

Corantes na Indústria de Alimentos

Food industry dyes

**Eduarda Ribeiro Mendonça, Luiz Nazareno Cavalcanti Junior e
Paula Larangeira Garcia Martins***

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP)
Av. Clara Gianotti de Souza, 5180, bairro Agrochá, CEP: 11900-000, Registro – SP, Brasil

*paula.larangeira@alumni.usp.br

Submetido em 23/08/2021; Aceito em 22/10/2021

Resumo

Os corantes alimentícios são substâncias químicas naturais ou sintéticas, agregadas aos alimentos no intuito de preservar o sabor, melhorar a textura ou aparência e intensificar a coloração de alimentos e bebidas, possuindo grande importância econômica na indústria brasileira. Entretanto, nos últimos anos, aumentou a preocupação dos consumidores sobre seu uso, no que diz respeito à segurança alimentar e ao meio ambiente, pois os aditivos se destacam entre assuntos controversos quanto à saúde e a poluição em corpos d'água. O principal objetivo deste trabalho é descrever os corantes utilizados pela indústria de alimentos e apresentar alternativas de extração e produção de corantes naturais. Foi realizado uma revisão bibliográfica para verificar os corantes artificiais utilizados na indústria de alimentos em diferentes continentes e discutido a relevância dos corantes naturais. Desta forma, obteve-se dados promissores de pesquisas referentes a produção de corantes naturais extraídos de fontes de reaproveitamento aplicando solventes verdes (líquidos iônicos) como uma técnica eficaz.

Palavras-chave: Indústria de alimentos; Corante natural; Corantes sintéticos e artificiais; Alternativas sustentáveis.

Abstract

Food colorings are natural or synthetic chemical substances, added to foods in order to preserve the flavor, improve the texture or appearance and intensify the color of foods and beverages, having great economic importance in the Brazilian industry. However, in recent years, consumers' concern about their use has increased, with regard to food safety and the environment, as additives stand out among controversial issues regarding health and pollution in water bodies. The main objective of this work is to describe the dyes used by the food industry and present alternatives for extraction and production of natural dyes. A literature review was carried out to verify the artificial colors used in the food industry in different continents and discussed the relevance of natural colors. In this way, promising data were obtained from research regarding the production of natural dyes extracted from reuse sources using green solvents (ionic liquids) as an effective technique. Based on this study, it is considered that the use of natural products to obtain food coloring substitutes to synthetic and artificial ones is viable, since the results of toxicity and stability for natural colorings are satisfactory.

Keywords: Food industry; Natural dye; Synthetic and artificial dyes; Sustainable alternatives.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a preocupação com o meio ambiente aumentou, impactando todos os setores produtivos, com grande importância no setor alimentício (Alves et al., 2021). Os resíduos gerados pelas indústrias alimentícias, causam elevada concentração de matéria orgânica e forte coloração, sendo este um dos grandes fatores na poluição em corpos d'água. Os corantes alimentícios são principalmente usados para intensificar a coloração de alimentos e bebidas. Os principais corantes desta classe, são os orgânicos sintéticos artificiais, presentes em alimentos consumidos diariamente. Os corantes possuem grande importância econômica na indústria brasileira, em 2011 o Brasil importou 158,4 mil toneladas (correspondente a US\$ 515 milhões) e exportou, no mesmo período, 62 mil toneladas (equivalente a US\$ 145 milhões) de corantes e pigmentos (Fraga; Hartz; Scheeren, 2021).

É importante destacar que, frequentemente os termos corantes e pigmentos são empregados como sinônimos, pois todos os corantes e pigmentos na ausência de aditivos são colorantes. Corantes e pigmentos são substâncias químicas obtidas a partir de fontes naturais ou de maneira sintética, de origem orgânica ou inorgânica, aplicados com o propósito de colorir substratos diversos. Porém, pigmentos necessitam ser incorporados ao substrato por meio de um composto adicional como, por exemplo, o uso de um polímero em tintas ou em plásticos. Corantes, por sua vez, podem ser diretamente aplicados em vários substratos, como tecidos, couro, papel, cabelo, alimentos, entre outros. (Zanoni *et al.*, 2016).

Segundo a Resolução nº44 de 1977 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA) corante é toda substância ou misturas de substâncias que tem como finalidade conferir ou intensificar a coloração em alimentos e bebidas, sendo excluídos sucos e extratos de vegetais usados na fabricação de alimentos e bebidas, que possuem coloração própria. A resolução também

classifica os corantes como: orgânico natural, obtido a partir de vegetal ou animal; orgânico sintético, obtido por síntese orgânica e idêntico ao natural; artificial, sintético e não encontrado em produtos naturais; inorgânicos, produzidos a partir de compostos minerais; e por fim, os caramelos subdivididos no grupo natural obtido a partir do aquecimento de açúcares e no grupo sintético idêntico ao natural produzido pelo processo amônia. Portanto, estes aditivos, são substâncias químicas naturais ou sintéticas, agregadas aos alimentos no intuito de preservar o sabor, melhorar a textura ou aparência ou para outras funções tecnológicas que estejam em conformidade com a legislação em questão (Copetti, 2019).

Na indústria alimentícia todo o processo de caracterização, implementação e ressignificação das cores em alimentos e bebidas são um mecanismo de formulação para a satisfação do mercado consumidor, uma vez que as cores proporcionam aparências apetitosas, dando naturalidade aos produtos processados. Todos os anos são produzidos, mundialmente, cerca de 700.000 toneladas de 10.000 variedades distintas de corantes e pigmentos para utilização em processos industriais de diversos ramos (Gupta e Suhas, 2009; Freitas, 2012; Faria, 2017).

No Brasil a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é o órgão responsável por regularizar a utilização dos corantes em alimentos, no entanto, baseia-se em normas e regulamentos internacionais designados pela *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (JECFA), pelo *Codex Alimentarius*, da União Europeia e da Lista Harmonizada de Aditivos do Mercosul (Hamerski *et al.*, 2013). Prado e Godoy (2007) explicam que a Legislação Brasileira aceita apenas corantes que especificam a Ingestão Diária Aceitável (IDA), estabelecidos por resultados toxicológicos determinados pela JECFA (como mutagenicidade e citotoxicidade). Este mesmo órgão propõe que cada país verifique, em suas especificidades, se o consumo total de cada aditivo não excede o valor estipulado de

IDA, correspondendo a quantidades de ingestão diária, ao longo da vida, sem oferecer risco a curto ou longo prazo, à saúde (Batista, 2020).

Os corantes artificiais são muito utilizados na indústria de alimentos devido à sua alta estabilidade frente à temperatura, oxigênio e luz. Entretanto, alguns estudos relacionam seu uso ao desenvolvimento de alergias e doenças, como o transtorno de déficit de atenção e hiperatividade. Uma alternativa ao uso destes corantes é o uso de corantes naturais, porém sua estabilidade é o que atualmente impede seu uso extensivo em produtos alimentícios. Deste modo, houve um aumento na busca por produtos mais naturais e causem menos impacto ao meio ambiente pelos consumidores. Nesse contexto, corantes naturais, como antocianinas (ACNs), carotenoides e clorofilas podem ser utilizados em substituição aos sintéticos (Leandro *et al.*, 2021).

Em se tratando de escala global, estima-se que o consumo de corantes esteja distribuído em torno de 40% de corantes sintéticos, 31% de corantes naturais, 24% de corantes sintéticos idêntico aos naturais e 5% de corantes caramelo (Mapari e Thrane, 2010; Santos-Ebinuma, 2013; Leandro *et al.*, 2021). Foi possível notar uma crescente na utilização de corantes naturais para aplicação em alimentos, frente aos artificiais que foram investigados quanto aos impactos na saúde do consumidor.

Estudos realizados no Brasil e no Canadá no período de 2003 e 2011 demonstram que as principais reações decorrentes do uso de corantes artificiais implicam em urticárias, reações imunológicas e asma, câncer, transtornos do comportamento, hipertireoidismo, anemia, glomerulonefrite e até mesmo insônia em crianças, evidenciando a população com maior índice de vulnerabilidade, sendo as gestantes, idosos, indivíduos com algum transtorno mental (autismo, TDAH, transtornos de aprendizagem) e crianças até 3 anos (Godoy e Prado, 2003; Silvia, 2008; Buka *et al.*, 2011). As reações causadas pelos corantes são decorrentes da ação nociva da interação dos mesmos com o organismo vivo, proporcionando então a

toxicidade (Sá *et al.*, 2016).

Devido a esta problemática, a busca por corantes alternativos aos artificiais vem aumentando. Neste contexto, o principal objetivo deste trabalho é descrever os corantes utilizados pela indústria de alimentos e apresentar alternativas de extração e produção de corantes naturais que não demandem etapas sintéticas ou de extração com compostos orgânicos voláteis (como acetona, hexano, entre outros) em seus processos. São discutidos os benefícios e a viabilidade de aplicação, as novidades estudadas para desenvolvimento promissor de substituintes dos corantes alimentares artificiais, em especial de coloração amarelo-vermelho, na indústria brasileira.

METODOLOGIA

Este trabalho corresponde a uma pesquisa de revisão bibliográfica. O levantamento de dados foram realizados em artigos de periódicos nacionais e internacionais (em língua portuguesa, espanhola e inglesa), dissertações e teses, os quais denominamos publicações. A legislação vigente a realização da pesquisa (2019-2021) também foi consultada. A busca dos dados foram realizadas diretamente em bases de dados eletrônicas como: o Scientific Electronic Library Online (SCIELO; <http://www.scielo.org/php/index.php>), a US National Library of Medicine (PUBMED; <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) e os Periódicos da CAPES/MEC (<http://www.periodicos.capes.gov.br/>), incluindo a base de dados Web of Science. Também foram consultados os acervos virtuais disponíveis das bibliotecas de universidades estaduais e federais. Todas as publicações avaliadas foram datadas entre o período dos anos 2000 a 2021, incluindo estudos experimentais e de revisão. O descritor para a busca as bases de dados foi o termo “corante alimentício”, associando-se a este as seguintes palavras-chave: “corantes artificiais”; “corantes naturais”; “indústria de alimentos”;

“pigmentos naturais”; “corante de alimentos artificial” e sendo considerados as traduções correspondentes em língua inglesa. Para a seleção, foi feita a leitura do título e do resumo das publicações, a fim de identificar aqueles que corresponderam a informação requisitada. Os artigos incluídos foram lidos integralmente e analisados em concordância com os objetivos desta pesquisa.

RESULTADOS

Corantes artificiais utilizados no Brasil e no mundo

Como mencionado anteriormente, a ANVISA é o órgão que regulamenta a utilização dos corantes no Brasil. Seguindo embasamentos internacionais como princípio, foi construída a Lista Harmonizada de Aditivos Alimentares do Mercosul. A lista se originou pela necessidade de um regulamento técnico comum entre os países que compõe o Mercosul sobre os aditivos alimentares e suas respectivas funções, com a finalidade de proporcionar maior controle sanitário, a fim de maximizar a proteção à saúde da população, além de facilitar a comercialização de alimentos entre os países integrantes do Mercosul (Anvisa, 2005).

O Brasil, em consonância com a Resolução GMC nº53/98 (decorrente a lista harmonizada de aditivos alimentares), emitiu a Resolução nº 387, de 05 de agosto de 1999, e posteriormente a Resolução RDC nº 25 de 15 de fevereiro de 2005, na qual aprova o uso de aditivos alimentares. Por meio dessas resoluções os corantes artificiais são regulamentados para aplicação na indústria alimentícia.

O código INS (*International Numbering System*) corresponde a identificação dos aditivos alimentares e foi elaborado pelo comitê do *Codex Alimentarius* com a finalidade de estabelecer um sistema numérico internacional que possibilite a identificação dos aditivos alimentares em um produto como alternativa à declaração de seu nome. Sendo assim, o código INS, não garante uma aprovação toxicológica para cada aditivo, apenas atribui uma numeração para identificação. O *Codex Committee Food Additives*

(*Codex Alimentarius*) e o *Food and Drug Administration* (FDA) são os principais responsáveis na regulamentação toxicológica dos corantes alimentares, o *Codex*, correspondente a cada corante, o valor de ingestão diária aceitável (IDA) (Pazzoti, 2013).

O FDA é o órgão governamental dos Estados Unidos da América que controla os alimentos (tanto humano como animal), suplementos alimentares, medicamentos (humano e animal), cosméticos, equipamentos médicos, materiais biológicos e produtos derivados do sangue humano (Representação Brasileira no Parlamento do Mercosul, 2003). Na indústria alimentícia brasileira a legislação não estabelece uma obrigatoriedade na descrição da quantidade de aditivo no produto, apenas discrimina a necessidade de apontar quais os tipos a serem usados (Pinheiro; Abrantes, 2005).

O *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (JECFA) é um comitê internacional de especialistas científicos, administrado conjuntamente pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e pela OMS. O JECFA vem se reunindo desde 1956, para avaliar a segurança de aditivos alimentares, contaminantes, substâncias tóxicas que ocorrem naturalmente, servindo como um comitê de especialistas científicos independentes que realiza avaliações de risco e presta assessoria à FAO, à OMS e aos países membros de ambas as organizações, bem como à Comissão do *Codex Alimentarius* (CAC) (Who, 2018; Fao, 2018).

Considera-se que a JECFA atua em âmbito mundial, sendo um mecanismo de recurso para embasamento das regulamentações e legislações, acerca de produtos alimentícios, de cara país. Em consonância ao JECFA, OMS e o *Codex*, o FDA, em uso de suas atribuições, permite nos Estados Unidos, a utilização de apenas oito tipos de corantes sintéticos artificiais. Nos EUA foram estabelecidas as diretrizes 94/36/EC e 95/45/EC, relativas aos corantes para utilização nos gêneros alimentícios e seus critérios específicos de pureza (Reyes; Prado, 2001).

A Tabela 1, faz um comparativo dos corantes sintéticos artificiais aprovados para aplicação na indústria alimentícia no Mercosul, na qual o Brasil integra, União Europeia e nos Estados Unidos da América. Possuindo também, a relação da cor, código INS e IDA dos corantes sintéticos artificiais autorizados por cada localidade.

De acordo com a Tabela, podemos observar os corantes que são aprovados em todos os países: Amarelo-sol FCF / Amarelo crepúsculo; Tartrazina; Eritrosina; Vermelho 40 / Vermelho allura; Indigotina; Azul brilhante FCF. Como aqueles que possuem apenas no Brasil e na União Europeia: Amarelo de Quinoleína; Azorrubina; Ponceau 4R; Negro brilhante BN; Azul Patente V. Existe também, o corante Verde sólido / Verde rápido que foi aprovado somente no Brasil e nos Estados Unidos da América. E o corante Amaranto / Bordeaux S e Marrom HT, que possui aprovação apenas no Brasil. O corante Vermelho citrus 2/ Amaranto, contém aprovação na União Europeia e nos Estados Unidos da América. Por fim, os corantes que possuem aprovação apenas na União Europeia,

são: Vermelho 2G; Castanho FK; Castanho HT; Verde S.

É importante salientar que, em meados do século XX já estavam disponíveis mais de oitenta mil corantes sintéticos para utilização na indústria de alimentos sem qualquer tipo de regulamentação em relação ao seu uso e grau de pureza. Os Estados Unidos chegaram a ter no início do século XX em torno de 700 substâncias para aplicação como corantes, sendo reduzida atualmente para 8 substâncias, como apresentado na tabela 1, em aplicação no mercado de alimentos e cosméticos (Prado e Godoy, 2007; Queija *et al.*, 2001).

Na União Europeia também se fez necessária a padronização e harmonizações nas legislações e regulamentações dos países membros, sendo elaboradas diretrizes para controlar o uso dos aditivos alimentares, em que as legislações internas de cada país-membro são baseadas em diferentes diretivas, sendo incorporadas na legislação nacional apropriada (Downham; Collins, 2000).

Tabela 1

Comparativo de corantes. Relação da cor, código INS (*International Numbering System*) e IDA (ingestão diária aceitável) dos corantes sintéticos artificiais autorizados para uso no Brasil, União Europeia e Estados Unidos da América.

Brasil				União Europeia				Estados Unidos da América			
CORANTE	COR (Color index)	CóDIGO INS	IDA (mg/kg PC)	CORANTE	COR (Color index)	CóDIGO INS	IDA mg/kg PC)	CORANTE	COR (Color index)	CóDIGO INS	IDA (mg/kg PC)
Amarelo crepúsculo	Amarelo	110	4	Amarelo-sol FCF/ Amarelo crepúsculo	Amarelo	E 110	4	Amarelo crepúsculo	Amarelo	110	4
Tartrazina	Amarelo	102	7,5	Tartrazina	Amarelo	E 102	7,5	Tartrazina	Amarelo	102	7,5
Amarelo de quinoleína	Amarelo	104	5	Amarelo de quinoleína	Amarelo	E 104	5	Vermelho citrus 2/ Amaranto	Vermelho	123	0,5
Amaranto/Bordeaux S	Vermelho	123	0,5	Azurrubina	Vermelho	E 122	4	Eritrosina	Vermelho	127	0,1
Azorrubina	Vermelho	122	4	Amarante	Vermelho	E 123	0,5	Vermelho 40/ Vermelho allura	Vermelho	129	7
Eritrosina	Vermelho	127	0,1	Ponceau 4R	Vermelho	E 124	4	Verde Rápido	Verde	143	25
Vermelho 40/ Vermelho allura	Vermelho	129	7	Eritrosina	Vermelho	E 127	0,1	Indigotina	Azul	132	5
Ponceau 4R	Vermelho	124	4	Vermelho 2G	Vermelho	E 128	7	Azul brilhante FCF	Azul	133	12,5
Marrom HT	Marrom	155	1,5	Vermelho 40/ Vermelho allura	Vermelho	E 129	7	Azul brilhante FCF	Azul	133	12,5
Negro brilhante BN	Preto	151	1	Castanho FK	Laranja	E 154	1,5	Azul patente V	Azul	E131	17
Verde sólido/Verde rápido	Verde	143	25	Castanho HT	Marrom	E155	1,5	Indigotina	Azul	E 132	5
Indigotina	Azul	132	5	Negro brilhante BN	Negro	E 151	1	Azul brilhante FCF	Azul	E 133	12,5
Azul brilhante FCF	Azul	133	12,5	Verde S	Verde	E 142	25				
Azul patente V	Azul	131	15	Azul patente V	Azul	E131	17				

Fonte: Brasil (1988), Brasil (1998), Brasil (1999), Brasil (2005), *Color Index* (2018), Pinheiro e Abrantes (2005).

Fonte: Directiva 95/45/CE; Directiva 94/36/CE. *Color Index* (2018).

Fonte: e-CFR *Electronic Code of Federal Regulations* (2018), *Color Index* (2018).

A ANVISA preconiza o uso de aditivos quando a aplicação de operações tecnológicas sozinhas não dêem conta de garantir maior vida útil e características sensoriais desejadas ao alimento. Somente assim, se justifica a adição de aditivos alimentares, os quais devem ser utilizados em concentrações baixas e controladas, garantindo que a ingestão diária não supere os valores de referência (Copetti, 2019). Portanto, são inúmeras as legislações que tratam da regulamentação e do uso dos aditivos alimentares, devido a toxidades dos corantes e demais aditivos alimentares, as quais podem apresentar malefícios à saúde da população. Pois, a presença do mesmo corante pode ocorrer em vários alimentos, implicando assim, em uma ingestão diária acima da IDA especificada. Desta forma, a Tabela 2 a seguir apresenta os corantes que tem seu uso banido ou restrito em alguns países.

Tabela 2

Relação dos corantes banidos e/ou restritos em diversos países.

CORANTE	LOCAL	JUSTIFICATIVA
Vermelho 40	Não é permitido na Alemanha, Áustria, França, Bélgica, Dinamarca, Suécia e Suíça.	Ao ser associado ao benzoato de sódio (conservantes) causa hiperatividade em crianças.
Ponceau 4R	Não é permitido nos Estados Unidos e na Finlândia. Uso restrito na Inglaterra.	Ao ser associado ao benzoato causa anemia e impulsividade.
Eritrosina	Não é permitido na Noruega.	Suspeita de causa câncer de tireoide (em experimentos realizados com ratos).
Amaranto/Bordeaux	Proibido nos Estados Unidos. Voluntariamente banido pelas indústrias alimentícias do Japão.	Estrutura química semelhantes ao de outros corantes considerados cancerígenos.
Amarelo crepúsculo	Restrito no Canadá (uso específico com concentração de 300 ppm). Banido na Finlândia e Noruega.	Reações anafilatóides, angioedema, choque anafilático, vasculite e púrpura. Reação cruzada com paracetamol, ácido acetilsalicílico, benzoato de sódio (conservante) e outros corantes azoicos como a tartrazina. Pode provocar hiperatividade em crianças quando associado ao benzoato de sódio.
Azul Patente V	Proibido nos Estados Unidos, Noruega e Austrália.	Pode causar sensibilidade da pele, urticária, prurido, náuseas, diminuição da pressão arterial, tremores e problemas respiratórios.
Azurubina	Proibido no Japão, Noruega, Suécia e Estados Unidos.	Responsável por causar eczema, reações alérgicas e urticária.

FONTE: Dossiê Corantes (2016), Godoy e Prado (2003), Idec (2011), Anvisa (2005).

Conforme apresentado na Tabela 2, é possível considerar que, felizmente, ao longo dos últimos anos a utilização dos corantes sintéticos artificiais está

diminuindo, uma vez que alguns países já restringem sua utilização, e outros ainda se encontram em processo de conscientização acerca dos malefícios do mesmo, proporcionando a redução do consumo de alimentos coloridos artificialmente e potencializando o consumo e produção de corantes naturais.

É importante ressaltar que, da lista harmonizada de aditivos alimentares do Mercosul, estes mesmos corantes estão sujeitos a não utilização nos países membros, pois pode possuir sua aplicação aprovada ou não decorrente da legislação de cada país. Como visto anteriormente na tabela 1, os corantes sintéticos artificiais Vermelho 40, Eritrosina e Amarelo crepúsculo são aprovados para aplicação na indústria alimentícia no Mercosul, União Europeia e nos Estados Unidos da América. Porém, os mesmos corantes, como representado na Tabela 2, são banidos e/ou restritos em países como a Alemanha, Áustria, França, Bélgica, Dinamarca, Suécia, Suíça, Noruega e restrito no Canadá (uso específico com concentração de 300 ppm ou mg/kg).

Os corantes Ponceau 4R, Azul patente V, Azurubina são aprovados para uso no Brasil e União Europeia (Tabela 1). Por outro lado, na tabela 2, esses mesmos corantes são proibidos nos Estados Unidos, Finlândia, Noruega, Austrália, Japão, Suécia e com uso restrito na Inglaterra. É importante destacar também, que o corante Amaranto/Bordeaux é aprovado para uso no Brasil (Tabela 1), mas é proibido nos Estados Unidos, e voluntariamente banido pelas indústrias alimentícias do Japão (Tabela 2). Estes comparativos demonstram a variabilidade de aprovação para utilização de corantes artificiais, justificando a controvérsia acerca do emprego destes aditivos em alimentos e valorizando a substituição por corantes naturais.

Corantes naturais utilizados na indústria alimentícia brasileira

Os corantes orgânicos naturais são obtidos por meio vegetal, animal e de micro-organismos, tendo como exemplo folhas, flores, frutos, insetos, fungos e

bactérias. Uma vez identificada a matéria prima e a viabilidade do processo de extração do pigmento, o corante passa a ser comercializado para utilização não apenas na indústria alimentícia, mas também em cosméticos e farmacêutica. Atualmente os principais corantes naturais aplicados nas indústrias são de extratos urucum, carmin de cochinhila, curcumina, betalaínas, antocianinas e carotenoides (Mendonça, 2011).

A categoria de corantes orgânicos é dividida em três grupos que abrangem a extração por meio animal e/ou vegetal, sendo (1) os compostos com estrutura tetrapirrólica, caracterizando as clorofilas, a heme e as bilinas; (2) os compostos de estrutura isoprenóide, englobando os carotenoides e seus subtipos; (3) e os compostos heterocíclicos, os quais apresentam oxigênio em sua estrutura, configurando os flavonoides. Há ainda outros dois grupos que se utilizam apenas de meio vegetal, (1) os compostos com estruturas nitrogenadas, evidenciando as betalaínas; (2) e os compostos com estruturas variadas, como os taninos (Dossiê Corantes, 2016). A Tabela 3 aborda os corantes naturais de uso permitido em alimentos e bebidas no Brasil, de acordo com anexo III da resolução CNS/MS N.º 04, de 24 de novembro de 1988.

Tabela 3

Relação dos corantes orgânicos naturais aprovados para uso na indústria alimentícia no Brasil.

CORANTE	EXEMPLO
Orgânico Natural	<ul style="list-style-type: none"> • Açafraão • Ácido carmínico • Antocianinas • Cacaú • Carmin • Carotenoides: Alfa Caroteno; Beta caroteno; Bixina; Capsantina; Capsorubina; Gama caroteno; icopeno; Norbixina. • Carvão • Clorofila: Clorofila Cúprica; Sal de amônio de clorofilina cúprica; Sal de potássio de clorofilina cúprica; Sal de sódio de clorofilina cúprica. • Chocónilha • Cúrcuma, • Curcumina • Hemoglobina • Índigo • Páprica • Riboflavina • Urzela: Orceina; Orceina sulfonada. • Vermelho de beterra • Xantofilas: Cantaxantina; Criptoxantina; Flavoxantina; Luteína; Rodoxantina; Rubixantina; Violaxantina. • Urucum

FONTE: Brasil (1988).

Dentre os corantes naturais permitidos, pode-se destacar os carotenoides que além de proporcionar a cor também possuem diversos efeitos benéficos ao organismo humano. Além de ser um corante natural, os carotenoides apresentam alto valor nutricional. Vários carotenoides, tais como a β -criptoxantina, são precursores de vitamina A, isto é, podem ser convertidos in vivo em retinol. Além disso, evidências epidemiológicas têm demonstrado que o consumo de uma dieta rica em carotenoides está diretamente relacionado com a menor incidência de alguns tipos de câncer, tais como de cabeça e pescoço, de estômago e colorretal, doenças cardiovasculares, degenerações musculares e formação de catarata (Goulart, 2020).

Desta forma, nossa pesquisa também busca alternativas para os corantes amarelo-vermelho por carotenoides. O dificultador para o emprego de carotenoides como pigmento natural neste tipo de indústria de alimentos se dá pelo solvente extrator. Inúmeras pesquisas estudam o desenvolvimento de extratos de carotenoides utilizando solventes e métodos alternativos (Ho et al., 2015; Khoo et al., 2011). Bi *et al.*, (2010) determinaram um método de obtenção de astaxantina de resíduos de camarões baseado em líquido iônico (LI) como solvente. Em estudos anteriores, registrou-se resultados inovadores e muito promissores na obtenção de carotenoides do descarte de tomates utilizando líquidos iônicos derivados de sais de imidazóleo. A patente depositada no INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial) descreve todos os detalhes do desenvolvimento de nosso método (De Rosso e Martins, 2015). Este trabalho verificou a empregabilidade de líquidos iônicos na indústria de alimentos (Martins *et al.*, 2017), concluindo que a extração dos compostos bioativos com líquidos iônicos permite altos rendimentos na produção de corantes naturais.

Adicionalmente, investigou-se a estabilidade, atividade antioxidante e toxicidade do extrato de carotenoides obtidos aplicando líquido iônico como extrator em comparação ao extrato tradicional obtido por acetona. Verificamos que a estabilidade

térmica do extrato de carotenoides obtido por LI resultou em Energia de Ativação (Ea) em meio aquoso de valores similares ao convencional em acetona. A atividade antioxidante do extrato de carotenoides de tomates em líquido iônico foi de 7,4 α -tocoferol equivalente e em acetona de 12,4 (Martins e De Rosso, 2016). O extrato de carotenoides obtido por LI administrado na dose de 10 mg/kg/dia levou a formação de um número menor de micronúcleos ($4,2 \pm 2,2$ em 2000 células de medula óssea dos animais expostos) comparado ao grupo controle ($5,7 \pm 3,3$) (Larangeira et al., 2016). O extrato obtido pelo método desenvolvido manteve a estabilidade em meio aquoso e oleoso e obteve rendimento maior que o método convencional. Desta forma, o emprego de LI na extração dos carotenoides de tomate apresenta viabilidade técnica.

Por conta de todos os bons resultados que obtivemos até o momento é que se faz justificável a continuidade da verificação de real empregabilidade deste extrato como corante natural para a indústria de alimentos. Murador et al. (2019), estudou a extração de carotenoides da casca da laranja utilizando LI e ainda verificou a efetiva bioviabilidade dos compostos naturais obtidos, atentando a eficiência nesta linha de extração.

Solventes otimizados para a extração de corantes naturais

Nos últimos anos, tem-se assistido ao crescimento da investigação sobre a utilização de solventes alternativos mais sustentáveis e eficientes em diversas áreas, incluindo a tecnologia biomédica, capaz de substituir solventes orgânicos convencionais que apresentam várias desvantagens tais como toxicidade, inflamabilidade, volatilidade, entre outras. Nesse contexto, foram propostos na literatura os solventes eutéticos (DES – do inglês: *deep euthetic solvents*), que poderão constituir uma alternativa mais benigna aos líquidos iônicos (LI) (Furtado, 2016). As características físico-químicas da mistura eutética torna o processo de isolamento dos compostos

orgânicos mais fácil, pois os compostos orgânicos são pouco solúveis e em processos industriais a aplicação desses solventes, causariam uma economia na geração de resíduos. Fazendo uma análise comparativa entre os solventes eutéticos e os compostos orgânicos voláteis, o solvente escolhido para testes iniciais foi o cloreto de colina + ureia, devido o cloreto de colina além de apresentar baixo custo, ser biodegradável e não apresentar propriedades tóxicas que requeira manuseio especial, atua muitas vezes como o receptor de ligações de hidrogênio em diversos DES e possui viscosidade e densidade favorável ao processo de solvatação necessário a extração de compostos fenólicos. E a ureia além de aceitar a formação de pontes de hidrogênio, ela interatua na fase líquida com o cloreto de colina, conduzindo a uma significativa estabilização da solução, levando a uma grande diminuição da temperatura de fusão da mistura em relação às dos componentes sólidos.

A partir da mistura realizada entre o cloreto de colina e a ureia, utilizando o agitador magnético e a adição de 25 ml da filtração realizada em processos anteriores, foi obtido um líquido de cor amarelada e densidade $1,1 \text{ g.cm}^{-3}$. Este solvente também demonstrou boa extração de carotenoides do tomate.

Outra alternativa avaliada em nossos estudos foi a utilização como solvente extrator de ureia e glicerina (Murador et al., 2019), misturadas em agitador magnético (sob 40°C) em proporções molares distintas (Araque et al., 2015). O teste de melhor desempenho foi a mistura de proporção em mol (2:2,5). O resultado correspondeu a obtenção de carotenoides em quantidades iguais ou superior aos obtidos com solvente tradicional (acetona). Desenvolvemos um novo método de extração com solvente natural, sendo definido como: 5g de amostra de cenoura agitados por 5 min em mixer com 10g de solvente ureia/glicerina; com 4 repetições.

Desta forma, evidencia-se que a utilização de LI para a extração de corantes naturais é uma alternativa viável, seguindo os princípios da química verde, tendo como principais aspectos a sustentabilidade, a

a produção mais limpa e fatores econômicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na investigação teórica realizada nessa pesquisa, tornou-se possível averiguar que os corantes sintéticos e artificiais ainda estão no ranking dos mais utilizados, tornando-se alvo de pesquisas acerca de sua toxicidade, usando as mesmas como principal ponto argumentativo para substituição desses corantes.

No entanto, outro ponto que vem sendo discutido é em relação ao processo de extração dos corantes naturais, uma vez que estes são submetidos a solventes orgânicos, como amônia, éster, hexano, acetona, entre outros, que podem contaminar o produto, além de estabilizadores para manter uma coloração intensa e preservar certas propriedades.

Desta forma, meios alternativos de produção de corantes naturais vêm sendo estudados e implantados com sucesso, como a utilização de líquidos iônicos, como possível substituto dos solventes orgânicos, apresentando resultados semelhantes e/ou melhores quando comparado aos utilizados em maior escala pela indústria de alimentos.

REFERÊNCIAS

Alves, Camyla Vidal et al. (2021). Sustentabilidade da produção de alimentos através da valorização do potencial de resíduos vegetais—uma revisão. *Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 4, ed. 1, p. 592-604.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2005). *Consulta Pública nº 86, de 7 de dezembro de 2005. D.O.U de 08/12/2005*. Brasil. Disponível em <www.anvisa.gov.br> Acesso em: 30 ago. 2018.

Araque, J. C.; Hettige, J. J. e Margulis, C. J. (2015). Ionic liquids—Conventional solvent mixtures, structurally different but dynamically similar. *The Journal of Chemical Physics*, v. 143, n. 13, p. 134505. Disponível em: <

<http://scitation.aip.org/content/aip/journal/jcp/143/13/10.1063/1.4932331>>. Acesso em 10 jan. 2019.

BATISTA, Jordana Vitória Ribeiro. (2020). *Microbiologia dos alimentos e o papel dos conservantes: revisão bibliográfica*. Tese (Bacharel em Engenharia Química) – Universidade Cesumar. Maringá (PR).

Bi, W. Tian, M.; Zhou, J. e Row, K. H. (2010). Task-specific ionic liquid-assisted extraction and separation of astaxanthin from shrimp waste. *Journal of Chromatography B-Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences*, v. 878, n. 24, p. 2243-2248. ISSN 1570-0232. Disponível em: <Go to ISI>://WOS:000281290400009 >. Acesso em: 05 dez. 2018.

Brasil (1988). Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução CNS/MS n. 04, de 24 de novembro de 1988. Aprova a revisão das tabelas I, III, IV e V referente a aditivos intencionais, bem como os anexos I, II, III, IV e VIII todas do Decreto 55871, de 26.03.1965, revoga as Resoluções: 2/67, 36/68, 9/71, 3/67, 3/69, 12/71, 5/67, 6/69, 14/71, 6/67, 7/69, 16/71, 7/67, 8/69, 24/71, 8/67, 9/69, 32/71, 2/68, 1/70, 34/71, 3/68, 2/70, 38/71, 4/68, 3/70, 39/71, 5/68, 5/70, 43/71, 8/68, 6/70, 45/71, 13/68, 10/70, 47/71, 14/68, 11/70, 9/72, 16/68, 12/70, 17/72, 20/68, 14/70, 19/72, 25/68, 19/70, 23/72, 26/68, 21/70, 34/72, 31/68, 23/70, 2/73, 33/68, 28/70, 7/73, 35/68, 1/71, 20/73, 2/71, 31/73, 7/76, 6/78 e anexo I da Resolução 22/76; revoga a Portaria Ministerial 44/70 e as Portarias DINAL: 13/80, 2/81, 12/82 e 60/84; revoga os seguintes comunicados DINAL: 1/80, 10/80, 12/80, 16/80, 40/80, 2/81, 4/81, 5/81, 6/81, 9/81, 10/81, 12/81, 13/81, 15/81 E 1/84. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 19 dez. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/391619/Resolucao_04_1988.pdf/7311a4d9-d5db-44d6-adbd-c7e6891d079d> Acesso em: 14 fev. 2019.

Brasil. (1997). Ministério da Saúde. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Resolução n. 44, 1977. *Considera corante a*

- substância ou a mistura de substâncias que possuem a propriedade de conferir ou intensificar a coloração de alimento (e bebida). ANVISA, Seção Legislação Resolução. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>> Acesso em: 06 mai. 2018.
- Brasil. (1998). Ministério da Saúde. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Resolução GMC nº 53, 1998. *Regulamento técnico de atribuição de aditivos e seus limites máximos para a categoria de alimentos 5: balas, confeitos, bombons, chocolates e similares*. INMETRO, 98. Disponível em <http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/PDF/GMC_RES_1998-053.pdf> Acesso em: 30 out. 2018.
- Brasil. (1999). Ministério da Saúde. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Resolução n. 387, 1999. *Regulamento técnico que aprova o uso de Aditivos Alimentares, estabelecendo suas Funções e seus Limites Máximos para a Categoria de Alimentos 5: Balas, Confeitos, Bombons, Chocolates e Similares*. ANVISA, Seção Legislação Resolução. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>> Acesso em 30 de outubro de 2018.
- Brasil. (2005). Ministério da Saúde. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Resolução n. 25, 2005. *Aprova o regulamento técnico que aprova o uso dos aditivos alimentares, estabelecendo suas funções e limites máximos para a categoria de alimentos: produtos protéicos - subcategoria: bebidas não alcoólicas a base de soja*. ANVISA, Seção Legislação Resolução. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>> Acesso 30 out. 2018.
- Color Index. (2018). *Society of dyers and colourists*. Disponível em <<https://colour-index.com/>> Acesso em: 31 out. 2018.
- Copetti, Narriman Furlan. (2019). Aditivos Alimentares e suas Consequências para a Saúde Humana. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário FACVEST – UNIFACVEST. Lages, SC.
- De Rosso, V. V. e Martins, P. L. G. (2015). *Processo de obtenção de carotenoides de tomates provenientes de descarte e uso dos carotenoides obtidos*. Instituto Nacional da Propriedade Industrial. UNIFESP. Brasil. BR 10 2015 016471-8: 23 p.
- Directiva 95/45/ce de la comisión. (1995). *Por la que se establecen criterios específicos de pureza en relación con los colorantes utilizados en los productos alimenticios*. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, nº L 226/1, 1995. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/>> Acesso em: 31 out. 2018.
- Directiva 94/36/ce del parlamento europeo y del consejo (1994). *Relativa a los colorantes utilizados en los productos alimenticios*. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, nº L 237/13, 1994. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/>> Acesso em: 31 out. 2018.
- Dossiê Corantes (2016). *Food Ingredients Brasil* nº 39: 24-46. Disponível em <<http://revista-fi.com.br/>> Acesso em: 02 nov. 2018.
- Downham, A. e Collins, P. (2000). Colouring our foods in the last and next millennium. *International Journal of Food Science and Technology*, 35, 5-22.
- e-CFR. (2018). *Electronic Code of Federal Regulation. Title 21 of the Code of Federal Regulations, parts 74*. Disponível em <<https://www.ecfr.gov>> Acesso em: 31 out. 2018.
- Fao. (2018). *Chemical risk and JECFA*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em <www.fao.org> Acesso em: 03 nov. 2018.
- Faria, C. et al. (2017). Estudo Físico-químico da fotodegradação de Corantes Alimentícios.
- Fraga, Karina Rodrigues; HARTZ, Taís Port; SCHEEREN, Carla Weber. (2021). Processos oxidativos avançados eficientes na degradação de corantes alimentícios. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 5, p. 50161-50171.
- Furtado, J. B. (2016). *Eutéticos de origem natural: Estudo de propriedades físicas de solventes eutéticos de origem natural*. p. 52. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/13204/1/tese_1_vfinal_V11.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2018.
- Godoy H.T e Prado M. A. (2003). Corantes artificiais em alimentos. *Alim. Nutr*, v.14, n.2: 237-250p.
- Goulart, Gisele et al. (2020). Extrato obtido a partir de subproduto do pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale* L.): triagens toxicológica e farmacológica. Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas. Piracicaba, SP.
- Hamerski, L.; Rezende, M. J. C. e Silva, B. V. (2013). Usando as Cores da Natureza para Atender aos Desejos do Consumidor: Substâncias Naturais como Corantes na Indústria Alimentícia. *Rev. Virtual Quim.* Vol 5, No. 3, 394-420.
- Ho, K. Ferruzzi, M. G.; Liceaga, A. M. e Martin-Gonzalez,

- M. F. S. (2015). Microwave-assisted extraction of lycopene in tomato peels: Effect of extraction conditions on all-trans and cis-isomer yields. *Lwt-Food Science and Technology*, v. 62, n. 1, p. 160-168, Jun. ISSN 0023-6438. Disponível em: <Go to ISI>://WOS:000351645800024 >. Acesso em: 10 jan 2019.
- Idec. *Cuidados com os corantes dos alimentos*. Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor. 2011. Disponível em <<https://idec.org.br>> Acesso em: 02 nov. 2018.
- Khoo, H.-E. Prasad, K. N.; Kong, K.-W.; Jiang, Y. et al. (2011). Carotenoids and Their Isomers: Color Pigments in Fruits and Vegetables. *Molecules*, v. 16, n. 2, p. 1710-1738, Feb. ISSN 1420-3049. Disponível em: <Go to ISI>://WOS:000287745400047 >. Acesso em: 10 jan 2019.
- Larangeira, P. M. De Rosso, V. V.; Da Silva, V. H. P.; De Moura, C. F. G. et al. (2016). Genotoxicity, mutagenicity and cytotoxicity of carotenoids extracted from ionic liquid in multiples organs of Wistar rats. *Experimental and Toxicologic Pathology*, ISSN 0940-2993. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0940299316301269>>. Acesso em: 12 jan 2019.
- Leandro, Gabriel Coelho et al. (2021). Adsorção e dessorção de antocianinas de jambolão (*Syzygium cumini*) em discos de laponita: modelos cinéticos, caracterização físico-química e propriedades funcionais do biohíbrido.
- Martins, P. L. G. e De rosso, V. V. (2016). Thermal and light stabilities and antioxidant activity of carotenoids from tomatoes extracted using an ultrasound-assisted completely solvent-free method. *Food Research International*, v. 82, p. 156-164. ISSN 0963-9969. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996916300138>>. Acesso em: 13 mar. 2019.
- Martins, P. L. G.; Braga, A. R. e De rosso, V. V. (2017). Can ionic liquid solvents be applied in the food industry? *Trends in Food Science e Technology*, v. 66, p. 117-124.
- Mendonça, J. N. (2011). *Identificação e isolamento de corantes naturais produzidos por actinobactérias*. 121p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- Murador, D. C.; Braga, A. R. C.; Martins, P. L. G.; Mercadante, A. Z. et al. (2019). Ionic liquid associated with ultrasonic-assisted extraction: A new approach to obtain carotenoids from orange peel. *Food Research International*, 126, p. 108653.
- Murador, D. C.; De Souza Mesquita, L. M.; Vannuchi, N.; Braga, A. R. C. et al. (2019). Bioavailability and biological effects of bioactive compounds extracted with natural deep eutectic solvents and ionic liquids: advantages over conventional organic solvents. *Current Opinion in Food Science*, v.26, p. 25-34.
- Pazzoti, G. S. O. (2013). Utilização de corantes na indústria que processa balas, pirulitos e chicletes. *Revista Científica UNILAGO*, v.1, n.1. Disponível em <<http://www.unilago.edu.br/revista/edicaoanterior/Sumario/2013/>> Acesso em: 04 out. 2018.
- Pinheiro, M.C.O. e Abrantes S.M.P. (2005). Determinação dos corantes artificiais presentes em balas consumidas por crianças com idade entre 3 e 9 anos. *Revista Analytica*, out/nov.
- Prado M. A e Godoy H. T. (2007). Teores de corantes artificiais em alimentos determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. *Quim Nova*, 30: 268-73.
- Queija, C.; Queirós, M. A e Rodrigues, L. M. (2001). A cor dos Alimentos. *Química - Bol. Soc. Portuguesa Quím.* v. 80, p.6-11.
- Representação Brasileira no Parlamento do Mercosul. (2003). Câmara dos deputados. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-mistas/cpcms/siglas/siglario2/f/FDA.html>>. Acesso em: 31, julho de 2021.
- Reyes, F. G. R. e Prado, M. A. (2001). JECFA - Aditivos e Contaminantes Alimentares. *Notícias ILSI Brasil*, v. 9, n.1, 9.5-6, set. Disponível em <<http://ilsibrasil.org/>> Acesso em: 03 nov. 2018.
- Who. (2018). Food safety – Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). *World Health Organization*. Disponível em <www.who.int> Acesso em: 03 nov.
- Zanoni, Maria V. Boldrin; Yamanaka, Hideko. (2016). *Caracterização Química, Toxicológica, Métodos de Detecção e Tratamento*. 1 ed. São Paulo: Cultura Acadêmica.