

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

JOÃO VITOR SANTOS DO COUTO

**PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DE CORANTES NATURAIS NA INDÚSTRIA DE
ALIMENTOS: UMA ANÁLISE SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

SÃO CARLOS - SP

2025

JOÃO VITOR SANTOS DO COUTO

**PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DE CORANTES NATURAIS NA INDÚSTRIA DE
ALIMENTOS: UMA ANÁLISE SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso da Universidade Federal de São Carlos como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Bentes Freire

SÃO CARLOS - SP

2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia

Folha de Aprovação

Trabalho de graduação apresentado no dia _____ perante
a banca examinadora:

Fábio Bentes Freire – Professor Doutor (UFSCar)

Guilherme Henrique Alves Pinto – Professor Doutor

Flávio Kunert de Souza Silva – Mestrando (UFSCar)

Dedico este trabalho à minha família e amigos, especialmente a minha mãe e meu pai, pelo amor, carinho, compreensão e por nunca deixarem desistir dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por ter sustentado cada passo da minha caminhada, me concedendo força nos momentos difíceis, sabedoria nas decisões e paz no coração mesmo diante dos desafios mais intensos. Sem a Sua presença constante, nada disso seria possível.

Agradeço com todo o meu amor à minha mãe, Viviane, e ao meu pai, João Batista, exemplos de coragem, dedicação e amor incondicional, que sempre acreditaram no meu potencial e me ensinaram o valor do trabalho e da honestidade. A minha irmã, Lara Vitória, por ser uma presença forte, doce e constante que me motiva todos os dias. Ao meu tio Victor, por todo o apoio, incentivo e por ser alguém em quem sempre pude confiar.

Sou grato a todos os amigos que cruzaram o meu caminho durante a graduação, cada um deixou sua marca e contribuiu para que essa jornada fosse mais leve, rica e inesquecível. Deixei Minas Gerais com o coração cheio de sonhos e fui recebido pela cidade de São Carlos com um acolhimento que jamais esquecerei. Essa cidade me abraçou como um filho e se tornou um importante capítulo da minha vida.

Por fim, agradeço ao Prof. Dr. Fábio Freire, pela orientação dedicada, pelos conselhos e pela confiança depositada no meu trabalho durante o desenvolvimento deste Trabalho de Graduação.

A todos que, de alguma forma, caminharam comigo até aqui: meu mais profundo e sincero muito obrigado.

RESUMO

Corantes naturais podem ser obtidos a partir de plantas, invertebrados ou minerais, sendo mais comuns os de origem vegetal, como raízes, polpas, cascas, folhas e madeira, ou de fontes biológicas, como fungos. Renováveis e geralmente não tóxicos, os corantes naturais de plantas são uma alternativa interessante, mas possuem faixas limitadas de cor e de propriedades de uso, além de dependerem da sazonalidade e da abundância de crescimento das plantas naquela estação. Corantes extraídos de fungos podem ser cultivados em laboratório, de forma barata e rápida, usando resíduos como matéria-prima, sendo, portanto, renováveis, também não são tóxicos e têm uma gama maior de cores e de propriedades do que os corantes de origem vegetal. A indústria de corantes naturais está crescendo principalmente devido ao aumento da demanda dos consumidores, que têm preferido produtos mais saudáveis produzidos com maior consciência ambiental. Estudos revelaram uma grande diversidade de fontes naturais de corantes, com potenciais aplicações em diferentes setores produtivos. A aplicação em larga escala de corantes naturais ainda traz muitos desafios, especialmente no que se refere à sustentabilidade do fornecimento dessas novas matérias-primas, fontes de corantes, para a indústria. Além da sazonalidade já mencionada, algumas espécies interessantes são nativas, endêmicas e produzidas a partir de subprodutos da agroindústria. No passado, o grupo de pesquisa em Sistemas Particulados do Departamento de Engenharia Química da UFSCar chegou a estudar o uso de pó de urucum seco como corante de salsichas, em substituição ao chamado “haems”, um composto químico que, ao chegar no intestino, pode irritar ou danificar suas células, aumentando o risco de câncer. Amplamente cultivado no norte do Brasil, o urucum é hoje uma fonte de corante bastante encontrada na indústria de laticínios. Este Trabalho de Graduação descreveu, de forma informativa, um cenário da atual situação tanto da produção quanto da aplicação de corantes naturais na indústria de alimentos. A revisão bibliográfica mostrou que, apesar dos avanços e do crescente interesse da indústria e da academia, ainda há lacunas significativas no conhecimento prático e aplicado sobre corantes naturais, o que torna os desafios na área ainda mais relevantes. Questões como a instabilidade frente à luz, oxigênio e temperatura, os custos de extração, a padronização da coloração e a viabilidade de substituição efetiva dos corantes sintéticos ainda são desafios presentes. Além disso, os estudos apontam que a aceitação do consumidor e a percepção de valor agregado aos produtos naturais são elementos fundamentais para impulsionar a adoção em larga escala. Contudo, essas percepções ainda variam muito conforme o perfil socioeconômico e a região geográfica, o que reforça a necessidade de pesquisas interdisciplinares e regionais sobre o tema.

Palavras chaves: corantes naturais; renováveis; produtos mais saudáveis; consciência ambiental; sustentabilidade; urucum.

ABSTRACT

Natural dyes can be obtained from plants, invertebrates or minerals, the most common being those of plant origin, such as roots, pulp, bark, leaves and wood, or from biological sources, such as fungi. Renewable and generally non-toxic, natural dyes from plants are an interesting alternative, but they have limited ranges of color and properties of use, in addition to depending on the seasonality and abundance of plant growth in that season. Dyes extracted from fungi can be grown in the laboratory, cheaply and quickly, using waste as raw material, and are therefore renewable, are also non-toxic and have a wider range of nuclei and properties than dyes of plant origin. The natural dye industry is growing mainly due to the increasing demand from consumers, who prefer healthier products produced with greater environmental awareness. Studies have revealed a great diversity of natural sources of dyes, with applications in different productive sectors. The large-scale application of natural dyes still brings many challenges, especially with regard to the sustainability of the supply of these new raw materials, sources of dyes, to the industry. In addition to the seasonality already mentioned, some interesting species are native, endemic and produced from byproducts of the agroindustry. In the past, the research group on Particulate Systems of the Department of Chemical Engineering at UFSCar studied the use of dried annatto powder as a coloring agent for sausages, replacing the so-called “haems”, a chemical compound that, when it reaches the intestine, can irritate or damage its cells, increasing the risk of cancer. Widely cultivated in northern Brazil, annatto is today a source of coloring commonly found in the dairy industry. This undergraduate thesis describes, in an informative manner, a scenario of the current situation of both the production and application of natural dyes in the food industry. The literature review showed that, despite advances and growing interest from industry and academia, there are still significant gaps in practical and applied knowledge about natural dyes, which makes the challenges in the area even more relevant. Issues such as instability in the face of light, oxygen and temperature, removal costs, color standardization and the possibilities of effectively replacing synthetic dyes are still challenges. In addition, studies indicate that consumer accessibility and the perception of added value to natural products are fundamental elements for solutions to be adopted on a large scale. However, these perceptions still vary greatly according to socioeconomic profile and geographic region, which reinforces the need for interdisciplinary and regional research on the subject.

Keywords: natural dyes; renewable; healthier products; environmental awareness; sustainability; annatto.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Antocianina proveniente do bagaço da uva	16
Figura 2 - Ácido carmínico	17
Figura 3 - Dióxido de titânio (TiO ₂)	19
Figura 4 - Estrutura química antocianina	20
Figura 5 – Utilização da antocianina em alimentos e produtos	21
Figura 6 - Estrutura química clorofila A e B	22
Figura 7 - Estrutura química da bixina	23
Figura 8 - Estrutura química da norbixina	23
Figura 9 – Mutagenicidade da cebola	26
Figura 10 – Comparação de corante natural e sintético	27
Figura 11 – Comparação no uso de corantes sintéticos e naturais nos confeitos M&Ms	29
Figura 12 - Fruto do urucuzeiro e suas sementes (urucum)	30
Figura 13 - Processo de extração do urucum com solução alcalina	32
Figura 14 - Processo de extração do urucum por óleo	33
Figura 15 - Processo de extração do urucum por solventes orgânicos	34
Figura 16 - Previsão nacional de crescimento do mercado de corantes	38
Figura 17 - Previsão mundial de crescimento do mercado de urucum	39
Figura 18 - Crescimento do valor de importação do urucum nos Estados Unidos	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cor e classificação por origem de alguns corantes naturais segundo ANVISA 15

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

DEQ – Departamento de Engenharia Química

DIPOA - Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal

DNA - Ácido desoxirribonucleico

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

JAR - Just-About-Right

KOH - Hidróxido de Potássio

MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

SciELO - Scientific Electronic Library Online “ Biblioteca Eletrônica Científica Online”

TiO₂ – Dióxido de titânio

UFSCar – Universidade Federal de São Carlos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 METODOLOGIA DA REVISÃO SISTEMÁTICA	14
2.2 TIPOS DE CORANTES NATURAIS	14
2.2.1 Origem Vegetal	16
2.2.2 Origem animal	17
2.2.3 Origem mineral	18
2.3 COMPOSTOS BIOATIVOS	19
2.3.1 Antocianinas	20
2.3.2 Clorofila	21
2.3.3 Bixina	22
2.4 ANÁLISE SENSORIAL DOS ALIMENTOS	23
2.5 MUTAGENICIDADE E ANTIMUTAGENICIDADE	25
2.6 COMPARAÇÃO CORANTE SINTÉTICO X NATURAL	27
3. PRODUÇÃO E APLICAÇÃO (URUCUM)	30
3.1 PRODUÇÃO	30
3.2 APLICAÇÃO	35
4. PROJEÇÕES FUTURAS	37
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
6. SUGESTÕES DE CONTINUAÇÃO DO TRABALHO	43
REFERÊNCIAS	45

1. INTRODUÇÃO

A crescente conscientização dos consumidores por hábitos alimentares mais saudáveis e sustentáveis tem impulsionado a busca por alternativas naturais aos aditivos e ingredientes sintéticos utilizados na indústria de alimentos.

Nesse contexto, os corantes naturais surgem como uma opção mais saudável na dieta humana, tanto por serem biodegradáveis e menos tóxicos quanto por estarem alinhados às demandas por produtos com menor impacto ambiental.

Apesar de apresentarem vantagens significativas, os corantes naturais ainda enfrentam desafios importantes, como limitações quanto à estabilidade, à gama de cores e à sazonalidade de suas fontes vegetais. Por outro lado, novas possibilidades vêm sendo exploradas com o uso de microrganismos, especialmente fungos, como fontes alternativas de pigmentos.

Esses organismos podem ser cultivados com baixo custo e em condições controladas, inclusive utilizando resíduos como substrato, o que representa um avanço importante em termos de viabilidade técnica e econômica.

Desde as civilizações antigas, a humanidade demonstrou grande apreço pelas cores, utilizando-as em diversos aspectos de sua vida cotidiana, desde a ornamentação de objetos e tecidos até a coloração de alimentos e bebidas. O uso de corantes naturais, extraídos principalmente de plantas e alguns invertebrados, era uma prática comum, sendo fruto de observações empíricas e técnicas desenvolvidas ao longo do tempo para fixar cores nos mais diversos substratos (Bechtold; Mussak, 2009).

Mesmo com o avanço dos corantes sintéticos no final do século XIX, os corantes naturais continuaram sendo valorizados, especialmente em práticas culturais e artísticas, como os tecidos tradicionais africanos tingidos com lama e taninos, ainda apreciados na estética contemporânea.

Na indústria alimentícia moderna, a cor permanece sendo um dos principais atributos sensoriais na decisão de compra e aceitação do consumidor. A expressão "comer com os olhos" traduz de forma precisa o impacto visual que a coloração exerce sobre a percepção de sabor e frescor dos alimentos (Hamerski; Rezende; Silva, 2013).

Historicamente, a coloração de alimentos já era promovida por meio do uso de condimentos e frutas coloridas, como praticado pelos romanos na intensificação da cor do vinho (Bechtold; Mussak, 2009). Atualmente, os pigmentos naturais e os corantes extraídos da natureza têm ganhado espaço frente à demanda crescente por produtos mais saudáveis e sustentáveis.

Entre os corantes naturais utilizados no Brasil, o urucum (*Bixa orellana*) se destaca como o mais empregado pela indústria alimentícia. Aproximadamente 25% das sementes industrializadas são destinadas à produção de extratos, enquanto o restante é utilizado na fabricação do colorífico, amplamente consumido no preparo doméstico de alimentos (Tocchini; Mercadante, 2001). A presença dos carotenoides bixina e norbixina confere ao urucum não apenas seu tom alaranjado característico, mas também propriedades bioativas que despertam o interesse da ciência e do mercado por alternativas naturais aos aditivos sintéticos.

Considerando o crescimento do mercado de alimentos naturais e funcionais, torna-se relevante compreender melhor o panorama atual da produção e aplicação de corantes naturais, principalmente no Brasil, país com ampla biodiversidade e potencial agroindustrial. Por meio de uma revisão da literatura, este trabalho mapeou os principais avanços, tendências e desafios associados ao uso desses corantes na indústria de alimentos, contribuindo para o entendimento técnico e estratégico desse segmento em expansão. Vale ressaltar que o foco na produção de alimentos decorre de uma experiência prévia da área de sistemas particulados do DEQ/UFSCar que estudou a extração mecânica de bixina das sementes de urucum para uso na produção de salsicha.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 METODOLOGIA DA REVISÃO SISTEMÁTICA

Este trabalho foi desenvolvido com base em uma revisão bibliográfica estruturada, visando explorar a produção e aplicação de corantes naturais na indústria alimentícia, com atenção especial ao pigmento extraído do urucum. As informações foram coletadas entre março e junho de 2025, a partir de materiais disponíveis nas plataformas Google Acadêmico, Scielo, e em documentos técnicos divulgados por instituições como ANVISA, Embrapa, IBGE e consultorias de mercado. Os termos de pesquisa utilizados incluíram expressões como “corantes naturais”, “bixina”, “pigmentos vegetais”, “indústria de alimentos” e “urucum”, combinados conforme a necessidade temática.

Foram consideradas publicações datadas entre os anos de 2000 e 2025, prioritariamente em português e inglês. Ao todo, foram selecionadas 59 fontes entre artigos científicos, relatórios técnicos, dissertações, monografias e capítulos de livros. A análise dos conteúdos foi realizada de forma qualitativa e categórica, buscando relacionar aspectos tecnológicos, econômicos e funcionais relacionados ao uso desses corantes naturais em produtos alimentícios. O processo de seleção priorizou fontes com dados aplicáveis ao contexto brasileiro, o que possibilitou traçar um panorama mais fiel à realidade da cadeia produtiva do urucum no país. Foram excluídas publicações duplicadas, estudos que tratassem exclusivamente de corantes sintéticos e materiais sem rigor científico, como blogs ou artigos de opinião.

2.2 TIPOS DE CORANTES NATURAIS

Os corantes naturais, segundo a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) e outros órgãos reguladores, são substâncias de origem natural utilizadas para conferir ou intensificar a cor dos alimentos, sem que apresentem função nutritiva. Eles podem ser extraídos de fontes como vegetais, minerais ou até mesmo animais, no Quadro 1 podemos observar os principais corantes naturais alimentícios autorizados pela ANVISA e suas classificações.

Quadro 1 - Cor e classificação por origem de alguns corantes naturais segundo ANVISA

Corante Natural	Número INS	Cor Predominante	Origem	Fonte Principal
Urucum	INS 160b	Laranja-avermelhado	Vegetal	Sementes de <i>Bixa orellana</i>
Cúrcuma (Curcumina)	INS 100	Amarelo-intenso	Vegetal	Rizoma de <i>Curcuma longa</i>
Beterraba (Betanina)	INS 162	Vermelho a roxo	Vegetal	Raiz da beterraba
Clorofila	INS 140	Verde	Vegetal	Folhas verdes (alfafa, espinafre)
Antocianinas	INS 163	Vermelho, azul, roxo	Vegetal	Uva, amora, hibisco, mirtilo
Cochonilha (Ácido carmínico)	INS 120	Vermelho	Animal	Inseto <i>Dactylopius coccus</i> (fêmea)
Carvão vegetal	INS 153	Preto	Vegetal/Mineral*	Resíduos vegetais carbonizados
Óxidos de ferro	INS 172	Amarelo, vermelho, marrom	Mineral	Óxidos e hidróxidos de ferro
Carotenoides (Beta-caroteno)	INS 160a	Amarelo, laranja	Vegetal	Cenoura, abóbora, óleo de palma

Fonte: Adaptado de ANVISA (2025).

Esses corantes, de acordo com Soutelino *et al.* (2024), não necessitam de certificados para serem utilizados, sendo assim isentos das avaliações antes do consumo, o que facilita a utilização pela indústria alimentícia. Este fator corrobora com o novo modo de vida que muitas pessoas tem adotado, com hábitos mais saudáveis e naturais, portanto, tendem a adquirir e consumir alimentos que apresentem corantes naturais em sua composição.

Sigurdson, Tang e Giusti (2017) enfatizam que mesmo com esta procura, alguns fatores devem ser considerados no uso desses corantes, como: alta instabilidade; incapacidade de atingir determinados tons, verde e azul principalmente; baixo potencial de pintura; e possíveis interações com o produto tingido.

Mesmo com essas implicações, carotenoides, betalaínas e clorofilas, ainda são muito utilizadas no mercado de produtos lácteos e em matrizes alimentícias, diversificando assim seu uso e importância tecnológica (Soutelino *et al.*, 2024).

2.2.1 Origem Vegetal

A origem vegetal dos corantes é proveniente de plantas, folhas, frutos, raízes, cascas e sementes, sendo distribuídos em diversas regiões do mundo por conta das diversidades pigmentárias que apresentam. Dessa forma, pode-se destacar como principais componentes os taninos, flavonoides, antocianinas e carotenoides, pois apresentam em suas composições alta gama cromática e propriedades funcionais benéficas para os consumidores (Bechtold; Mussak, 2009).

Alguns dos exemplos significativos de corantes à base antocianinas é o bagaço da uva, resíduos provenientes de vinícolas, apresentando cerca de 20% de resíduo seco de antocianinas, sendo uma forma rápida, simples e econômica de obtenção desta pigmentação. Além disso, Bechtold e Mussak (2009) destacam também a batata-doce roxa e o rabanete vermelho como fontes de extração de antocianinas. Na Figura 1, é possível observar a coloração deste corante.

Figura 1 - Antocianina proveniente do bagaço da uva



Fonte: CNJ Natural Colors (2025).

Segundo os autores, os carotenoides também se mostram relevantes e de simples extração, podendo ser obtidos das sementes de urucum, nativo da América do Sul. Este pigmento é muito utilizado na indústria alimentícia e cosmética, devido aos seus efeitos antioxidantes e antimicrobianos comprovados cientificamente.

Para que esses corantes sejam utilizados, é necessária a realização de uma extração, seja esta por meios convencionais ou não. Os métodos convencionais são provenientes de destilações, extrações líquido-líquido com solventes e extrações por maceração, apresentando baixo custo e facilidade de acesso, porém sua utilização resulta em menor eficiência, devido a utilização de solventes, fazendo com que os métodos não convencionais sejam destacados (Rodrigues, 2021).

À vista disso, os métodos não convencionais surgem como uma forma de resolver os problemas obtidos pelos convencionais através do uso de tecnologias que aumentem o rendimento, reduzam o uso de solventes e da energia necessária para se extrair o corante, possibilitando um procedimento mais simples, eficaz e realizado em menor tempo (Rodrigues, 2021).

2.2.2 Origem animal

No Brasil, quaisquer produtos que apresentem origem animal, são passíveis de regulamentação pela ANVISA, como também pelo Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA) e pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), sendo estes responsáveis pela análise de aditivos e seus coadjuvantes tecnológicos na alimentação (Penna *et al.*, 2021).

Os corantes de origem animal têm menor utilização que os vegetais, porém apresentam um papel significativo na indústria alimentícia e têxtil, sendo que os principais pigmentos, deste contexto, são provenientes de insetos, como a cochonilha, possibilitando a produção do carmin. Vale mencionar que este pigmento apresenta em sua composição o ácido carmínico, pertencente à classe de corantes antraquinonas, apresentando como características a estabilidade e a leveza, auxiliando na resistência à degeneração ao longo do tempo (Alashkar; Hassabo, 2021; Bechtold; Mussak, 2009).

Na Figura 2 é possível visualizar a cor deste corante, ainda na forma de ácido carmínico.

Figura 2 - Ácido carmínico



Fonte: Alashkar e Hassabo (2021).

A utilização da cochonilha é realizada para pigmentos avermelhados, com o país do Peru destacando-se como um dos maiores produtores mundiais deste corante, cerca de 90% e

700 toneladas anuais. Além disso, segundo Bechtold e Mussak (2009), grande parte da população peruana trabalha em prol da obtenção desse corante, sendo valorizado por sua cor intensa e alta estabilidade.

É notável que os corantes de origem animal entraram em declínio após o aumento da utilização de corantes sintéticos, muito pela mudança de perspectiva da sociedade em relação aos animais, buscando meios de que estes pigmentos sejam reduzidos, porém continuam a ser utilizados para cosméticos e alimentos (Bechtold; Mussak, 2009).

2.2.3 Origem mineral

Os minerais são definidos como elementos químicos cristalinos e formados por processos geológicos ao longo dos anos da humanidade. Dessa maneira esses materiais apresentam um histórico quando se trata de pigmentos, como é o caso do viridiano, que apresenta coloração verde (Sigurdson; Tang; Giusti, 2017).

Outros pigmentos são utilizados desde a Antiguidade, sendo um deles lápis-lazúli, de coloração azul ultramarino, podendo ser utilizado tanto na indústria alimentícia quanto em pinturas e tingimento de tecidos. Assim, como ocorre com a hematita de coloração vermelha e o ocre de coloração amarela (Bechtold; Mussak, 2009).

Vale destacar que esses corantes têm uso relevante devido à alta estabilidade térmica e resistência a luz, características essas importantes quando se trata de alimentos. Atualmente, um dos corantes minerais mais utilizados é o dióxido de titânio (TiO_2), de coloração branca, podendo ser aplicado a molhos, confeitos e laticínios (Mendonça; Cavalcanti Junior; Martins, 2021).

Na Figura 3 está disposto o TiO_2 .

Figura 3 - Dióxido de titânio (TiO₂)



Fonte: Faria (2021).

No Brasil a tendência pelo uso desses corantes é um pouco menor, abrindo espaços para que pigmentos sustentáveis e alternativos sejam pesquisados e utilizados, pensando em abranger um público mais exigente, que mostra-se cada vez mais preocupado com essas questões e com a saúde (Mendonça; Cavalcanti Junior; Martins, 2021).

2.3 COMPOSTOS BIOATIVOS

Os novos hábitos alimentares da população têm impactado de forma considerável a indústria alimentícia, principalmente quando se analisa a saúde da sociedade e as possíveis doenças crônicas ocasionadas pela má alimentação, logo justifica-se a crescente procura por alimentos mais saudáveis, naturais e com menos corantes (Volp; Renhe; Stringueta, 2009).

Destaca-se que os compostos bioativos são estruturas orgânicas extraídas de fontes vegetais, atuando de forma benéfica à saúde, estando cada vez mais presentes em estudos sobre o combate a reações oxidativas, podendo assim combater a disseminação de doenças crônicas não transmissíveis (Amaral, 2021).

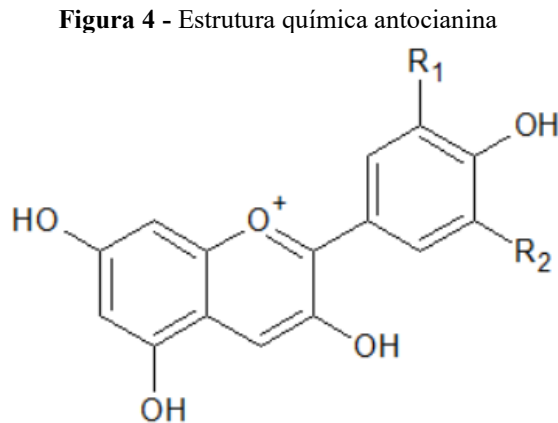
Os corantes naturais apresentam compostos bioativos em suas composições, conhecidos por desempenharem papéis benéficos à saúde como efeitos anti-inflamatórios e antioxidantes, destacando-se o β -caroteno e as antocianinas. Nos últimos anos os corantes naturais têm sido alvo de pesquisas e estudos, para que as características bioativas estejam cada vez mais presentes, possibilitando ainda que esses corantes sejam extraídos de forma mais rápida, barata e eficaz para produções em massa (Santos; Silva; Leite Neta, 2022).

2.3.1 Antocianinas

As antocianinas são pigmentos naturais normalmente encontrados em frutas e plantas, pertencentes ao grupo flavonoides e com coloração variante, a depender do pH do meio em que estiver inserida, assim, em meios ácidos apresenta coloração vermelha; em meios básicos, tem cor púrpura-azulada; e, em meios neutros, é incolor (Santos; Silva; Leite Neta, 2022).

Observa-se que este corante natural intensifica a coloração das plantas na natureza, com o intuito que os animais polinizadores sejam atraídos e dispersem as sementes. Além disso, atuam como barreira bioquímica para absorção de raios ultravioleta, sendo encontrado principalmente em amoras, morangos, uvas, mirtilos, feijão-preto e batata-doce (Kurauchi, 2022; Singh *et al.*, 2023).

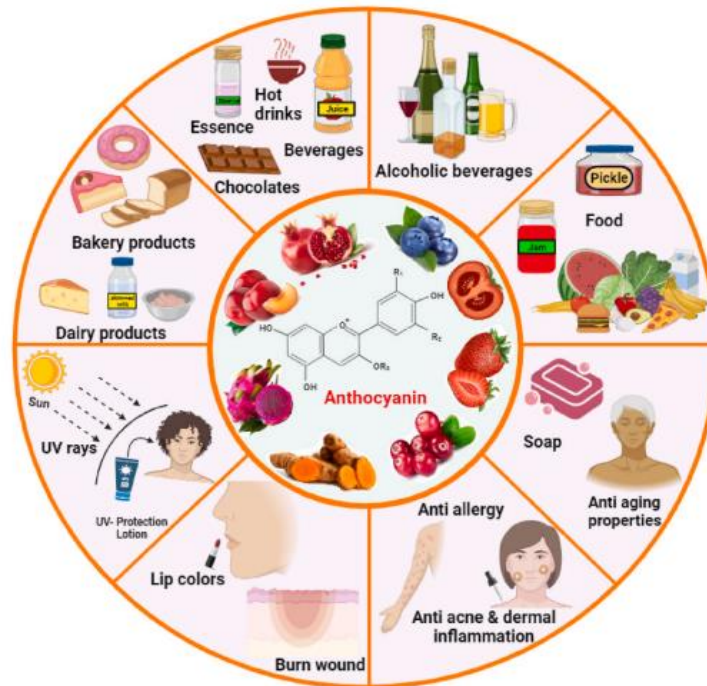
Na Figura 4 é possível visualizar a estrutura química das antocianinas, sendo R1 e R2 modificados a depender da forma como esta se apresenta na natureza, variando entre: pelargonidinas, cianidina, delphinidina, peonidina, malvidina e petunidina, afinal as antocianinas são caracterizadas como glucósidos hidrossolúveis, justificando a variabilidade deste corante (Kurauchi, 2022).



Fonte: Freitas (2019).

Já na Figura 5, pode-se observar alguns alimentos industrializados (bebidas alcoólicas, pães, iogurtes, chocolates e geleias) que possuem a antocianina como corante, assim como produtos utilizados diariamente (sabonetes, cremes, batons e protetores solares).

Figura 5 - Utilização da antocianina em alimentos e produtos



Fonte: Lakshmikanthan *et al.* (2024).

Um dos grandes problemas da antocianina está na sua sensibilidade a degradação, sendo necessária uma estabilização para que possa ser utilizada como corante alimentício, portanto, fatores como variação de pH, luz, temperatura e oxigênio necessitam ser bem controlados e estabilizados, evitando que ocorram interações entre o alimento e este corante (Santos; Silva; Leite Neta, 2022).

2.3.2 Clorofila

A clorofila é caracterizada por ser um pigmento natural, de coloração verde, estando presente em abundância em plantas, ocorrendo nos cloroplastos e tecidos vegetais das folhas e participando ativamente do processo de fotossíntese vegetal (Volp; Renhe; Stringueta, 2009).

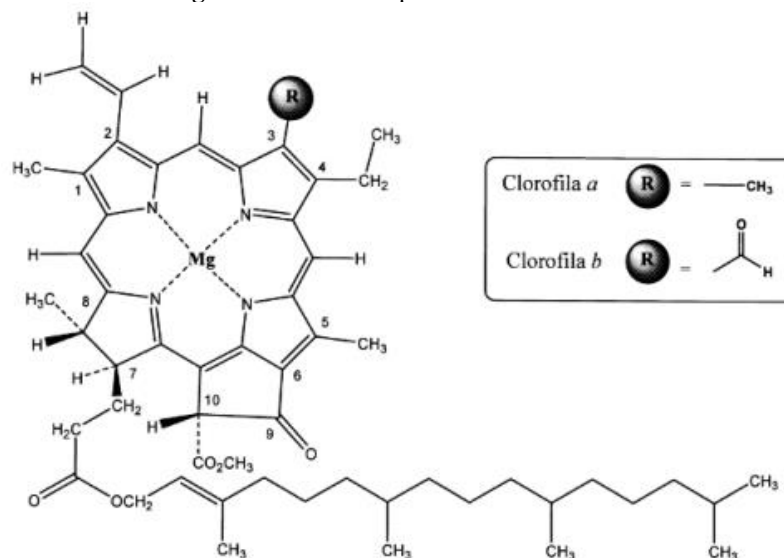
Segundo Kurauchi (2022), a clorofila pode ser dividida em quatro tipos, sendo elas: clorofila A, responsável pela fotossíntese é encontrada principalmente em plantas superiores; clorofila B, encontrada em plantas superiores; clorofila C, visualizada em bactérias e algas marinhas; e clorofila D, encontrada em algas vermelhas, onde B, C e D são responsáveis pelo pigmento “acessório”, apresentando função auxiliar para a A e suas etapas posteriores.

O valor comercial da clorofila é consideravelmente alto para as indústrias cosméticas, farmacêuticas e alimentícias, devido à alta capacidade de coloração deste pigmento, contudo, ela é extremamente instável e sensível ao aquecimento e à exposição à luz, assim é preciso que

sua utilização seja acompanhada por proteções que evitem a destruição dos lipídeos e carotenoides presentes em sua composição (Kurauchi, 2022). Morcelli (2021), destaca ainda que a clorofila tem propriedades medicinais relevantes como o auxílio a cicatrização e a ação anti-inflamatória, justificando o interesse da indústria neste corante que além de apresentar estas propriedades mostra-se excelente para colorações.

Na Figura 6 encontra-se disposta a estrutura química da clorofila A e B, em que se pode notar a presença de um anel de porfina e um tetrapirrol cíclico simétrico, composto por uma ligação com um íon central de magnésio, assim justifica-se a ação corante da clorofila (Sigurdson; Tang; Giusti, 2017; Singh *et al.*, 2023).

Figura 6 - Estrutura química clorofila A e B



Fonte: Morcelli (2021).

Devido a instabilidade apresentada por este corante, as clorofilas são transformadas, fazendo com que o magnésio de sua estrutura seja substituído por sódio ou cobre, sendo nomeado de clorofilina, muito utilizado na indústria alimentícia como aditivo alimentar e corante, assim o pigmento obtido tende a ficar mais estável para o uso industrial (Morcelli, 2021).

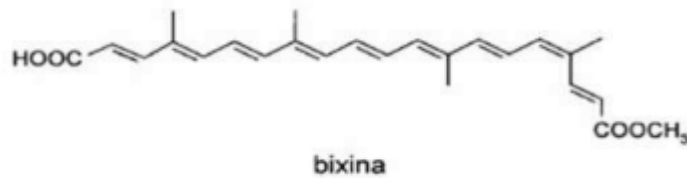
2.3.3 Bixina

A bixina é um carotenoide extraído das sementes de urucum, com propriedades antioxidantes e corante, sendo muito utilizada na indústria alimentícia e farmacêutica por conta

de sua coloração avermelhada, porém seu processo de extração tende a ser de alto custo devido ao envolvimento de inúmeros processos e solventes (Almeida, 2024).

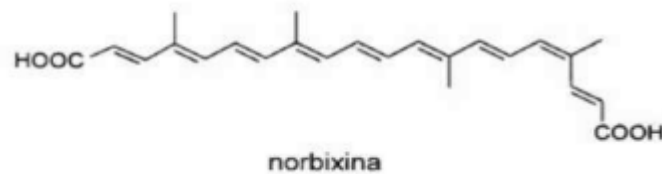
Este corante tem uma estrutura química lipossolúvel (Figura 7), sendo a única dos carotenoides que pode ser utilizada com a função de pigmentação em diferentes estruturas químicas. De igual modo, quando aquecida, a bixina é transformada em norbixina, um sal hidrolisado que é hidrossolúvel (Figura 8) (Taham, 2015).

Figura 7- Estrutura química da bixina



Fonte: Taham (2015).

Figura 8 - Estrutura química da norbixina



Fonte: Taham (2015).

Percebe-se que a estrutura química da bixina apresenta nove ligações duplas conjugadas, podendo atuar como captadora de radicais livres nas reações, justificando a ação antioxidante deste carotenóide. Isto posto, este corante também demonstra ter boa estabilidade geral, mesmo sendo suscetível a oxidação, gerando a perda de sua coloração (Santos; Silva; Leite Neta, 2022).

Segundo Trombete *et al.* (2020), a indústria alimentícia tem buscado o corante bixina como alternativa ao amarelo tartrazina, em decorrência dos malefícios ocasionados pela tartrazina, entre eles: asma, cefaleia e náuseas, sendo obrigatória sua identificação nos alimentos que o contenham.

2.4 ANÁLISE SENSORIAL DOS ALIMENTOS

A definição de análise sensorial é determinada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) como uma medida científica utilizada para medir, interpretar e analisar as

características dos alimentos e dos materiais utilizados em suas composições a partir das sensações e percepções dos cinco sentidos humanos (visão, olfato, audição, tato e paladar). Analisar sensorialmente um alimento exige que uma equipe técnica responsável seja responsável por verificar se as características sensoriais apresentadas por um produto são compatíveis com sua finalidade, sendo assim, pode-se avaliar a seleção da matéria-prima de um alimento, seu processamento e a qualidade apresentada no sabor, cheiro e em sua estabilidade, visando que estes aspectos sejam auxiliares no processo de armazenamento do alimento (Teixeira, 2009).

De acordo com Macedo *et al.* (2021), o ser humano possui receptores sensoriais especializados para captação e transdução dos estímulos causados pelo ambiente em que cada indivíduo está inserido, logo, cada sentido apresenta uma localização diferenciada para que as sensações sejam sentidas. Deste modo, podem ser divididos em: mecanorreceptores, provenientes do tato e presentes na pele; sensação tátil da boca, envolvida na sensação do paladar, onde o movimento realizado pela mastigação causa estimulação dos receptores presentes no nervo trigêmeo; audição, por meio da qual a textura dos alimentos pode ser percebidas pelos sons gerados durante a mastigação; olfato, que leva uma resposta ao epitélio olfatório após a percepção de cheiros que contenham moléculas voláteis (aldeídos, acetonas, aminas, iminas, entre outros); visão possibilita que os sinais elétricos recebidos pela retina sejam processados pelo cérebro e formem as imagens, logo a visão tem um papel crucial na análise sensorial, permitindo que o indivíduo tenha a primeira impressão do alimento, decidindo a partir de sua imagem, se há ou não interesse no consumo; o paladar possui quimiorreceptores localizados em todo o dorso da língua, faringe, laringe, epiglote e palato mole, assim, as papilas gustativas, localizadas nas bochechas e no palato, são estimuladas ao entrarem em contato com substâncias solúveis, possibilitando a sensação de sabor do alimento.

A relevância destas análises encontra-se na satisfação do consumidor, afinal com o avanço das tecnologias, o ser humano tem fácil acesso a informações, preocupando-se em adquirir melhores hábitos de vida, o que impacta também nos alimentos consumidos, justificando que a indústria alimentícia busque meios mais saudáveis para produzir e armazenar seus produtos, o que acaba por impactar tanto os alimentos consumidos quanto os corantes utilizados (Macedo *et al.*, 2021), como mencionado nas sessões anteriores deste trabalho.

Vale mencionar que, no Brasil, a análise sensorial teve seu início por volta de 1954, voltada inicialmente para a análise do sabor do café, tornando-se relevante ao longo dos anos para avaliações subjetivas dos alimentos, buscando assim visualizar e compreender quais

produtos apresentam melhor textura, sabor, cheiro e aparência, baseando-se nas preferências dos consumidores (Zenebon; Pascuet; Tiglea, 2008).

O uso de corantes é parte da análise sensorial dos alimentos, afinal sua utilização permite que o sentido da visão seja ativado, deixando o produto mais atrativo para o consumidor, resultando em 87% das percepções por este sentido, assim seu uso busca intensificar, restaurar ou conferir cor ao alimento (Prado, 2022; Santos *et al.*, 2022).

Na indústria alimentícia, segundo o estudo de Cutrim, Torres e Cortez (2023), parâmetros como a cor são medidos pelo método de colorimetria, assim como outros fatores como a consistência são medidos através do uso da escala de classificação *Just-About-Right* (JAR), sendo utilizada em testes com consumidores acerca da aceitação e avaliação sensorial dos produtos. Ainda, este método possibilita uma análise estatística dos atributos alimentícios que afetam ou melhoram a aceitação de cada indivíduo, permitindo que os produtos possam ser melhorados visualmente e palatalmente.

2.5 MUTAGENICIDADE E ANTIMUTAGENICIDADE

A alimentação é um dos modos mais simples de ingestão de compostos pelo ser humano, sendo neste momento que agentes químicos complexos podem estar presentes nos alimentos, assim, algumas dessas substâncias mostram-se problemáticas quando consumidos por longos prazos, destacando-se os alimentos mutagênicos, que apresentam alterações genéticas em sua composição, sendo capazes de auxiliar no desenvolvimento de câncer em alguns indivíduos (Antunes; Araújo, 2000).

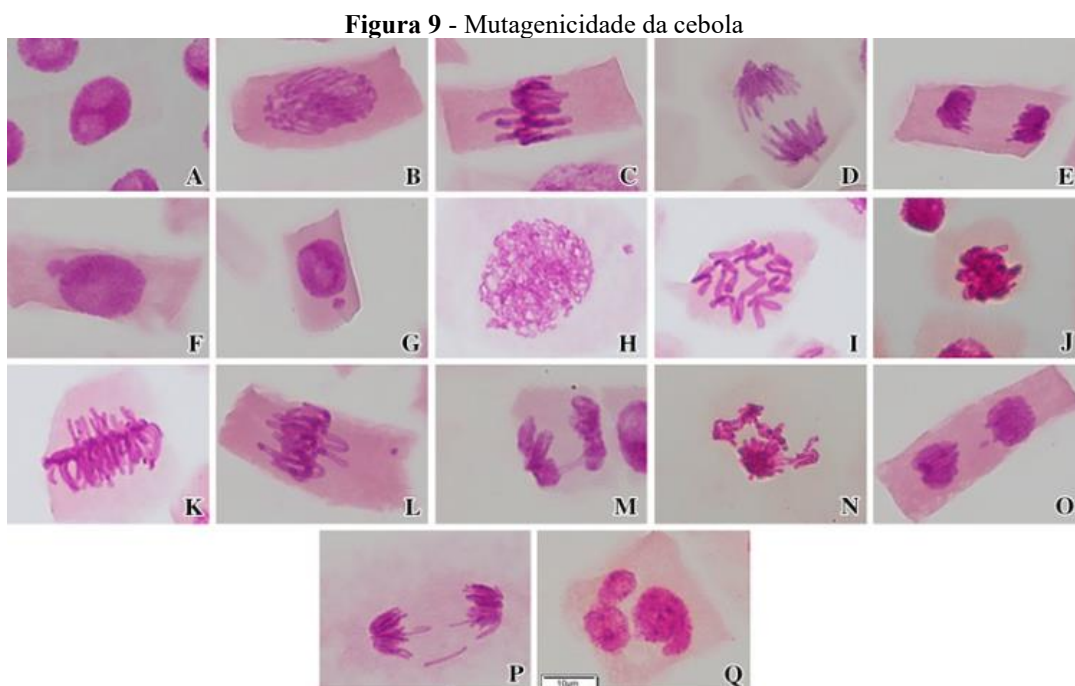
Dessa maneira, os compostos que sofrem mutagenicidade apresentam características modificadas de DNA, já a antimutagenicidade tem o intuito de reparar ou inibir os danos causados pela mutagenicidade, assim os corantes naturais classificam-se pelo poder de antimutagenicidade, sendo capazes de proteger o DNA contra os danos causados pela mutagenicidade (Melo *et al.*, 2009).

Segundo Melo *et al.* (2009), muitos compostos corantes apresentam propriedades antioxidantes, provenientes dos carotenoides e das antocianinas, conseqüentemente sequestram radicais livres que causam problemas ao DNA, logo o efeito no ser humano da mutagenicidade pode ser mitigado. Todavia, alguns corantes, como é o caso da cúrcuma, apresentam propriedades antimutagênicas em baixas quantidades, mas quando utilizada em grandes quantidades pode ser mutagênica, intensificando a relevância de se avaliar e analisar a

mutagenicidade dos compostos utilizados nos alimentos (Bechtold; Mussak, 2009). Nesse sentido a antimutagenicidade é caracterizada por:

[...] toda substância, que não apresenta valor nutritivo, adicionada ao alimento com a finalidade de impedir alterações, manter, conferir ou intensificar seu aroma, cor e sabor; modificar ou manter seu estado físico geral, ou exercer qualquer ação exigida para uma boa tecnologia de fabricação do alimento” (Food..., 1974 *apud* Antunes; Araújo, 2000, p. 83).

Um dos alimentos que pode ser mencionado, é a cebola, onde suas cepas (*Allium cepa*) podem ser alteradas por corantes azo (tartrazina e eritrosina, por exemplo), tendendo a quebrar suas células de DNA que ocasionam modificações cromossômicas e nucleares no alimento. Na Figura 9, é perceptível que nas amostras de A até E as cepas da cebola encontram-se em seu estado normal, já nas amostras de F a Q, começam a ser visualizadas mudanças características, devido ao uso de agentes mutagênicos.



Fonte: Palsikowski, *et al.* (2018).

Outro corante que pode ser citado é o corante amarelo utilizado em refrigerante do tipo cola, essa substância apresenta em sua composição o 4-metilimidazol, impureza que surge durante o processo de produção do refrigerante que apresenta propriedades mutagênicas e potencial carcinogênico (Düsman *et al.*, 2012).

Este cenário evidencia, portanto, que as modificações nos alimentos e substâncias ocorrem no processo de fabricação, pois na atualidade nem sempre o alimento consumido é

produzido na mesma região. Assim, muitas indústrias e produtores buscam meios de manter a integridade do produto até que este chegue ao consumidor final (Antunes; Araújo, 2000).

2. COMPARAÇÃO CORANTE SINTÉTICO X NATURAL

A comparação entre um corante natural e um sintético passa por muitas variáveis, dentre elas: impacto ambiental, estabilidade, custo benefício, segurança e aceitação do consumidor, porém é notável que os corantes sintéticos dominaram o setor alimentício por muitos anos. Isso se deve, principalmente à intensidade da coloração, estabilidade e facilidade de padronização da cor desejada, o que muitas vezes é um fator complexo para corantes naturais (Bechtold; Mussak, 2009).

Essa observação comparativa, pode ser observada também nos alimentos consumidos diariamente, como notado na Figura 10, sendo A um sorvete de jabuticaba colorido com antocianinas, provenientes da extração da jabuticaba e em B há a um queijo, colorido de forma sintética (Embrapa, 2017). Mesmo os alimentos sendo distintos, é notável a diferenciação na intensidade das cores, sendo o corante sintético mais brilhoso, chamativo e intenso, o que justifica que a indústria de alimentos faça uso desses pigmentos para que o consumidor seja atraído e sinta-se mais confortável no consumo alimentício.

Figura 10 - Comparação de corante natural e sintético



Fonte: Adaptado de Globo Rural (2017) e Estadão (2025).

Na Antiguidade, os corantes naturais eram extraídos de flores, cascas, raízes e frutos a partir de processos complexos envolvendo destilações, macerações e filtrações, sendo utilizados com a grande finalidade de tingimento de peças de roupa e pinturas corporais, evidenciando que neste período da história a extração desses corantes também era difícil, corroborando com a atualidade e os custos dessas extrações (Prado, 2022).

Mesmo com este contexto, os corantes sintéticos têm sido deixados de ser usados, devido suas composições serem provenientes de compostos petroquímicos e seus efeitos carcinogênicos, alérgicos e mutagênicos, colocando em risco a integridade do usuário, o que justifica a restrição da tartrazina e do vermelho allura, em razão de sua toxicidade e dos feitos neurocomportamentais em crianças (Bechtold; Mussak, 2009).

À vista disso, deve-se analisar também as desvantagens do uso de corantes naturais, como a baixa estabilidade perante o calor e à exposição de luz, o que pode afetar o produto final, assim como custo operacional para utilização deste tipo de corante costuma ser mais elevado, devido a extração necessária (Di Salvo *et al.*, 2023; Marin, 2025).

Devido à grande quantidade de aplicações dos corantes, estes são regidos por algumas regras. A primeira normal foi estabelecida em 1961, pelo Decreto nº 50.040, enfatizando regulação dos aditivos químicos em alimentos. Já em 1977 foi publicada a Resolução nº 44 dissertando sobre as condições para o uso de corantes na indústria alimentícia e em 1988 a Resolução nº 04 sobre os limites permitindo para a utilização de corantes nos alimentos do Brasil, fatos estes relevantes para que a indústria decida qual corante pode e deve utilizar em seus produtos (Prado, 2022).

Os corantes sintéticos tendem a ter maior estabilidade ao calor e à exposição à luz, além de apresentarem maior conformidade de coloração, justificando o motivo de muitas indústrias preferirem seu uso, contudo a ANVISA orienta que alimentos com tais corantes devem ter em seus rótulos a identificação para que o consumidor decida se deve consumir o produto. No Brasil apenas 14 corantes sintéticos são permitidos pela ANVISA: amarantho, eritrosina, vermelho 40, ponceau 4R, amarelo crepúsculo, azul indigotina, azul brilhante, azorrubina, verde rápido e azul patente V.

A utilização de corantes em alimentos varia significativamente conforme a legislação e a aceitação do consumidor em diferentes regiões do mundo. Um exemplo notável é a formulação dos doces M&Ms, que apresentam diferenças entre os produtos comercializados nos Estados Unidos e na Europa. Enquanto nos Estados Unidos são empregados exclusivamente corantes sintéticos, como o Azul Brilhante (Blue 1), o Vermelho Allura (Red 40) e o Amarelo 5, na Europa a formulação prioriza o uso de corantes naturais, como urucum, beterraba, cúrcuma e espirulina.

Uma das principais vantagens dos corantes sintéticos é a maior estabilidade e intensidade das cores como podemos observar na Figura 11, resultando em tonalidades mais vibrantes e visualmente atrativas, especialmente em produtos voltados ao público infantil. No

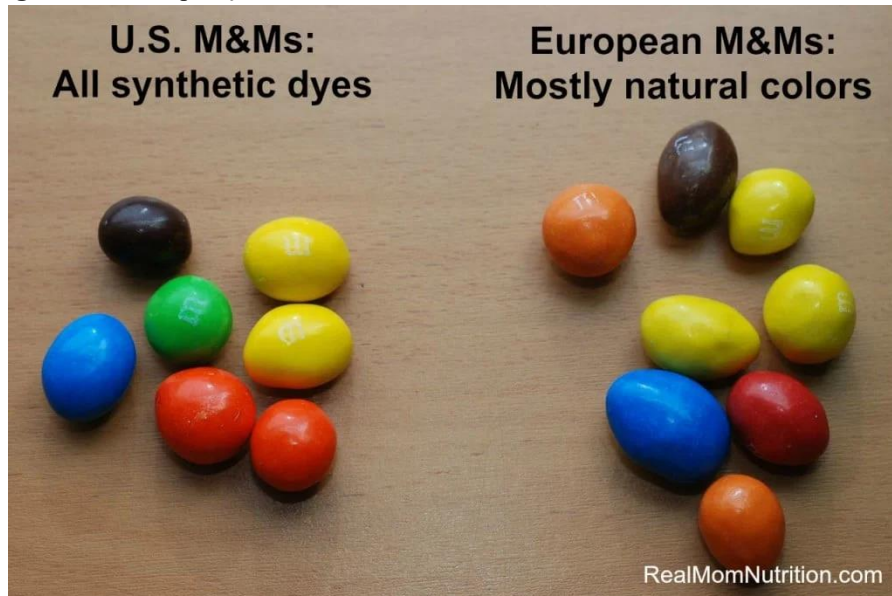
entanto, essa característica vem sendo questionada frente às preocupações com possíveis efeitos adversos à saúde, como hiperatividade em crianças e reações alérgicas.

A Food and Drug Administration (FDA), nos Estados Unidos, autoriza o uso desses aditivos sintéticos desde que estejam dentro dos limites estabelecidos e devidamente listados como seguros para consumo. Já na União Europeia, a European Food Safety Authority (EFSA) adota uma abordagem mais restritiva, exigindo avaliações toxicológicas rigorosas e, em alguns casos, a inclusão de advertências nos rótulos, como no caso dos corantes artificiais associados a riscos comportamentais em crianças.

Além disso, iniciativas de comunicação voltadas aos consumidores, como a do site Real Mom Nutrition (2023), destacam essas diferenças entre os mercados e alertam para os impactos potenciais do consumo de corantes artificiais em crianças, reforçando a demanda por alternativas mais naturais.

Os corantes naturais, embora considerados mais seguros e preferidos por um segmento crescente de consumidores europeus, tendem a apresentar menor estabilidade térmica, sensibilidade à luz e tonalidades menos intensas. A comparação entre os M&Ms dos dois mercados evidencia como fatores regulatórios, culturais, sanitários e mercadológicos influenciam diretamente a escolha dos corantes utilizados na indústria alimentícia.

Figura 11 – Comparação no uso de corantes sintéticos e naturais nos confeitos M&Ms



Fonte: Adaptado de Real Mom Nutrition (2023).

3. PRODUÇÃO E APLICAÇÃO (URUCUM)

Nesta sessão será abordada a caracterização do corante urucum, enfatizando sua produção no Brasil em números, assim como suas aplicações de pigmentação na indústria alimentícia.

3.1 PRODUÇÃO

O urucum possui o carotenoide bixina, como já dissertado anteriormente neste trabalho, destacando-se por suas propriedades antioxidantes e corantes, justificando sua utilização na área alimentícia. Todavia, a produção deste corante, mesmo sendo acessível, tem processos de alto custo acerca das extrações utilizadas (Almeida, 2024).

A planta *Bixa orellana L.* é a responsável pela produção do urucum, sendo mais conhecida como urucuzeiro, mostrando-se um arbusto típico de ser visualizado em regiões da América Central e do Sul, evidenciando sua fácil adaptação ao solo e ao clima tropical nesses locais. Os frutos do urucuzeiro possuem formato de cápsula espinhosa, ficando avermelhados quando estão maduros para consumo, assim em seu interior encontram-se as sementes de urucum (Figura 12) (Almeida, 2024).

Figura 12 - Fruto do urucuzeiro e suas sementes (urucum)



Fonte: Rodrigues (2013).

De acordo com Toledo *et al.* (2021), cada cápsula do urucuzeiro possui entre 30 e 50 sementes de urucum, assim, a bixina está presente na película que reveste as sementes, proporcionando a coloração que se deseja extrair. Além disso, os autores destacam que essas sementes são compostas por celulose, óleo essencial, açúcar, pigmentos, óleo fixo e proteínas,

apresentando dois tipos de corantes: bixina, de cor avermelhada, solúvel em óleo; e orelhena, de coloração amarela, solúvel em água.

A produção do urucum inicia-se com o cultivo de sementes, podendo ser semeadas em sacos plásticos, tubetes ou germinadores, sendo neste último, distribuídas entre si a cada 10 centímetros de distância por 1 centímetro de profundidade. O tempo de germinação fica em torno de 20 dias para que o processo de repicagem ocorra, ou seja, as plantas são transferidas para sacos de polietileno de coloração preta, facilitando o aumento da taxa de germinação, assim quando as mudas atingem 20 a 30 centímetros podem ser transplantadas no solo. Este processo é realizado de forma efetiva em locais como a Embrapa, com destaque para as unidades 36 e 37 localizadas no estado do Pará (Santos; Santos, 2024).

Após o cultivo da planta e a colheita do urucum, é realizado um processo de secagem onde as cachopas são espalhadas em lonas de plástico para que as cápsulas sequem com o auxílio da luz solar natural ou com o auxílio de luzes artificiais. Neste momento do processo é extremamente relevante que as sementes não sejam expostas a luz solar, evitando que a qualidade do urucum seja reduzida e o pigmento minimizado pela oxidação (Toledo *et al.*, 2021).

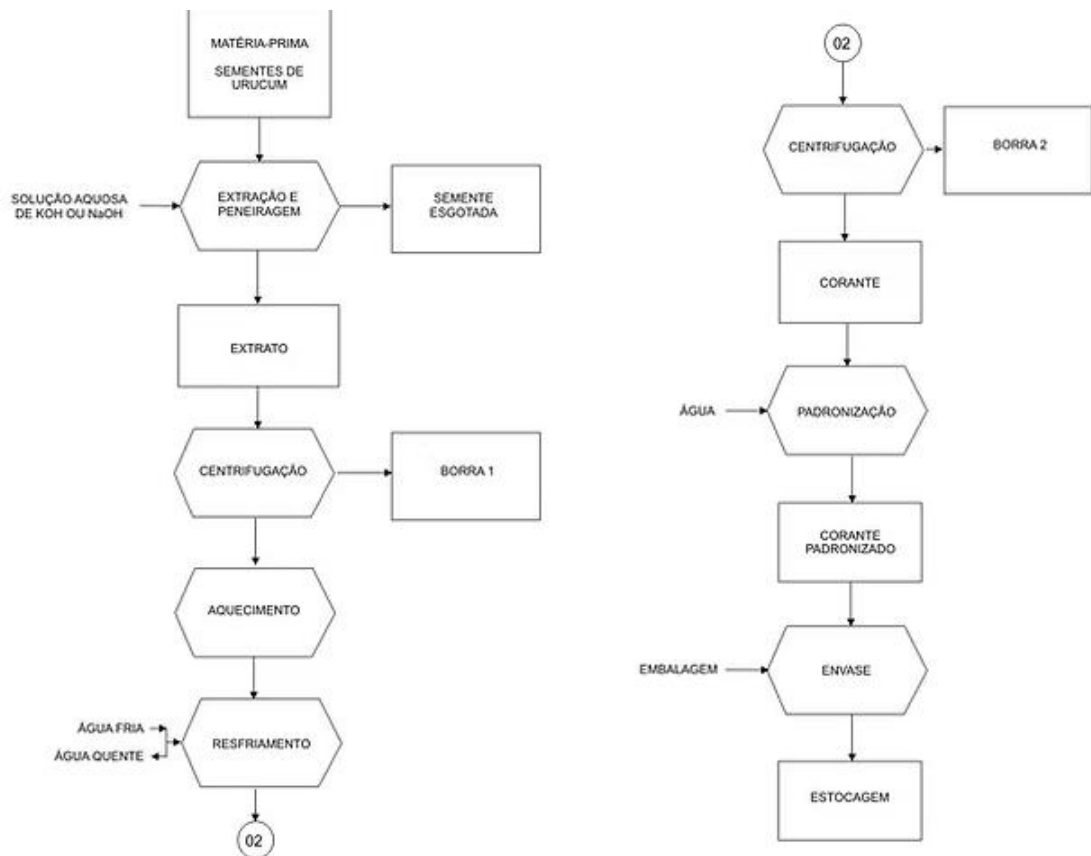
Com as cápsulas secas, ocorre o processo de debulha do urucum, podendo este ser mecânico ou manual, porém este último pode ocasionar uma perda da pigmentação devido à forma como é realizado (com a ajuda de batidas de vara nas cápsulas), assim o método mecânico torna-se mais eficiente. Assim, parte-se para o peneiramento das sementes, retirando impurezas e permitindo que as sementes sejam secas, ensacadas e armazenadas (Toledo *et al.*, 2021).

O processo de extração do corante de urucum, realizado após as etapas descritas anteriormente, apresenta uma estabilidade relevante, quando se analisa sua oxidação em meio anidro, porém tem baixa resistência a luminosidade, justificando a adição de antioxidantes a sua composição. Ainda, o teor de pigmentos presentes nas sementes, que pode ser extraído, varia de 1% a 6%, dependendo da variedade da cultura e do cultivo aplicado ao urucuzeiro (Toledo *et al.*, 2021).

Segundo Rodrigues (2013), extrair o pigmento do urucum depende da microestrutura apresentada pela matriz vegetal, em que fatores como espaços intracelulares, poros e capilares influenciam de forma consistente o processo. Neste sentido, a bixina é suscetível a uma extração por meio oxidativo e por isomerização, devido às insaturações presentes em sua estrutura química, ocorrendo ainda nas etapas de análise das amostras a serem extraídas, justificando tratamentos preventivos que reduzam este cenário.

Por conseguinte, os melhores métodos para essa extração são a extração alcalina, em óleo ou com solventes, podendo chegar a 77% quando uma mistura de hidróxido de potássio (KOH) 0,6% é utilizada, fato este destacado no estudo de Silva *et al.* (2010), mostrando-se assim uma extração de qualidade. Na Figura 13 encontra-se um fluxograma, simplificado, deste processo.

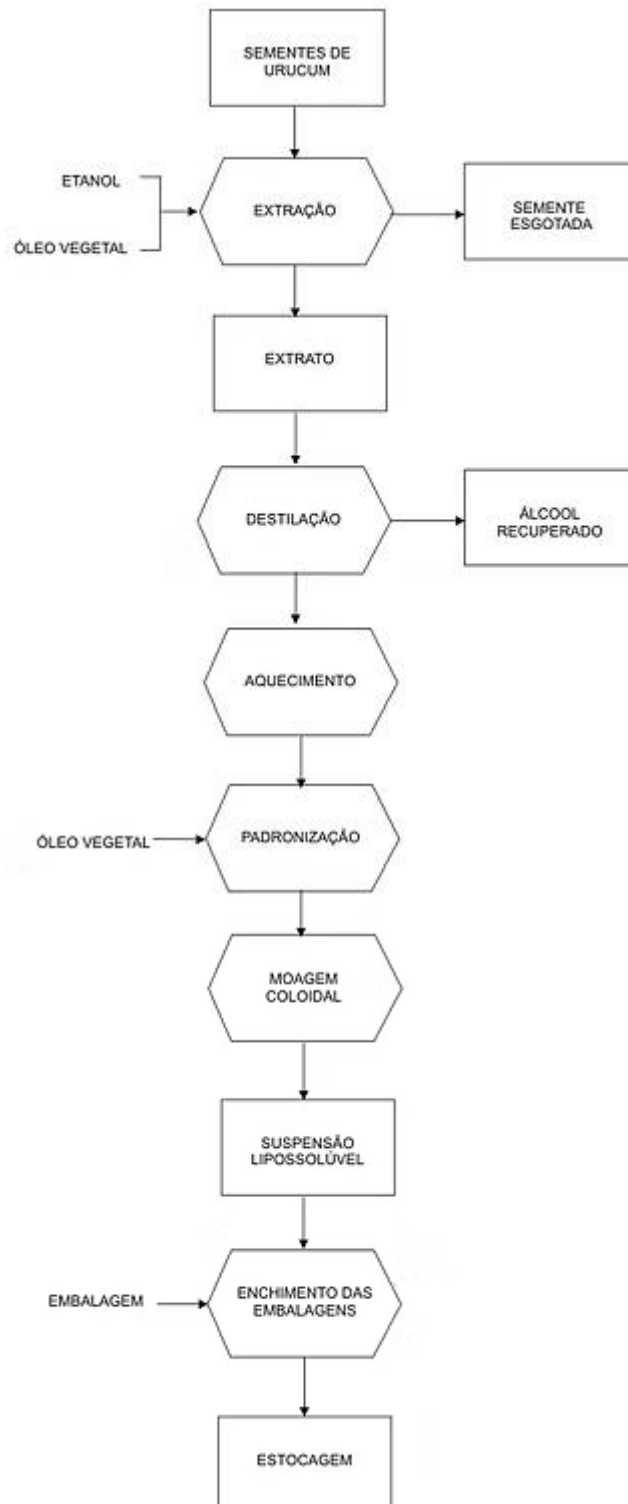
Figura 13 - Processo de extração do urucum com solução alcalina



Fonte: Toledo *et al.* (2021).

Este processo extrativo pode ser realizado também em óleo, (Figura 14) contudo, as altas temperaturas necessárias para que a extração seja efetiva geram subprodutos indesejados, assim como evidencia a degradação do pigmento do urucum, conseqüentemente para essa opção é necessário um acompanhamento efetivo da temperatura e do tipo de óleo utilizado, evitando que a integridade do pigmento seja colocada em risco (Almeida, 2024).

Figura 14 - Processo de extração do urucum por óleo

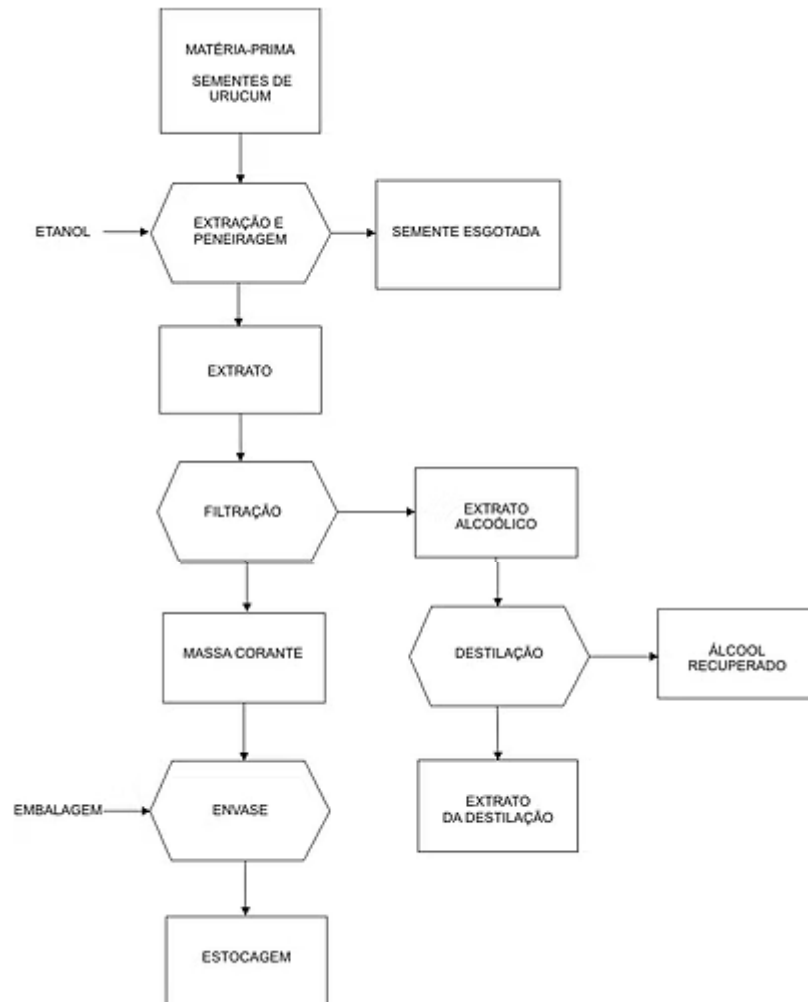


Fonte: Toledo *et al.* (2021).

Outro método que pode ser utilizado é a extração por meio de solventes orgânicos (etanol, acetona) observado na Figura 15, apresentando pigmentos de alta pureza, entretanto

sua utilização exige que múltiplas etapas de recuperação desses solventes sejam realizadas, além de serem produzidos resíduos extremamente tóxicos no produto final, portanto, nota-se uma barreira condizente nesse uso (Almeida, 2024).

Figura 15 - Processo de extração do urucum por solventes orgânicos



Fonte: Toledo *et al.* (2021).

Tahan, Silva e Barroso (2016) elencam que neste caso, a extração mecânica tem se mostrado como um meio sustentável e alternativo para a extração da bixina, assim essa técnica permite a utilização de moinhos de bolas e leitos de jorro, facilitando o processo e realizando a extração por meio do atrito entre as sementes, uma vez que o movimento realizado e o ar no processo geram movimentação suficiente para que o atrito seja eficiente.

Neste contexto, é relevante citar o motivo de diferentes métodos de extração da bixina, apoiando-se, principalmente, na produção nacional brasileira do urucum que apresenta um crescente considerável. Segundo Taham (2015) em 1987 havia uma estimativa de 1200 toneladas de bixina extraída, passando a 1300 toneladas em 2014 e chegando a 13 mil toneladas

em 2023, evidenciando a liderança mundial do Brasil desta produção (CCQA, 2020; IBGE, 2023).

Vale destacar que a produção é familiar em muitos locais do Brasil, com ênfase para a região Norte e Nordeste, onde cerca de 80% do cultivo do urucum provém da agricultura familiar (Rodrigues, 2013). Ainda, segundo Fabri e Teramoto (2015), a venda de urucum corresponde a cerca de 90% das vendas de corantes no Brasil e 70% no mundo, destacando sua relevância e versatilidade.

No Brasil, o estado de São Paulo representa cerca de 40% do cultivo nacional de urucum, seguido pelos estados de Rondônia, Bahia, Pará, Minas Gerais e Paraná, corroborando com a afirmação que o Norte e o Nordeste têm grande participação no cultivo desta semente. O IBGE de 2016 destaca ainda que a cidade de Dracena, no interior de São Paulo, é a maior produtora brasileira de urucum, chegando a ser responsável por 20% da produção nacional (Santos; Lourenzani; Lourenzani, 2019).

3.2 APLICAÇÃO

A bixina é utilizada desde a antiguidade como um corante para a indústria alimentícia, deixando os alimentos com colorações características, fato este que permitiu que o urucum se tornasse um pigmento natural muito utilizado (Almeida, 2024). Além disso, a procura pela substituição de corantes sintéticos por naturais, eleva a demanda por urucum e outros corantes naturais que exerçam as mesmas funções que os sintéticos (Olegário; Santos, 2014).

A forte tonalidade do urucum proporciona sua utilização em diversos setores, desde o tingimento de tecidos até a alimentação. Segundo Veríssimo (2003), o tingimento de tecidos e fibras com a bixina não é algo novo e também provém da antiguidade, contudo, na atualidade, materiais como o algodão tendem a ser facilmente tingidos com este pigmento, desde que a bixina passe por um processo alcalino, deixando-a mais estável.

No Brasil, segundo Rodrigues (2013), o urucum é utilizado como o corante natural mais empregado na alimentação, chegando a representar 90% do consumo desses corantes no país. Sua aceitação deve-se às suas características e ao baixo custo produtivo, assim cumpre de forma excelente sua função de deixar os alimentos mais atrativos para a sociedade (Fabri; Teramoto, 2015).

Na indústria alimentícia o urucum é utilizado nos seguintes alimentos: massas, recheios, coberturas de doces, molhos, bebidas e pós, na tonalidade amarela; sorvetes, queijos e iogurtes, na coloração amarela clara; salsicha, cereais, biscoitos, catchup, embutidos, sopas e temperos

na coloração laranja; colorífico, sopas e uso doméstico na coloração laranja avermelhado. Vale mencionar que quando este corante está em sua forma de pó, a indústria farmacêutica sente-se mais atraída, devido à melhor estabilidade e intensidade da cor (Taham; Silva; Barroso, 2016).

Este contexto, de utilização, é observado no estudo de Mesquita, Teixeira e Servulo (2017), destacando-se algumas empresas brasileiras que fazem o uso do corante urucum em seus produtos: Corantec, com a utilização do colorífico; Duas Rodas Industrial utilizando o urucum hidrossolúvel; Sanrisil com a utilização do corante natural de urucum; Tecnocor Corantes Naturais fazendo uso do hidrovita urucum; Aditivos e Condimentos IBRAC utilizando o urucum para revestimentos de carnes; e Proregi Aditivos para alimentos com o uso do corante urucum.

Ainda, Harder et al. (2010) evidenciam que o urucum é utilizado como corante em cortes de frango, onde o pigmento é adicionado na ração desses animais, conseqüentemente nota-se a melhoria da coloração de suas peles e das gemas dos ovos que as galinhas produzem, assim é perceptível que os carotenoides são incorporados de forma eficiente a esses animais e seus ovos, melhorando a qualidade do produto fornecido ao consumidor final.

4. PROJEÇÕES FUTURAS

Para pesquisas futuras, observa-se que o estudo da pigmentação de urucum tem avançado na indústria alimentícia. Por conseguinte, é relevante que estudos mais alinhados com ensaios práticos e observações antes e após o uso deste corante sejam realizados, buscando compreender as modificações notadas.

De acordo com o relatório da consultoria internacional Mordor Intelligence (2019), o mercado brasileiro de corantes alimentares apresenta uma tendência de crescimento constante, com uma Taxa de Crescimento Anual Composta (CAGR) estimada em 3,88% para o período de 2019 a 2029. A projeção tem como ano-base 2023 e reflete o avanço da demanda por produtos mais naturais e seguros por parte da indústria alimentícia e do consumidor final.

Esse crescimento é motivado principalmente pelo aumento da conscientização sobre os riscos associados a corantes artificiais, especialmente entre públicos mais vulneráveis como crianças e idosos. Como resultado, empresas do setor têm intensificado investimentos em ingredientes naturais, como os extraídos de vegetais, frutas e sementes como por exemplo do urucum, uma das principais fontes de corante natural no país.

O relatório também destaca que o mercado nacional apresenta uma baixa concentração, indicando uma estrutura de concorrência ampla, com diversos atores relevantes. Entre os principais nomes estão: Sensient Technologies, Chr. Hansen, DDW, Givaudan e DSM. Essas empresas lideram o fornecimento de soluções de coloração para produtos alimentícios, com forte atuação em inovação tecnológica e sustentabilidade.

A Figura 16 a seguir, retirada do mesmo relatório, ilustra o crescimento estimado do mercado entre os anos de 2024 e 2029, confirmando a tendência ascendente do setor:

Figura 16 - Previsão nacional de crescimento do mercado de corantes



Fonte: Mordor Intelligence (2019).

Esse cenário reforça a relevância do estudo sobre a produção e aplicação de corantes naturais, tema central deste trabalho, e evidencia o potencial de crescimento de soluções alternativas mais saudáveis para a indústria de alimentos no Brasil.

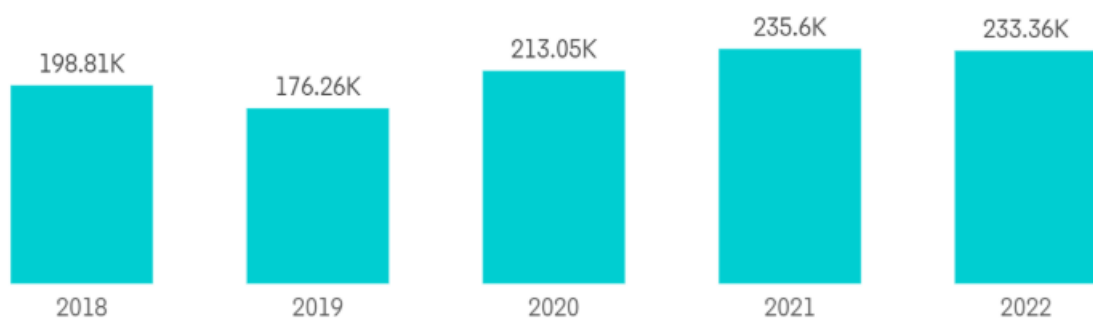
Além disso, a análise feita evidencia que a sociedade está cada vez mais apta à mudança e opção de corantes naturais, assim, para projeções futuras, pode-se analisar este contexto, enfatizando o entendimento da opinião do consumidor sobre a temática. Fato este que pode ser comprovado por projeções baseadas no mercado financeiro global de corantes, avaliado em 1,2 bilhão de dólares em 2023, com expectativa de chegar a 3,7 bilhões em 2030, demonstrando a preferência da população por produtos que sejam naturais (Market Report, 2025).

De acordo com o relatório Mordor Intelligence (2019), a taxa de crescimento anual da produção de urucum entre 2024 e 2029 é de 3,72% (Figura 17), sendo a Ásia a região com maior expectativa de crescimento.

Figura 17 - Previsão mundial de crescimento do mercado de urucum

Fonte: Mordor Intelligence (2019).

Além disso, o relatório destaca o crescimento de 2018 a 2022 do valor de importação da matéria corante, proveniente do urucum, sendo justificada pela crescente procura por pigmentos naturais. Na Figura 18, estão dispostos, em milhões de dólares, o crescimento deste mercado nos Estados Unidos, passando de 198.81K de dólares em 2018 para 233.36 K de dólares em 2022.

Figura 18 - Crescimento do valor de importação do urucum nos Estados Unidos

Fonte: Mordor Intelligence (2019).

No Brasil, o estado do Paraná tem se destacado, desde o ano de 2015, como um grande promissor ao cultivo de urucum, passando de 700 hectares plantados em 2015 para 3.500 hectares em 2018, cenário estes impulsionado pelo crescimento pela procura de corantes naturais. Além disso, a Embrapa tem estudado novas formas de fertilização do urucum visando o atendimento ao mercado nacional que prevê um mercado nacional interessado na compra do pigmento de cerca de 90% dos consumidores até o final de 2025 (Agrienergy, 2025).

Isto posto, é necessário também olhar para os fatores de instabilidade apresentados pelo urucum e a extração de seu pigmento, logo o uso de tecnologias como os microencapsulamentos podem ser utilizados, visando à redução do contato das sementes com fatores externos (luz, umidade e ar), assim a liberação do corante é mais controlada e a qualidade pode ser mantida (Agron Food Academy, 2023).

Por fim, espera-se que locais como a Embrapa pesquisem cada vez mais essa planta, buscando meios de melhorar os processos de extração, barateando a obtenção da bixina, seus componentes e do produto final, como é o caso de temperos e alimentos que contêm tal pigmento em sua composição. Afinal, a temática é promissora e tende a ser impulsionada pelos consumidores, destacando uma tendência e consolidação de mercado para os corantes naturais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de corantes naturais tem ganhado destaque na alimentação mundial, enfatizada pela busca de uma melhor qualidade de vida alimentícia da sociedade. Desta forma, este trabalho possibilitou uma melhor compreensão acerca dos corantes naturais num contexto amplo e sobre o uso do urucum como pigmento natural alimentício, assim como o crescimento de sua procura ao longo das últimas décadas.

Além disso, nota-se que as projeções futuras corroboram com este contexto, demonstrando que o plantio e as importações tendem a crescer ano após ano, trazendo benefícios tanto para os consumidores quanto para os empresários, afinal este corante é considerado um dos principais para uso em alimentos.

Isto posto, é perceptível que o objetivo deste trabalho foi alcançado por meio da análise qualitativa e quantitativa da literatura encontrada, permitindo que a relevância da temática fosse dissertada, assim como as perspectivas futuras da utilização do urucum como corante natural nos alimentos.

A base teórica e prática da engenharia química foi fundamental para a elaboração deste trabalho, pois proporcionou uma base sólida para a compreensão dos processos físico-químicos envolvidos na produção, extração e aplicação dos corantes naturais, especialmente do urucum. O conhecimento sobre operações unitárias, como extração líquido-líquido, secagem, peneiramento e uso de solventes, aliado à compreensão das propriedades dos compostos químicos presentes, como os carotenoides bixina e norbixina, permitiu analisar criticamente as etapas produtivas e os desafios de estabilidade desses pigmentos.

Além disso, o entendimento sobre estruturas moleculares, solubilidade, reações de oxidação e transformações térmicas foi essencial para discutir a viabilidade tecnológica e econômica dos métodos convencionais e alternativos de extração. Assim, a engenharia proporcionou não apenas ferramentas técnicas, mas também uma visão integrada e interdisciplinar para abordar os aspectos químicos, industriais e ambientais do uso de corantes naturais na indústria alimentícia.

Ressalta-se ainda que o engenheiro químico também atua estrategicamente na análise de viabilidade econômica e de mercado, sendo responsável por avaliar se as tecnologias propostas podem ser aplicadas em escala industrial de forma competitiva e sustentável. Considerar dados de demanda, tendências de consumo e projeções financeiras, como o crescimento estimado do mercado global de corantes naturais para 3,7 bilhões de dólares até 2030, é parte fundamental dessa atuação. Assim, este trabalho foi construído a partir de uma

visão integrada que une conhecimento técnico, químico e de mercado, como exige a prática da Engenharia Química.

6. SUGESTÕES DE CONTINUAÇÃO DO TRABALHO

Para trabalhos futuros, sugere-se que os pesquisadores busquem locais onde o urucum é utilizado como pigmento alimentício, realizando entrevistas e/ou questionários para compreender melhor esse setor, além de pesquisas com a população consumidora, sendo relevante para entender como e de que forma a sociedade tem mudado seus hábitos e olhares para corantes naturais.

Assim, é possível abranger outras áreas, não estudadas ou levantadas neste trabalho, que também podem ter impactos no consumo e no uso de pigmentos naturais no dia a dia, possibilitando também que os benefícios desta utilização sejam cada vez mais enfatizados.

É igualmente importante ampliar o escopo de investigação para além do urucum, explorando outras fontes naturais de pigmentos, que ainda carecem de estudos aplicados com foco em estabilidade, extração eficiente e viabilidade econômica em escala industrial.

Tais pesquisas podem contribuir para o fortalecimento da presença dos corantes naturais no mercado, visto que, além de atenderem à crescente demanda por produtos mais saudáveis e sustentáveis, apresentam propriedades funcionais, como atividade antioxidante, anti-inflamatória e, especialmente, efeitos antimutagênicos comprovados.

Além disso que os estudos futuros abordem não apenas aspectos técnicos e produtivos, mas também a valorização dos potenciais benefícios à saúde desses compostos, promovendo um avanço científico que colabore com a substituição gradativa dos corantes sintéticos. Com isso, espera-se que os corantes naturais possam, no futuro, ocupar um espaço mais expressivo e consolidado no mercado global de aditivos alimentares, oferecendo segurança, funcionalidade e apelo comercial em sintonia com as novas exigências dos consumidores.

Outro ponto relevante a ser explorado em pesquisas futuras diz respeito à legislação que rege o uso de corantes artificiais e seus possíveis reflexos sobre a saúde da população. Ainda há uma lacuna quanto à análise crítica das normas vigentes, especialmente no que se refere aos limites de consumo seguro, à obrigatoriedade de rotulagem e às divergências entre os critérios adotados por diferentes órgãos reguladores, como a ANVISA, a FDA e a EFSA.

Estudar com mais profundidade essas diretrizes, à luz de evidências científicas atualizadas sobre os efeitos adversos associados a determinados corantes sintéticos como reações alérgicas, distúrbios de comportamento ou toxicidade cumulativa, pode oferecer uma base sólida para discutir mudanças regulatórias mais protetivas. Além disso, esse tipo de abordagem pode contribuir para fortalecer o debate sobre segurança alimentar, trazendo à tona

questões que envolvem não apenas o risco toxicológico, mas também o direito à informação e à escolha consciente por parte do consumidor.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia. Brasília: Anvisa. 2025. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/alimentos/aditivos-alimentares>>. Acesso em: 10 mai. 2025.

AGRIENERGY. Urucum do Paraná conquista selo inédito de procedência e destaca região como referência nacional. 2025. Disponível em: <https://agrienergy.com.br/2025/05/07/urucum-do-parana-conquista-selo-inedito-de-procedencia-e-destaca-regiao-como-referencia-nacional/>. Acesso em: 18 jun. 2025.

AGRON FOOD ACADEMY. Microencapsulação de corantes naturais: desafios tecnológicos para a indústria alimentícia. 2023. Disponível em: <https://blog.agronfoodacademy.com/microencapsulacao-de-corantes-naturais-desafios-tecnologicos-para-a-industria-alimenticia/>. Acesso em: 02 jun. 2025.

ALASHKAR, A.; HASSABO, A. G. Recent use of natural animal dyes in various field. **Journal of Textiles, Coloration and Polymer Science**, v. 18, n. 2, p. 191-210, 2021.

ALMEIDA, N. P. **Análise experimental e CFD-DEM do leite de jorro com confinador de fonte na extração mecânica da bixina de sementes de urucum**. 160 f. 2024. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2024.

AMARAL, C. G. **Compostos bioativos, capacidade antioxidante e potencialidades de aplicação da casca do café na indústria alimentícia: uma revisão**. 2021. 31 f. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021.

ANTUNES, L. M. G.; ARAÚJO, M. C. P. Mutagenicidade e antimutagenicidade dos principais corantes para alimentos. **Revista de Nutrição**, v. 13, p. 81-88, 2000.

ANVISA. Painel sobre aditivos alimentares. 2025. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZmQ2ZDBjNTItMDFmMi00MmM5LWE4Y2QtMzBhOGZlYTU4OGUzIiwidCI6ImI2N2FmMjNmLWMzZjMtNGQzNS04MGM3LWI3MDg1ZjVlZGQ4MSJ9&pageName=ReportSection08a3239a66872bb5b7a9>. Acesso em: 01 jun. 2025.

BECHTOLD, T.; MUSSAK, R. **Handbook of natural colorants**. 1 ed. UK: Wiley, 2009.

CCQA. Agregação de valor ao urucum para a indústria de alimentos. 2020. Disponível em: <https://ital.sp.gov.br/ccqa/inovacao-urucum>. Acesso em: 29 mai. 2025.

CNJ NATURAL COLORS. Antocianina. 2025. Disponível em: <https://www.cjnnaturalcolors.com/pt/red-radish-color-extract-product/>. Acesso em: 26 mai. 2025.

CUTRIM, Camila Sampaio; TORRES, Fernanda Romano; CORTEZ, Marco Antonio Sloboda. Parâmetros sensoriais e instrumentais de sobremesas lácteas sabor chocolate obtidas no mercado varejista. **Ciência Animal Brasileira**, v. 24, p. e-74566E, 2023.

DI SALVO, E. et al. Natural pigments production and their application in food, health and other industries. **Nutrients**, v. 15, n. 8, p. 1923, 2023.

DÜSMAN, E. et al. Principais agentes mutagênicos e carcinogênicos de exposição humana. **SaBios-Revista de Saúde e Biologia**, v. 7, n. 2, 2012.

ESTADÃO. Sorvete de Jabuticaba. 2025. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/paladar/receita/sorvete-de-jabuticaba/>. Acesso em: 18 jun. 2025.

EMBRAPA. Pesquisa desenvolve corantes naturais de frutas tropicais com potencial funcional. 2017. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/23670438/pesquisa-desenvolve-corantes-naturais-de-frutas-tropicais-com-potencial-funcional?p_auth=42YhK3oF. Acesso em: 18 jun. 2025.

FABRI, E. G.; TERAMOTO, J. R. S. Urucum: fonte de corantes naturais. **Horticultura brasileira**, v. 33, p. 140-140, 2015.

FARIA, Sonia. Dióxido de titânio: o novo vilão da indústria de alimentos e uma alternativa clean label ao seu uso. 2021. Disponível em: <https://solucionaria.com.br/2021/06/23/dioxido-de-titanio-o-novo-vilao-da-industria-de-alimentos-e-uma-alternativa-clean-label-ao-seu-uso/>. Acesso em: 13 mai. 2025.

FREITAS, Victor. O mundo colorido das antocianinas. **Revista de Ciência Elementar**, v. 7, n. 2, 2019.

GLOBO RURAL. 2017. Disponível em: <https://globorural.globo.com/Noticias/Videos/noticia/2017/08/como-usar-corante-para-colorir-o-queijo.html>. Acesso em: 18 jun. 2025.

HAMERSKI, L.; REZENDE, M. J. C.; SILVA, B. V. Usando as cores da natureza para atender aos desejos do consumidor: substâncias naturais como corantes na indústria alimentícia. **Revista Virtual de Química**, v. 5, n. 3, p. 394-420, 2013.

HARDER, M. N. C. et al. Coloração de cortes cozidos de frangos alimentados com urucum. **Food Science and Technology**, v. 30, p. 507-509, 2010.

IBGE. Produção de Urucum (cultivo). 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/urucum-cultivo/br>. Acesso em: 29 mai. 2025.

KURAUCHI, V. K. **Compostos bioativos**: substituição de corantes sintéticos alergênicos e efeitos benéficos à saúde. 21 f. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Alimentos) – Faculdade de Tecnologia de Marília, Marília, 2022.

LAKSHMIKANTHAN, Mythileeswari et al. A comprehensive review on anthocyanin-rich foods: Insights into extraction, medicinal potential, and sustainable applications. **Journal of Agriculture and Food Research**, p. 101245, 2024.

MACEDO, Vitória PE et al. Princípios Básicos de Análise Sensorial em Alimentos-Revisão de literatura. **Revista de Medicina Veterinária do UNIFESO**, v. 1, n. 02, 2021.

MARKET REPORT. Mercado global de cores alimentares naturais por tipo (caramelo, carotenóides), por aplicação (padaria, confeitaria), por escopo e previsão geográfica. 2025. Disponível em: <https://www.verifiedmarketreports.com/pt/product/natural-food-colors-market-size-and-forecast/>. Acesso em: 31 mai. 2025.

MARTIN, R. Custo de utilização – Os aspectos econômicos dos corantes naturais. 2025. Disponível em: <https://br.sensientfoodcolors.com/pesquisa-e-desenvolvimento/custo-de-utilizacao-os-aspectos-economicos-dos-corantes-naturais/>. Acesso em: 23 mai. 2025.

MELO, M. J. et al. Anthocyanins: Nature's glamorous palette. In: BECHTOLD, T.; MUSSAK, R. (Org.). **Handbook of Natural Colorants**. Chichester. John Wiley & Sons, 2009. p. 135–147.

MENDONÇA, E. R.; CAVALCANTI JUNOR, L. N; MARTINS, P. L. G. Corantes na indústria alimentícia. **RQI (IFSP)**, 2021. Disponível em: <<https://www.abq.org.br/rqi/2014/771/RQI-771-pagina54-Artigo-Tecnico.pdf?utm>>. Acesso em: 14 mai. 2025.

MESQUITA, S.; TEIXEIRA, C.; SERVULO, E. Carotenoides: propriedades, aplicações e mercado. **Revista virtual de Química**, v. 9, n. 2, p. 672-688, 2017.

MORCELLI, A. V. **Aplicação de tecnologias de extração de clorofilas e carotenoides de microalgas e uso da biomassa microalgas na adsorção de metais pesados**. 237 f. 2021. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

MORDOR INTELLIGENCE. Tamanho do mercado de urucum e análise de ações – Tendências e previsões de crescimento (2024 – 2029). 2019. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/annatto-market?>. Acesso em: 10 jun. 2025.

Source: <https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/annatto-market?>

OLEGÁRIO, L. S.; SANTOS, J. A. B. Prospecção tecnológica sobre o corante natural de urucum (*Bixa orellana* L.). **Cadernos de Prospecção**, v. 7, n. 4, p. 601-611, 2014.

PALSIKOWSKI, Paula A. et al. Ecotoxicity evaluation of the biodegradable polymers PLA, PBAT and its blends using *Allium cepa* as test organism. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 26, p. 938-945, 2018.

PENNA, A. C. G. et al. Aplicabilidade de corantes naturais como alternativas ao uso de aditivos sintéticos em produtos lácteos. **Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, v. 2, n. 2, p. 13-33, 2021.

- PEREIRA, A. S.; ROZENTALSKI, E. F. A produção de corantes sintéticos no século XIX e suas implicações sociais. In: Simpósio de Iniciação Científica, 5., 2023, **Anais eletrônicos...** Itajubá: Universidade Federal de Itajubá, 2023. Disponível em: <<https://periodicos.unifei.edu.br/index.php/rtic/article/view/21/15>>. Acesso em: 13 mai. 2025.
- PRADO, C. C. S. **Corantes alimentícios: corantes naturais x corantes sintéticos**. 2022. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Química Tecnológica) – Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2022.
- RAILIERE, A. et al. **Pigmentação natural na indústria alimentícia: benefícios e impactos**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Química) – Etec Profª Carmelina Barbosa, Dracena, 2024.
- REAL MOM NUTRITION. *Are Artificial Food Dyes Safe For Kids?* Disponível em: <https://www.realmomnutrition.com/artificial-food-dyes-safe-kids/>. Acesso em: 24 jun. 2025.
- RODRIGUES, L. M. **Obtenção de extratos com bixina a partir de sementes de Urucum desengorduradas: estudo dos parâmetros de processo**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.
- RODRIGUES, T. C. **Uso de corantes vegetais na indústria de alimentos como alternativa aos corantes artificiais: uma revisão**. 2021. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.
- SANTOS, E. J.; LOURENZANI, W. L.; LOURENZANI, A. E. B. S. Coordenação do sistema agroindustrial do urucum na Microrregião de Dracena, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 15, n. 1, 2019.
- SANTOS, G. O. et al. Elaboração e análise físico químicas e sensorial de bolo utilizando corante natural a base de pitaya vermelha (*Hylocereus polyrhizus*). **Conjecturas**, v. 22, n. 17, p. 413-426, 2022.
- SANTOS, N. S.; SILVA, F. L. A. T.; LEITE NETA, M. T. S. Corantes naturais: importância e fontes de obtenção. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218**, v. 3, n. 3, p. e331165-e331165, 2022.
- SANTOS, M. C. V.; SANTOS, V. S. **Urucum (Bixa orellana L.): revisão de literatura sobre o cultivo e parâmetros qualitativos do produto final**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Química) – Centro Paula Souza, Santa Mercedes, 2024.
- SIGURDSON, G. T.; TANG, P.; GIUSTI, M. M. Natural colorants: Food colorants from natural sources. **Annual review of food science and technology**, v. 8, n. 1, p. 261-280, 2017.
- SILVA, S. N. et al. Adoção das práticas de conservação "on farm" e de seleção de variedades pelos produtores de urucum no município de Vitória da Conquista–BA. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, n. 1, p. 106-113, 2010.
- SINGH, T. et al. Natural bio-colorant and pigments: Sources and applications in food processing. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 12, p. 100628, 2023.

SOUTELINO, M. E. M. et al. Natural food dyes on dairy products: A critical approach between 2012-2023 literature regarding the technological and functional aspects, health benefits and future trends. **Trends in Food Science & Technology**, p. 104370, 2024.

TAHAM, T. **Extração de compostos bioativos das sementes de urucum utilizando tecnologias combinadas**. 138 f. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.

TAHAM, T.; SILVA, D. O.; BARROZO, M. A. S. Improvement of bixin extraction from annatto seeds using a screen-topped spouted bed. **Separation and Purification Technology**, v. 158, p. 313-321, 2016.

TEIXEIRA, Lílian Viana. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, n. 366, p. 12-21, 2009.

TOCCHINI, L.; MERCADANTE, A. Z. Extração e determinação, por CLAE, de bixina e norbixina em coloríficos. **Food Science and Technology**, v. 21, n. 3, 2001.

TOLEDO, C. D. et al. Revisitação dos métodos de extração de pigmentos do urucum. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**, v. 16, n. 16, p. 24-29, 2021.

TROMBETE, F. M. et al. Extrato de bixina de sementes de urucum como corante natural na formulação de pipoca de micro-ondas: avaliação e efeitos na qualidade. **HOLOS**, v. 36, n. 6, p. 1-14, 2020.

VERÍSSIMO, S. Ad. **Extração, caracterização e aplicação do corante de urucum (*Bixa Orellana L.*) no tingimento de fibras naturais**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; STRINGUETA, P. C. Pigmentos naturais bioativos. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 20, n. 1, p. 157-166, 2009.

ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. **Métodos físico químicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.