V40 e AB respectivamente, o que reforça que por reologia ocorre a separação dos pós mais finos dos mais grossos, podendo assim causar uma desuniformidade do refresco (LANC et al., 2002). As extremidades sofrem uma vibração que tende a ser equivalente, porém, a vibração causada na parte central não sofre o efeito proposto, concentrando assim uma maior quantidade de material.

O sistema de abastecimento desta categoria de máquina causa maior concentração de partículas nas partes centrais da caixa receptora, o que leva à variação importante nos níveis de concentração. JR Johanson (1988) cita que os maiores problemas de segregação encontrados em sistemas de manuseio e armazenamento de sólidos são devidos à fluidização de pós finos, mas que, às vezes, vários mecanismos de segregação funcionam de uma vez só. Geralmente, os problemas de segregação criados por esses mecanismos podem ser resolvidos modificando o equipamento.

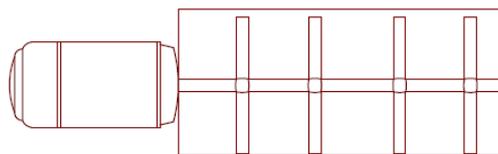
Como houve a percepção de que o aumento maior ocorre sempre nas vias centrais,

chegou-se à conclusão de que o problema pode estar relacionado à má homogeneização da mistura, a qual, devido à diferença de dimensões dos grânulos, pode estar aglomerando partículas no centro da bandeja, levando à diferença constatada entre esse bico, que seria a via dois, e os outros localizados nas extremidades da bandeja, problema este que seria resolvido pela adição de aletas para melhorar a homogeneização da mistura.

Quanto à oscilação de concentração de corantes na indústria, é importante ressaltar que os aditivos não são nocivos à saúde, desde que se obedecem aos limites máximos instituídos pela ANVISA e/ou Codex Alimentarius (PRADO; GODOY, 2007). Os resultados apontam a existência de um bom controle no uso de corantes artificiais pelas empresas alimentícias nacionais, já que os produtos analisados apresentavam teores permitidos pela legislação brasileira, que variam de 5 a 30 mg/100 g (PRADO, 2007).

Uma proposta que pode fornecer uma solução simples para a desuniformidade e o problema de concentração de corantes nas vias centrais em relação aos bicos mais externos seria a instalação de aletas acopladas a um eixo de giro 360 graus, ligadas a um motor com velocidade intermediária (Figura 8). O movimento das aletas auxilia na conservação da homogeneização da mistura e promove uma melhor dispersão dos aditivos no produto de forma equânime, bem como a condução mecânica, direcionando de forma uniforme as partículas os bicos de dosagem.

Figura 8 – Proposta de caixa de abastecimento do refresco em pó com aletas auxiliadoras da homogeneização da mistura sem vibração.



Fonte: Do autor

5 CONCLUSÃO

A análise espectrofotométrica, por meio de uma curva mista de corantes, mostrou que há uma grande variação das quantidades individuais dos corantes AB e V40 nas amostras analisadas. A análise realizada com amostras oriundas dos bicos de injeção revelou que, para um mesmo bico, não há variação no teor dos corantes, entretanto, quando se compara vias diferentes, há diferenças significativas. A possível causa para essa discrepância foi atribuída ao processo de envase por gravitação em que há um processo influenciado pelo tamanho das partículas.

As amostras apresentaram grande variação nos teores de corantes AB e V40, contudo, os teores de corantes mantiveram-se abaixo do limite máximo permitido pela legislação.

Percebeu-se maior concentração nas vias centrais de envase, sendo sugerida a instalação de aletas para melhorar a homogeneização do produto, já que tal aglomeração pode ocorrer devido à gravitação e vibração responsáveis pela dispersão do produto pelas vias condutoras.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a instalação de homogeneizadores nas máquinas, sugere-se, para trabalhos futuros, a análise dos teores de corantes para verificar se a variação entre lotes e amostras aleatórias foi diminuída.

REFERÊNCIAS

- ABIR. Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não Alcoólicas. **Refrescos em pó**. Disponível em: <https://abir.org.br/o-setor/dados/refrescos-em-po/>. Acesso em: 17 abr. 2020.
- ADITIVOS INGREDIENTES. **Os corantes alimentícios**. Disponível em: http://insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/119.pdf. Acesso em: 16 out. 2018.
- ALBUQUERQUE, M. V. *et al.* Educação Alimentar: Uma Proposta de Redução do Consumo de Aditivos Alimentares. **Química Nova na Escola**, Alagoas, v. 34, n. 2, p. 51-57, abr./2012.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC nº 5, de 15 de Janeiro de 2007**. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_05_2007_COMP.pdf/39e3737d-a1f5-49e6-84a1-c60f8475c1f7. Acesso em: 19 nov. 2020.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução CNNPA (Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos), de nº 44 de 1977**. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/391619/RESOLUCAO_CNNPA_44_1977.pdf. Acesso em: 15 set. 2018.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados. Ministério da Saúde - MS. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 18 abr. 2020.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resoluções nº 382 a 388, de 5 de agosto de 1999. Regulamentos Técnicos para o uso de Aditivos Alimentares**. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/1999/anexo/anexo_res0382_05_08_1999.pdf. Acesso em: 12 mai. 2020.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria no 540/97, de 27 de outubro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares - definições, classificação e emprego**. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/391619/PORTARIA_540_1997.pdf. Acesso em: 26 set. 2018.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Decreto nº 55871, de 26 de março de 1965**. Disponível em: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/bra183156.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2020.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Decreto nº 6.871, de 4 de junho 2009**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/decreto-no-6-871-de-4-de-junho-de-2009.pdf/view>. Acesso em: 18 nov. 2020.

CONSTANT, P. B. L.; SANDI, P. C. S. E. D. Corantes Alimentícios: Corantes Alimentícios. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 20, n. 2, p. 203-220, jun./2002.

DOMINGUES, JUNIELLY TOMAZ. **Desenvolvimento de um novo nanomaterial incorporado com bixina: uma abordagem sustentável para remoção de corantes em matrizes aquosas**. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/SFSA-AY8U5V>. Acesso em: 12 nov. 2020.

DRAHUN, J. A; BRIDGWATER, J. **Powder Technology**: The mechanisms of free surface segregation. 1. ed. Estados Unidos da América: Board, 1983. p. 39-53.

EXAME NEGÓCIOS. **Como a crise impulsionou Tang e bebidas em pó da Mondelez**. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/negocios/como-a-crise-impulsionou-tang-e-bebidas-em-po-da-mondelez/>. Acesso em: 17 abr. 2020.

FRANCO, Raquel. **Identificação de Corantes Orgânicos Artificiais em Refrigerantes de laranja Comercializados na Região de Assis**: Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis. 1. ed. [S.l.: s.n.], 2014. p. 56-60.

GERMÁN-HEINS, Judit; FLURY, Markus. Sorption of Brilliant Blue FCF in soils as affected by pH and ionic strength. **Geoderma**, Pullman, v. 97, n. 2, p. 87-101, set./2000.

GLASSER, B. J. *et al.* Segregation of Powders during Gravity Flow through Vertical Pipes. **Pharmaceutical Technology**, Estados Unidos, v. 28, n. 11, p. 78-96, fev./2004.

INMETRO. Ministério Do Desenvolvimento, Indústria E Comércio Exterior Instituto Nacional De Metrologia, Normalização E Qualidade Industrial. **Portaria Inmetro n.º 096, de 20 de março de 2008**. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC000640.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2020.

LÓPEZ-DE-ALBA, P. L. *et al.* Spectrophotometric determination of Allura Red (R40) in soft drink powders using the universal calibration matrix for partial least squares multivariate method. **Analytica Chimica Acta**, México, v. 330, n. 1, p. 19-29, ago./1996.

NEVADO, J. J. B; CABANILLAS, C. G; SALCEDO, A. M. C. Simultaneous spectrophotometric determination of three food dyes by using the first derivative of ratio spectra. **Talanta**, Espanha, v. 42, n. 12, p. 2043-2051, dez./1995.

NI, Yongnian; WANG, Yong; KOKOT, Serge. Simultaneous kinetic spectrophotometric analysis of five synthetic food colorants with the aid of chemometrics. **Talanta**, Washington, v. 78, n. 2, p. 432-441, abr./2009.

PERES, Frederico; POLÔNIO, M. L. T. Consumo de aditivos alimentares e efeitos à saúde: desafios para a saúde pública brasileira. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 8, p. 1653-1666, abr./2009.

PHILIPPI, R. D. C. D. A. E. S. T. Consumo infantil de alimentos industrializados e renda familiar na cidade de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 36, n. 6, p. 655-660, ago./2002.

PRADO, Marcelo Alexandre; GODOY, Helena Teixeira. Corantes artificiais em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 14, n. 2, p. 237-250, abr./2003.

PRADO, Marcelo Alexandre; GODOY, Helena Teixeira. Determinação de corantes artificiais por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) em pó para gelatina. **Química nova**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 22-26, mar./2004.

PRADO, Marcelo Alexandre; GODOY, Helena Teixeira. Teores de corantes artificiais em alimentos determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 268-273, abr./2007.

SHINBROT, Troy; MUZZIO, Fernando J.. Nonequilibrium Patterns in Granular Mixing and Segregation. **American Institute of Physics**, Nova Jersey, v. 53, n. 3, p. 25-30, mar./2000.

SUÁREZ, Martínez; FERNANDO, Jaime. **Comportamiento electroquímico de colorantes antraquinónicos, azul de metileno, y compuestos afines en solución de solventes no-acuosos**. 1. ed. Argentina: Universidad Nacional de La Plata, 2017.

VIANNA, V. B.; TÔRRES, A. R.; AZEVEDO, E. B.. Degradação de corantes ácidos por processos oxidativos avançados usando um reator com disco rotatório de baixa velocidade. **Química nova**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 6, p. 1353-1358, set./2008.

VIDOTTI, E. C.; ROLLEMBERG, M. C. E. Espectrofotometria derivativa: Uma estratégia simples para a determinação simultânea de corantes em alimentos. **Química Nova**, Maringá, v. 29, n. 2, p. 230-233, jan./2006.