



**CORANTES NATURAIS ALIMENTÍCIOS E SEUS
BENEFÍCIOS À SAÚDE**

Rosilane Moreth de Souza

Rio de Janeiro
2012

ROSILANE MORETH DE SOUZA

Aluna do curso de Farmácia

Matrícula 0823800117

**CORANTES NATURAIS ALIMENTÍCIOS E SEUS
BENEFÍCIOS À SAÚDE**

Trabalho de Conclusão de Curso, TCC, apresentado ao Curso de Graduação em Farmácia da UEZO, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Farmácia, sob a orientação do Professor Marco Antonio Mota e Professora Sabrina da Silva Dias.

Rio de Janeiro
Dezembro de 2012

CORANTES NATURAIS ALIMENTÍCIOS E SEUS BENEFÍCIOS À SAÚDE

Elaborado por Rosilane Moreth de Souza

Aluna do curso de Farmácia da UEZO

Este trabalho de Graduação foi analisado e aprovado com

Grau: _____

Rio de Janeiro, 13 de Dezembro de 2012.

Prof. Marco Antonio Mota da Silva, da UEZO - Presidente

Prof.^a Adriana Passos Oliveira, da UEZO

Prof.^a Cristiane Pereira, da UEZO

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

Dezembro de 2012

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho principalmente ao meu filho, e aos meus pais e irmãos, que não hesitaram em procurar uma forma de me ajudar, cuidando do meu bebê. A vocês que compreenderam meus momentos de ansiedade e angústia, me encorajando a prosseguir.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Maria Moreth e Agripe Daflon, que me prepararam para enfrentar todas as conjunturas da vida, quer fossem positivas quer negativas. Obrigada por estarem sempre presentes, especialmente a partir da minha gravidez, que coincidiu com o segundo período da faculdade apoiando-me até o dia de hoje, momento em que alcancei o objetivo da minha dedicação, a minha formatura um sonho muitas vezes acalentado que agora se torna em realidade.

Ao meu filho, Henry, que não obstante os desafios para harmonizar a gravidez e os estudos, tornou-se um motivo a mais, talvez o mais relevante, para buscar forças quando essas pareciam faltar e prosseguir sem esmorecer. Minha gratidão se torna mais evidente quando percebo que mesmo as minhas ausências tão necessárias para cumprir meus estudos não foram suficientes para frustrá-lo na manifestação de seu carinho sempre até o dia presente. Como isso me gratifica!

Aos meus familiares todos, pelo apoio, credibilidade e sacrifício ilimitado em todos os sentidos.

Aos amigos de perto e de longe, em especial Marlon e Paola, pelas palavras incentivadoras com isso refazendo as minhas forças rumo ao meu objetivo, pelo amor e carinhos demonstrados na hora certa e na medida exata da minha necessidade. Obrigada, vocês tornaram momentos difíceis em certezas.

Ao meu professor e orientador deste trabalho, Marco Antonio, pelo altruísmo e desprendimento ao aceitar me dar apoio. Seus conselhos, palavras de encorajamento bem como o seu rigor em apontar-me o melhor caminho e

decisão durante toda a vida acadêmica, foram essenciais para o meu progresso como pessoa e acadêmica.

A Minha professora e co-orientadora Sabrina Dias, que se dispôs a me orientar com tanta empatia e dedicação. Percebo que essa é uma marca singular de seu caráter que para mim se torna uma referência digna de imitação. Mulher que sabe como poucos equilibrar o rigor com a devida benignidade.

Aos demais professores da faculdade como poderia me esquecer? Sou fruto de sua dedicação com esforço e espero sempre corresponder à expectativa de todos honrando-os no exercício de meu aprendizado.

Muito obrigada nunca será suficiente para demonstrar a grandeza do que recebi de todos vocês.

E é a Ele que dirijo minha maior gratidão: Jesus. Não mereço todo seu amor e cuidado, autor de minha história, a Ele, toda a glória!

RESUMO

Os corantes são substâncias ou mistura de substâncias adicionadas aos alimentos e bebidas, com a finalidade de conferir ou intensificar a coloração própria do produto. Os corantes artificiais, tradicionalmente usados nos processamentos alimentícios, continuam sendo os corantes mais utilizados pelas indústrias, por apresentarem menores custos de produção e maior estabilidade frente aos naturais. Contudo, há uma vasta literatura científica apontando cuidados com a ingestão dos artificiais, além de resultados cada vez mais preocupantes das pesquisas envolvendo os prejuízos para a saúde em longo prazo devido ao consumo dessa classe de corantes, o que tem levado a substituição, ainda que discreta, dos corantes artificiais pelos naturais. Apesar de conveniente, devido aos vários fatores benéficos que os corantes naturais oferecem à saúde, como propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, ainda é um grande desafio para as indústrias alimentícias realizar esta plena substituição, por conta da instabilidade destes corantes, o que torna o processamento mais dificultoso. Por outro lado, os corantes artificiais são constantemente alvo de investigações quanto a sua relação com reações adversas que possam surgir nos consumidores. Sendo assim, o presente estudo teve por objetivo revisar a literatura no que tange ao uso dos corantes alimentícios mais presentes na dieta do consumidor, fazendo uma avaliação sobre seus benefícios e riscos à saúde.

Palavras-chave: Corantes alimentícios, naturais, benefícios, artificiais

ABSTRACT

The food dyes are substances or mixtures of substances added to food and beverages, in order to confer or enhance the color of the product itself. Artificial dyes, traditionally used in food processing, are still used by most industries, because of the lower production costs and higher stability compared to natural. However, there is a vast literature pointing care ingestion of artificial, as well as a growing concern of research involving damage to health in the long term due to the consumption of this class of food dyes, which has led to substitution, although discrete nature of the artificial coloring. Although convenient, due to various factors beneficial to the natural dyes offer health as antioxidants and anti-inflammatory properties, it is still a great challenge for the food industry fully realize this substitution, due to the instability of these dyes, which makes processing more difficult. Moreover, artificial colors are constantly subject of investigations regarding its relation to adverse reactions in consumers that might arise. Therefore, this study aimed to review the literature regarding the use of food colors more present in the diet of consumers, making an assessment of their benefits and risks to health.

Key words: Food colors, natural, benefits, artificial

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Uso de corantes alimentícios.	18
Figura 2. Mercado Mundial de corantes alimentícios, dados de 1992	20
Figura 3. William Henry Perkin, o corante e a molécula de malveína, nome inspirado na flor de malva	21
Figura 4. Corantes naturais	26
Figura 5. Estrutura química da clorofila <i>a</i> e clorofila <i>b</i>	28
Figura 6. Estrutura dos carotenoides.....	31
Figura 7. Estrutura química das antocianinas.....	33
Figura 8. Transformações estruturais das antocianinas com mudança de pH.....	35
Figura 9. Estrutura química geral da betalaína.....	37
Figura 10. Fêmea e colônia de fêmeas da espécie <i>Dactylopius coccus</i>	40
Figura 11. Estrutura química do ácido carmínico	41
Figura 12. Reações de carotenoides e radicais livres	46
Figura 13. Estrutura química do corante Tartrazina	53
Figura 14. Estrutura química do corante Eritrosina	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Corantes alimentícios de uso tolerados no Brasil.....	25
Quadro 2. Estruturas, nomes e fontes das principais antocianinas	34
Quadro 3. Classificação do corante caramelo	39
Quadro 4. Corantes sintéticos artificiais mais consumidos no mundo e seus efeitos adversos	52
Quadro 5. Reações adversas relacionadas a corantes artificiais	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
DNA	Ácido desoxirribonucleico
Eros	Espécies reativas de oxigênio
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
IDA	Ingestão diária aceitável
INS	<i>International Numbering System</i>
INS	Sistema Numérico Internacional
JECFA	Joint Expert Committee On Food Additives
MERCOSUL	Mercado Comum do Sul
pH	Potencial hidrogeniônico
PIB	Produto Interno Bruto
RNA	Ácido ribonucleico
UE	União Europeia

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE QUADROS	x
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	xi
1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS.....	16
2.1. OBJETIVO GERAL	16
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
3.1. CORANTES	17
3.2. HISTÓRICO SOBRE O USO DOS CORANTES	20
3.3. LEGISLAÇÃO	22
3.4. CLASSIFICAÇÃO DOS CORANTES ALIMENTÍCIOS.....	24
3.5. CORANTES NATURAIS.....	26
3.5.1. Compostos tetrapirrólicos	27
3.5.2. Compostos isoprenoides.....	29
3.5.3. Derivados benzopiranos	32
3.5.4. Compostos N-heterocíclicos	35

3.5.5. Pigmentos derivados de processamento	38
3.5.6. Quinonas	40
3.6. BENEFÍCIOS À SAÚDE	42
3.6.1. Efeito Antioxidante	43
3.6.2. Clorofilas	44
3.6.3. Carotenoides	45
3.6.4. Antocianinas	47
3.6.5. Betalaínas	48
3.6.6. Carmim	50
3.7. CORANTES ARTIFICIAIS	50
3.7.1. Os Riscos do Uso dos Corantes Artificiais	51
3.7.2. Hipersensibilidade (Alergias)	55
3.7.3. Hiperatividade	57
3.7.3. Carcinogenicidade	58
4. CONCLUSÃO	59
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

1. INTRODUÇÃO

A alimentação, além de necessária à saúde, é uma fonte de prazer. A idéia de consumo dos produtos dá-se, primeiramente, pela visão; alimentos coloridos, vistosos, são muito mais atraentes para o consumidor, e essa cor deve-se, sobretudo, ao uso de corantes. A cor é associada a muitos aspectos de nossa vida, influenciando nossas decisões, sobretudo as que envolvem os alimentos. A aparência, segurança, aceitabilidade e características sensoriais dos alimentos são todas afetadas pela cor. Embora esses efeitos sejam associações inerentes às características psicológicas, eles interferem na escolha dos produtos. Dentre as estratégias das indústrias para enriquecimento e favorecimento do produto que é processado, o corante exerce um efeito estimulante no apetite do consumidor.

Os corantes são substâncias ou mistura de substâncias adicionadas aos alimentos e bebidas, com a finalidade de conferir ou intensificar a coloração própria do produto. Para o uso desses corantes como aditivos alimentares, as indústrias devem respeitar os percentuais máximos estabelecidos pela legislação vigente. Além disso, é obrigação do fabricante, informar ao consumidor (através do rótulo do produto) a presença de corantes e suas especificações.

Os corantes artificiais, tradicionalmente usados nos processamentos alimentícios, continuam sendo os corantes mais utilizados pelas indústrias, por apresentarem menores custos de produção e maior estabilidade frente aos naturais, mas está ocorrendo um aumento da preferência do consumidor por alimentos mais saudáveis, o que tem levado a substituição, ainda que discreta, dos corantes artificiais pelos naturais. Contudo, essa substituição enfrenta dificuldades principalmente, nas condições de processamento e armazenamento dos alimentos.

Muitos corantes naturais além de atribuir cor aos alimentos que os contém, também possuem propriedades benéficas à saúde humana, ou seja, possuem características funcionais e não só estéticas, como por exemplo, antioxidantes e anti-inflamatórias. Com isso, sua utilização torna-se muito conveniente e interessante, pois além de melhorar a aparência dos alimentos, podem ajudar a promover a saúde de quem os consome.

Impulsionados por consumidores cada vez mais exigentes, os pontos críticos da sua produção têm sido intensamente analisados e diversas propostas para solucioná-los indicam futuro promissor para o emprego dessa matéria-prima. E o apelo mercadológico estimula cada vez mais o desenvolvimento de novos estudos com o intuito de superar as limitações tecnológicas existentes.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é fazer uma revisão bibliográfica sobre o uso dos corantes alimentícios e os seus benefícios e riscos à saúde.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir corante e caracterizar suas classes;
- Descrever as principais legislações sobre o uso de corantes em alimentos;
- Descrever os principais pigmentos naturais e corantes artificiais usados como corantes alimentícios;
- Descrever alguns dos principais riscos apresentados pelos corantes artificiais, bem como alguns dos benefícios dos corantes naturais para a saúde do consumidor.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. CORANTES

Os órgãos sensitivos do ser humano captam cerca de 87% de suas percepções pela visão, 9% pela audição e os 4% restantes por meio do olfato, do paladar e do tato. A percepção da cor não se refere apenas à habilidade do homem em distinguir a luz de diferentes comprimentos de onda. A cor é o resultado produzido no cérebro pelo estímulo recebido quando a energia radiante penetra nos olhos, permitindo a distinção do verde, do azul, do vermelho e de outras cores. A aceitação do produto alimentício pelo consumidor está diretamente relacionada a sua cor. Esta característica sensorial, embora subjetiva, é fundamental na indução da sensação global resultante de outras características, como o aroma, o sabor e a textura dos alimentos. Desta forma, a aparência do alimento pode exercer efeito estimulante ou inibidor do apetite (CONSTANT, STRINGHETA, SANDI, 2002).

Embora o consumo de um determinado alimento devesse depender principalmente do seu valor nutricional, a sua cor, aroma e textura são fatores que conduzem à preferência do consumidor. Dentre estes fatores, a cor é o mais importante fator de preferência, já que a qualidade que mais facilmente desperta a atenção do consumidor (BOBBIO, BOBBIO, 1995).

A coloração é a primeira qualidade sensorial pelo qual os alimentos são julgados e, portanto, amplamente utilizada na indústria alimentícia para atender as expectativas dos consumidores, que usualmente associam cor ao sabor, cheiro ou qualidade do produto. Por essa razão, o setor alimentício preocupa-se tanto com a aplicação de cores (através do uso de corantes) e obtenção de alimentos que agradem aos olhos do consumidor, pois além de necessária para sobrevivência, a alimentação também é fonte de prazer e satisfação (Figura 1). Conseqüentemente, tem aumentado a preocupação quanto aos riscos toxicológicos desses produtos e/ou seus metabólitos no organismo humano (KAPOR, 2001; CONSTANT, STRINGHETA, SANDI, 2002).

Os corantes são uma classe de aditivos alimentares, definidos como substâncias que têm a finalidade de conferir, intensificar ou padronizar a

coloração dos produtos alimentícios, proporcionando as mesmas características de um produto natural. Segundo o Item 1.2 da Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997, aditivo é qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos com o objetivo de modificar suas características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante sua fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação, sem o propósito de nutrir (BRASIL, 1997; CUNHA, 2008).



Figura 1: Uso de corantes alimentícios. Fonte: SENNA, 2012

Eles são usados para restaurar possíveis perdas de coloração que ocorrem durante a produção e armazenamento, para manter a uniformidade do produto e atender as expectativas dos consumidores, além de tornar os produtos mais atrativos (CUNHA, 2008).

De um ponto de vista nutricional, o uso de corantes alimentícios não é necessário, a sua função é apenas colorir os alimentos fazendo com que os produtos industrializados tenham uma aparência mais parecida com a dos produtos naturais, sendo, portanto, mais agradável aos olhos do consumidor, e seu uso, exclusivamente estético, é primordialmente justificado por motivos comerciais. Eles são extremamente comuns, já que a cor e a aparência têm um papel importantíssimo na aceitação dos produtos pelo consumidor (COSENTINO, 2005; CUNHA, 2008).

Existem, entretanto, razões de ordem técnica para se colorir os alimentos, destacando-se as seguintes (VELOSO, 2012):

- a) Restaurar a cor dos produtos cuja coloração natural é afetada ou destruída pelos processos de transformação, embalagem, estocagem, e/ou distribuição e cujo aspecto visual encontra-se prejudicado;
- b) Uniformizar a cor dos alimentos produzidos a partir de matérias-primas de origem diversa;
- c) Conferir cor a alimentos incolores e/ou reforçar as cores já presentes nos alimentos.

O uso de corantes para fins alimentícios exige avaliações de sua toxicidade; solubilidade (em água e/ou solventes alcoólicos); reatividade química com outros componentes do alimento; estabilidade quanto à luz, calor e umidade, entre outros. No Brasil, o Ministério da Saúde, tem permitido o uso de poucos corantes sintéticos em artigos alimentícios, em concentrações rigorosamente controladas (KAPOR, 2001).

No passado, os corantes artificiais eram os principais agentes de coloração dos produtos industrializados. Nos últimos quinze anos, com base nos resultados de estudos toxicológicos, o uso de inúmeros corantes tem sido proibido por legislações de países específicos e observa-se uma nova tendência no consumo de corantes que resultou em uma pequena substituição dos corantes sintéticos pelos naturais. O uso indiscriminado e cumulativo dos aditivos sintéticos aumentou as intoxicações por chumbo, arsênico e mercúrio, além do risco de se desenvolver câncer. Atualmente, nos EUA, o FDA (*Food and Drug Administration*) permite o uso de apenas sete corantes artificiais na indústria alimentícia e de cosméticos. Este número já chegou a 80. Assim, o interesse e o consumo dos corantes naturais têm aumentado muito nos últimos anos (MORITZ, 2005; CUNHA, 2008).

Outro fator que incentivou o consumo de produtos naturais é a consolidação da sensibilização ecológica da população. A utilização destes corantes nas indústrias alimentícia, farmacêutica e de cosméticos vem sendo uma exigência dos consumidores (MORITZ, 2005).

A Figura 2 mostra a distribuição do uso de corantes em alimentos ao redor do mundo no ano de 1992.

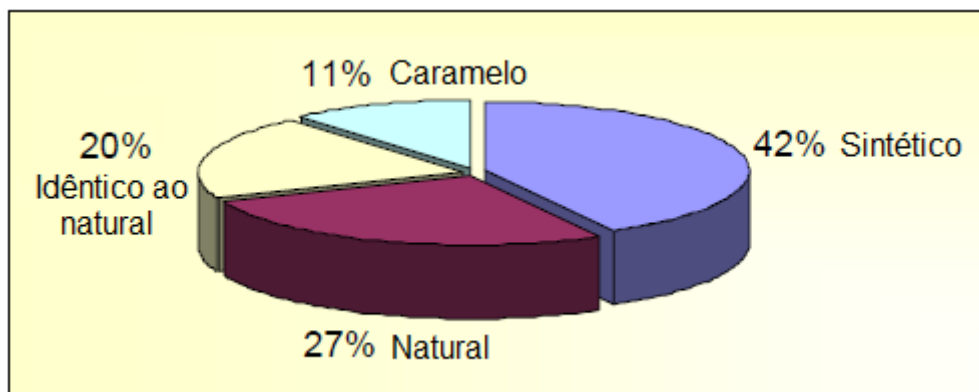


Figura 2: Mercado Mundial de corantes alimentícios em 1992. Adaptado de: MORITZ, 2005

No Brasil, a indústria de alimentos representa 4% do PIB (Produto Interno Bruto) e 30% do total das exportações. O setor conta com 38 mil empresas, 750 mil empregos diretos e faturamento anual de R\$ 58,1 bilhões. Considerando que a maioria dos alimentos processados leva corantes, o mercado destes pigmentos está em franca expansão (MORITZ, 2005).

Embora a tecnologia disponível nas indústrias brasileiras nem sempre seja competitiva em nível de qualidade e de preços com a tecnologia existente no Japão, EUA e Europa, há no Brasil indústrias com capacidade técnica e produtos com excelente qualidade (MORITZ, 2005).

3.2. HISTÓRICO SOBRE O USO DOS CORANTES

Na antiguidade, os corantes naturais eram extraídos essencialmente de flores, sementes, frutos, cascas e raízes de plantas ou de insetos e moluscos através de complexos processos, envolvendo diversas operações como maceração, destilação, fermentação, decantação, precipitação, filtração, etc. Os índios, por exemplo, extraíam corantes de plantas com a finalidade de tingirem artefatos, vestimentas e os próprios corpos (como proteção contra picada de insetos, raios solares ou para indicarem um estado de espírito como festejos, guerras, etc.).

No entanto, com o processo de industrialização e desenvolvimento da indústria química, surgiram, no século XVIII, os corantes sintetizados

quimicamente, substituindo em larga escala os denominados naturais (SÃO JOSÉ et al., 2007).

Até 1850 todos os corantes alimentícios provinham de três fontes: vegetais comestíveis (cenoura para laranja, beterraba para vermelho, casca de uva escura para preta, etc.); extratos de origem animal ou vegetal normalmente não consumidos como tais (ácido carmínico para vermelho, estigma de açafrão para laranja, etc.); e resultados da transformação de substâncias naturais (caramelo para marrom), (SOUZA, 2000).

Em 1856, William Henry Perkin, um químico inglês, sintetizou o primeiro corante, a malva ou malveína (Figura 3). O cientista trabalhava em seu laboratório caseiro, estudando a oxidação da fenilamina, também conhecida como anilina, com dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$). Após jogar fora o precipitado, resultante da reação, e lavar os resíduos do frasco com álcool, Perkin admirou-se com o aparecimento de uma bonita coloração avermelhada. Ele repetiu a reação, sob as mesmas circunstâncias, e obteve de novo o corante, ao qual chamou de Púrpura de Tiro e que, posteriormente, passou a ser denominado pelos franceses de *Mauve* (NETTO, 2009).

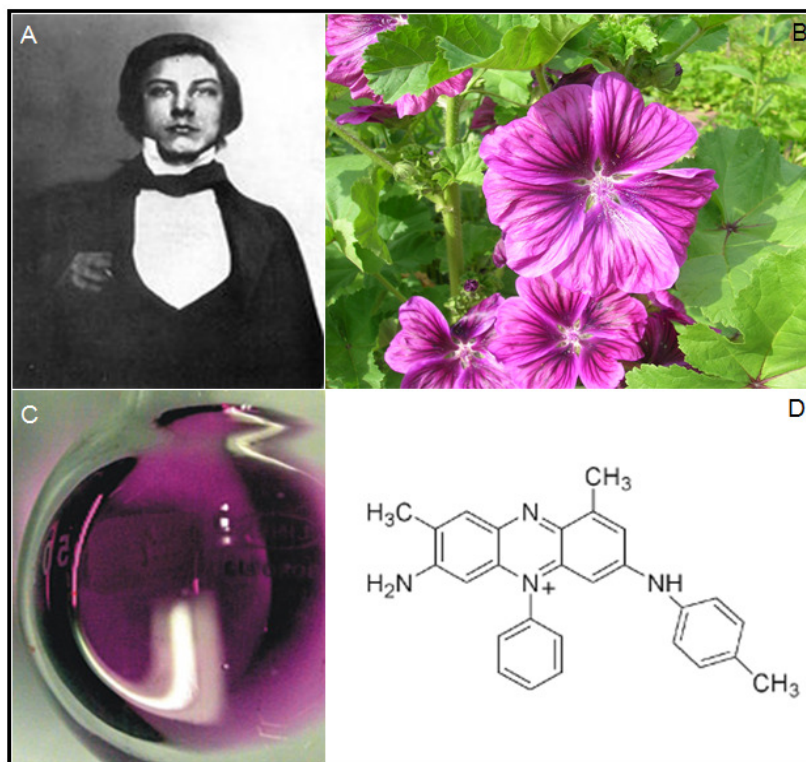


Figura 3: William Henry Perkin (A), o corante (C) e a molécula de malveína (D), nome inspirado na flor de malva (B). Fonte: BARROS, BARROS, 2010

Em 1865, Friedrich Engelhorn fundou a BASF (Badische Anilin - & Soda - Fabrik A G), para produzir corantes derivados do alcatrão de hulha. Em 1906, apareceu nos EUA a primeira legislação relativa à utilização de corantes na indústria alimentícia. No final do século XIX mais de 90 corantes eram utilizados pela indústria alimentícia. Desde essa época, pesquisas comprovaram que muitos corantes sintéticos são tóxicos e podem causar anomalias em recém-nascidos, distúrbios cardíacos ou cânceres (CUNHA, 2008).

Em 1906, surgiu nos Estados Unidos a primeira legislação relativa à utilização na indústria alimentícia; somente sete corantes foram autorizados. No final do século XIX, mais de 90 corantes eram utilizados pela indústria alimentícia (POLÔNIO, 2010).

3.3. LEGISLAÇÃO

As instruções normativas governamentais para o uso de corantes variam regionalmente em suas abordagens legais de permissões e limites.

A legislação brasileira prevê a existência e utilização de corantes, através do Ministério da Saúde e sua Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Enquanto a legislação dos EUA, por exemplo, é normatizada pela FDA (COSENTINO, 2005).

No Brasil, em 1961, foi promulgado pela primeira vez decreto presidencial regulamentando o emprego de aditivos químicos em alimentos, através do Decreto nº 50.040 de 24 de janeiro de 1961. Nele, define-se corante como “a substância que confere ou intensifica a cor dos alimentos”. Um decreto de 1965 modifica o decreto anterior, mas mantém a essência no que se refere aos corantes naturais (COSENTINO, 2005).

Em 1977, a Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA) através da Resolução nº 44, estabelece as condições gerais de elaboração, apresentação, classificação, designação, composição e fatores essenciais de qualidade dos corantes usado na indústria alimentícia. Nela, define-se corante como a substância ou a mistura de substâncias que possuem a propriedade de conferir ou intensificar a coloração de alimento (e bebida).

Excluem-se desta definição, os sucos ou extratos de vegetais e outros ingredientes utilizados na elaboração de alimentos e bebidas que possuem coloração própria, salvo se adicionados apenas com a finalidade de conferir ou intensificar a coloração própria do produto.

Esta resolução adota também códigos de rotulagem para corantes em geral, onde os divide em quatro classificações:

- C.I – Corante orgânico natural;
- C.II – Corante orgânico sintético artificial;
- C.III – Corante orgânico sintético idêntico ao natural;
- C.IV – Corante inorgânico (pigmentos) (BRASIL, 1977).

Os limites máximos permitidos para aditivos alimentares, incluindo os corantes, são estabelecidos pela Resolução nº 04, de 24 de novembro de 1988, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde (BRASIL, 1988).

Quando puros, os corantes deverão atender às especificações das Tabelas III e IV, anexas ao Decreto n. 55871, de 26 de março de 1965, com suas modificações mais recentes, até a aprovação das monografias para cada corante, onde sejam especificadas suas características de pureza e identidade (BRASIL, 1965).

Em 1994 a Comunidade Europeia adotou um sistema de classificação de corantes para preparações alimentícias, denominado *Colour Directive* 94/36/EC, que prevê a indexação dos corantes segundo o sistema europeu (Euro). Os corantes são listados em uma faixa que varia do E-80 (lithorubina BK) ao E-100 (curcumina) (COSENTINO, 2005).

Em 1997 uma portaria da Secretaria de Vigilância Sanitária, resolve compatibilizar a legislação nacional sobre alimentos com as Resoluções MERCOSUL referentes a aditivos alimentares. Estabelece a função dos corantes, como “substância que confere, intensifica ou restaura a cor de um alimento” (COSENTINO, 2005).

No Brasil, pela legislação atual e Resoluções nº 382 a 388 de 9 de agosto de 1999 da ANVISA, são permitidos para alimentos e bebidas o uso de apenas onze corantes artificiais, sendo eles:

- Amarelo crepúsculo,
- Amarelo tartrazina,
- Amarantho,
- Vermelho de eritrosina,
- Azorrubina,
- Azul Patente V.
- Vermelho 40,
- Ponceau 4R,
- Azul de indigotina,
- Azul brilhante,
- Verde Rápido,

Existe um consenso dessa legislação entre os países membros do MERCOSUL, no que se refere ao uso de corantes em alimentos. A Resolução GMC (Grupo Mercado Comum) nº 50/98 trata dessa harmonização, bem como a Resolução GMC nº 52/98, que se refere aos critérios para determinar funções dos aditivos e seus máximos para todas as categorias de alimentos (PAVANELLI, 2010).

O Sistema Internacional de Numeração de Aditivos Alimentares foi elaborado pelo Comitê do *Codex* sobre Aditivos Alimentares e Contaminantes de Alimentos para estabelecer um sistema numérico internacional (INS) de identificação dos aditivos alimentares nas listas de ingredientes como alternativa à declaração do nome específico do aditivo (*CI name*), baseado no número de identificação (CI). O INS não supõe uma aprovação toxicológica da substância pelo Codex (MORITZ, 2005).

E segundo a legislação vigente, em produtos que contêm corantes devem vir descritos em seu rótulo a classe do aditivo (corante) e o nome por extenso e/ou INS, além disso, os corantes artificiais devem apresentar no rótulo a indicação “colorido artificialmente” (NETTO, 2009).

3.4. CLASSIFICAÇÃO DOS CORANTES ALIMENTÍCIOS

Os corantes utilizados em alimentos e bebidas são classificados com relação a sua origem, em naturais (vegetal e animal) e sintéticos:

- a) Corante orgânico natural – é aquele obtido a partir de vegetal ou, eventualmente, de animal, cujo princípio do corante tenha sido isolado com emprego de processos tecnológicos adequados, que evitem a sua contaminação com outros produtos químicos.

- b) Corante orgânico artificial – é aquele obtido por síntese orgânica, e não encontrado em produtos naturais.
- c) Corante sintético idêntico natural – é o corante cuja estrutura química é igual a do princípio isolado do corante orgânico natural.
- d) Corante inorgânico ou pigmento – é aquele obtido a partir de substâncias minerais e submetido a processos de elaboração e purificação adequados ao seu emprego em alimentos.
- e) Caramelo – o corante natural obtido pelo aquecimento de açúcares a temperaturas superiores aos dos pontos de fusão (BRASIL, 1977).

O Quadro 1 mostra os corantes com uso permitido para alimentos no país, de acordo com a sua classificação.

Quadro 1: Corantes alimentícios de uso tolerados no Brasil

Corante	Exemplos
Orgânico natural	<ul style="list-style-type: none"> • Curcumina • Cochonilha; ácido carmínico • Clorofila • Urzela; orceína, oreína sulfonada • Carotenoides: alfa, beta, e gama-caroteno, bixina, norbixina, capsantina, capsorubina, licopeno. • Xantofilas: flavoxantina, luteína, criptoxantina, rubixantina, violaxantina, rodoxantina, cantaxantina. • Vermelho de beterraba, betanina. • Antocianinas: pelargonidina, cianidina, peonidina, delphinidina, malvidina.
Orgânico sintético artificial	<ul style="list-style-type: none"> • Amarelo crepúsculo • Tartrazina • Azul brilhante FCF • Indigotina • Azorrubina • Azul Patente V • Vermelho 40 • Bodeaux S ou amaranto • Eritrosina • Ponceau 4 R • Verde Rápido
Orgânico sintético idêntico ao natural	<ul style="list-style-type: none"> • Betacaroteno • β-Apo-8'-carotenal • Éster etílico do ácido β-Apo-8'-carotênico • Complexo cúprico da clorofila e clorofilina • Cantaxanteno • Caramelo amônia
Inorgânico (pigmentos)	<ul style="list-style-type: none"> • Carbonato de cálcio • Dióxido de Titânio • Óxido e hidróxido de ferro • Alumínio, Prata, Ouro

Adaptado de: BRASIL, 1977; BRASIL, 1999.

3.5. OS CORANTES NATURAIS

Entre as principais fontes para obtenção de corantes naturais (Figura 4) estão as plantas (folhas, flores e frutos), animais (insetos) e micro-organismos (fungos e bactérias) (MENDONÇA, 2011).



Figura 4: Corantes naturais. Fonte: BARROS, 2009

O conhecimento da estrutura e das propriedades dos pigmentos naturais é essencial para o dimensionamento adequado de um processo, de forma a preservar a cor natural do alimento e evitar mudanças indesejáveis de cor, e é muito importante, também, para o desenvolvimento e aplicações de corantes (MORITZ, 2005).

A utilização de corantes naturais depende principalmente da sua extração econômica a partir de fontes naturais. Durante a extração, os corantes são passíveis de sofrerem oxidação, isomerização, fotooxidação ou formação de complexos metálicos. Em adição, a sua forma concentrada não pode sofrer precipitação ou polimerização. Os métodos para estabilização dos pigmentos incluem o uso alternativo de aditivos como o ácido ascórbico, íons metálicos e vários ácidos orgânicos, ou então o encapsulamento dos pigmentos ou adsorção em gelatinas, alginatos ou silicilatos (MORITZ, 2005).

Os solventes e veículos de emprego autorizado na elaboração e processamento dos corantes naturais são: água, açúcares, álcool etílico, amidos,

cloreto de sódio, dextrina, gelatina, glicerol, óleos e gorduras comestíveis (BRASIL, 1977).

Embora os corantes naturais apresentem desvantagens (baixa estabilidade e alto custo) frente aos corantes artificiais, os naturais têm sido utilizados há anos sem evidências de danos à saúde. Portanto, apesar das desvantagens, a substituição por corantes naturais é gradativa na indústria alimentícia, pois conferem ao produto aspecto natural, o que aumenta a aceitação pelo consumidor (GOMES, 2012).

Não devem ser considerados como absolutamente seguros pelo simples fato de serem naturais. Deve-se salientar que usualmente contêm diferentes componentes, variando de acordo com a origem e método de preparação; que os solventes utilizados para extrair os componentes coloridos podem ser prejudiciais; que existe a possibilidade da presença de contaminantes e impurezas derivadas do material original ou do processo de fabricação, além da possibilidade de contaminação microbiana (SCHVARTSMAN, 1982).

3.5.1. Compostos tetrapirrólicos

Compreendem as clorofilas presentes em vegetais, grupo Heme (sangue) e grupo Bile (algas e cianobactérias), que apresentam em seu núcleo, a presença e o estado de oxidação de um íon metálico, importante no componente cromóforo. Estes compostos têm uma estrutura com anéis pirrólicos em disposições lineares ou cíclicas.

Clorofilas: As clorofilas são os pigmentos naturais mais abundantes presentes nas plantas e ocorrem nos cloroplastos das folhas e em outros tecidos vegetais. Devido a sua cor e as propriedades físico-químicas, são também usadas como aditivos para produtos alimentícios. O nome clorofila foi proposto por Pelletier e Caventou, em 1818, para designar a substância verde que se podia extrair das folhas com o auxílio do álcool.

Atualmente os pigmentos clorofilianos são de grande importância comercial, podendo ser utilizados tanto como pigmentos quanto como antioxidantes (STREIT et al., 2005).

Quimicamente, a clorofila não é uma molécula isolada, mas compreende uma família de substâncias semelhantes entre si, designadas de clorofila a, b, c e d (Figura 5) (VOLP, RENHE, STRINGUETA, 2009).

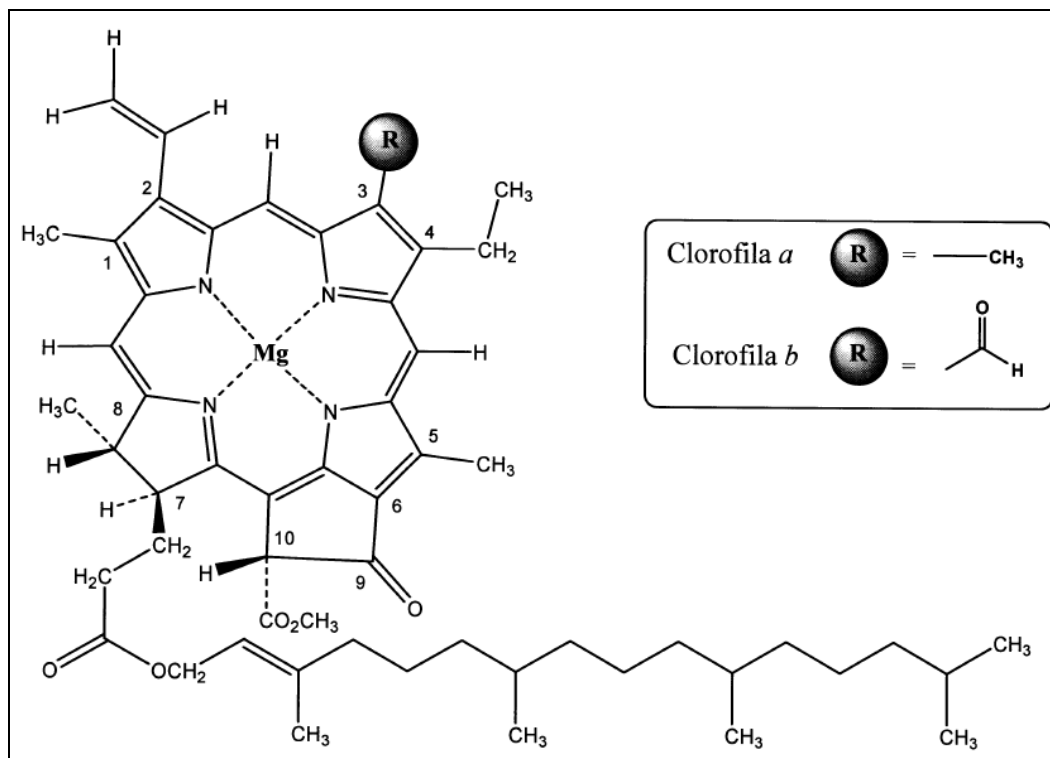


Figura 5: Estrutura química da clorofila *a* e clorofila *b*. Fonte: STREIT et al., 2005

As ligações entre as moléculas de clorofilas são muito frágeis (não-covalentes), rompendo-se com facilidade ao macerar o tecido em solventes orgânicos. O caráter hidrofílico/hidrofóbico de uma substância influi diretamente na escolha do melhor solvente para a sua extração. Os solventes polares como a acetona, o metanol, o etanol, o acetato de etila, a piridina e a dimetilformamida são os mais eficazes para a extração completa das clorofilas. Os solventes apolares como o hexano e o éter de petróleo são os menos eficazes (STREIT et al., 2005).

Os pigmentos clorofilianos podem ser extraídos da planta recém-colhida, porém, o método mais usual é a extração após a secagem. Isso deve ser feito sob vácuo a baixas temperaturas o mais rápido possível após a colheita, evitando sua exposição à luz. A clorofila a apresenta uma cor azul-esverdeada em solução, enquanto a clorofila b uma cor amarelo-esverdeada (STREIT et al., 2005).

As clorofilas são quimicamente instáveis e podem ser alteradas ou destruídas facilmente, modificando a percepção e a qualidade dos produtos. Em geral, as clorofilas são relativamente instáveis e sensíveis à luz, aquecimento, oxigênio e a degradação química (SCHOEFS, 2002).

3.5.2. Compostos isoprenoides

Também chamados de terpenoides, representam uma grande família de compostos naturais, representados pelos carotenoides. Os terpenoides são produtos do metabolismo secundário, tendo como função intermediar a relação planta x ambiente. Metabólitos secundários são comuns entre certos grupos taxonômicos, ou exclusivos para determinada espécie, e oferecem vantagens para a manutenção e desenvolvimento das plantas que os sintetizam. Estes fenômenos incluem processos como a defesa contra patógenos e herbívoros, atração de polinizadores, permitir a tolerância de temperaturas extremas e processos de adaptação a estresse hídrico ou deficiência de nutrientes e minerais do solo (PROBST, 2012).

Os carotenoides e as xantofilas são, provavelmente, os maiores grupos de corantes e os mais distribuídos na natureza. Estes são produzidos por bactérias, fungos, leveduras e plantas. Diversos carotenoides possuem atividade pró-vitamina A e, conseqüentemente, agregam ao alimento um importante valor nutricional, bem como estético.

Carotenoides: São um grande grupo de pigmentos presentes na natureza, principalmente em plantas, nas quais se encontram nos cloroplastos, sempre acompanhando as clorofilas, com cerca de 600 estruturas caracterizadas, sendo identificados de várias fontes, somente 40 são encontrados em alimentos.

Alguns destes são utilizados industrialmente como corantes ou substâncias bioativas em rações, cosméticos, alimentos e fármacos. Estes compostos estão presentes em todos os organismos fotossintetizantes, sendo que as frutas e vegetais constituem a maior fonte de carotenoides na dieta humana, presentes como microcomponentes e responsáveis pelas cores amarela, laranja e vermelha destes alimentos. Nas plantas, desempenham função no mecanismo

fotossintético e na proteção contra o dano causado por exposição à luz (BOBBIO, BOBBIO, 2003; VALDUGA, 2005; AISSA, 2010).

Os carotenoides têm a estrutura básica de tetraterpeno de quarenta carbonos, formado por oito unidades isoprenoides de cinco carbonos, ligados de tal forma que a molécula é linear e simétrica, com a ordem invertida no centro. Este esqueleto básico pode ser modificado através de várias maneiras, como reações de hidrogenação, desidrogenação, ciclização, migração de dupla ligação, encurtamento ou extensão da cadeia, rearranjo, isomerização, introdução de substituintes e oxidação. Os carotenoides hidrocarbonetos (contendo apenas carbono e hidrogênio) são chamados de carotenos, representados pelos α , β e γ -caroteno, licopeno e bixina; e os derivados oxigenados, de xantofilas, representados pela capsorubina, capsantina criptoxantina, zeaxantina, xantofila e luteína. O sistema de duplas ligações conjugadas serve como cromóforo, ou seja, confere a habilidade de absorver luz na região do visível. São necessárias, aproximadamente, sete ligações duplas conjugadas para que o carotenoide apresente coloração. O sistema de duplas ligações conjugadas também confere a estes pigmentos alta reatividade química, podendo ser facilmente isomerizados e oxidados. A Figura 6 apresenta a estrutura dos principais carotenoides (VALDUGA, 2005; GOMES, 2012).

Os carotenoides utilizados industrialmente são obtidos por via química ou extração de plantas ou algas. Porém, devido à preocupação com o uso de aditivos químicos nos alimentos, houve um crescente interesse nos carotenoides obtidos naturalmente por processos biotecnológicos. Comercialmente, os carotenoides são usados como corantes alimentícios e em suplementos nutricionais, com um mercado global de US\$ 935 milhões em 2005 (VALDUGA, 2005).

A síntese dos carotenoides não requer elevados custos de produção, principalmente para os β -carotenoides, β -apo-8'-carotenal, cantaxantina e astaxantina, utilizados como corantes na indústria de laticínios, sorvetes, saladas, maioneses temperadas e bebidas (MORITZ, 2005).

As xantofilas (capsantina e capsorubina) presentes no pimentão vermelho são empregadas como corantes em diversas linhas de produtos alimentícios processados como molhos, sopas em pó de preparo instantâneo, embutidos de

carne, principalmente salsicha e salame, além de corante em ração para aves (GOMES, 2012).

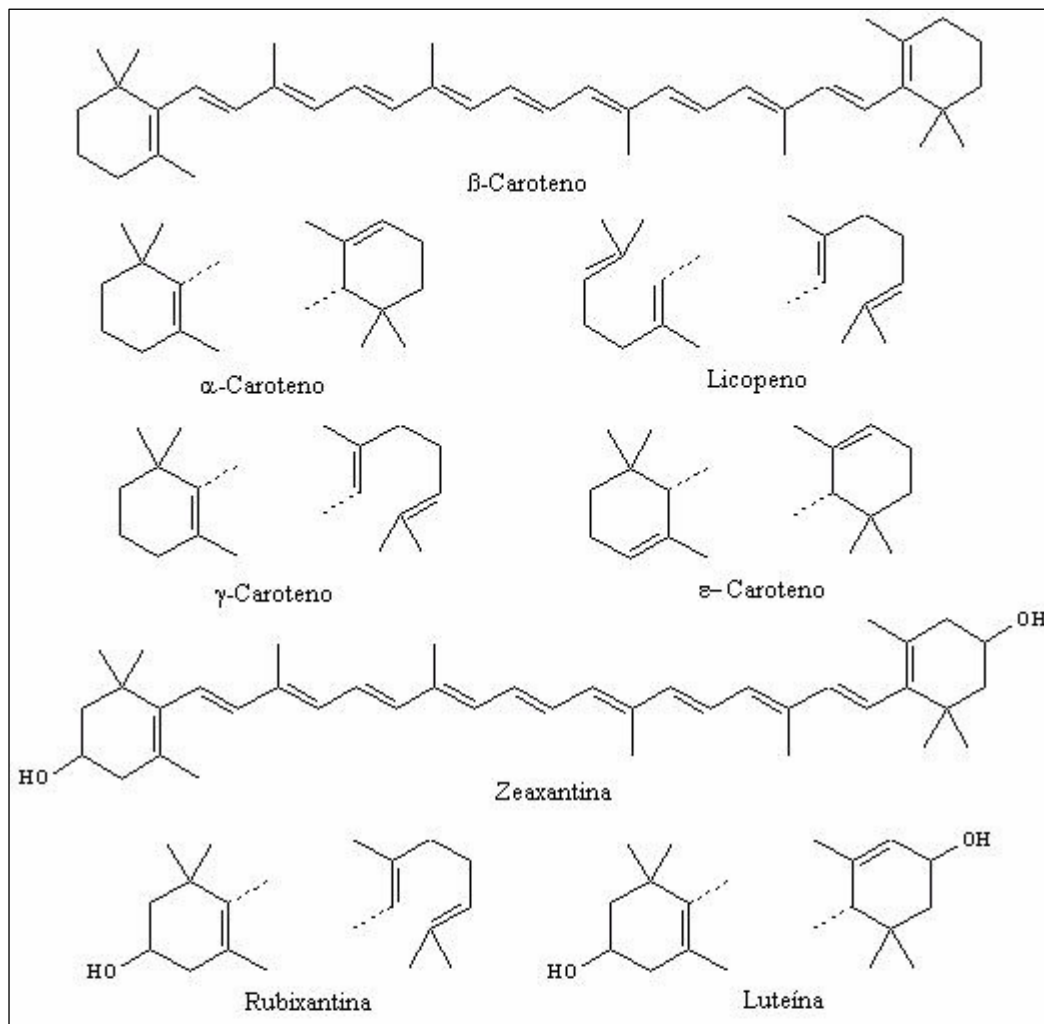


Figura 6: Estrutura dos carotenoides. Fonte: VALDUGA, 2005

Os carotenoides são relativamente estáveis em seu ambiente natural, mas se tornam mais lábeis quando sujeitos a tratamentos pós-colheita e a operações de processamento. Os carotenoides oxidam com muita facilidade na presença de luz, calor, metais, enzimas, devido à presença do grande número de ligações duplas conjugadas e, a partir de reações, ocasionam perdas da sua coloração em alimentos, sendo seus principais mecanismos de degradação. A estabilidade à oxidação de um pigmento em particular é dependente do seu ambiente. Em seu ambiente natural, os carotenoides são relativamente estáveis, mas tornam-se sensíveis à luz e temperatura, sendo facilmente decompostos após trituração do

vegetal e extração com solventes, respectivamente. A cadeia de polienos é o grande responsável pela instabilidade dos carotenoides, ou seja, a sua susceptibilidade à oxidação por oxigênio ou peróxidos e isomerização causados pelo calor, luz ou químicos (MORETTI, 2007; GOMES, 2012).

Apesar das limitações impostas pela instabilidade química (como por exemplo, oxidação e isomerização), os carotenoides possuem muitas vantagens, incluindo toxicidade baixa, cores altamente desejáveis e de alta resistência tintorial e atividade de pró-vitamina A, estabilidade na presença de agentes redutores (ácido ascórbico) (GOMES, 2012).

Além da baixa solubilidade em água, os fatores químicos, físicos e ambientais, limitam o uso de carotenoides como corante em alimentos. Atualmente, estudos estão sendo realizados com a finalidade de proteger esses pigmentos frente aos fatores citados anteriormente e tornando-os solúveis em água, facilitando a sua utilização em produtos alimentícios em substituição aos corantes artificiais (GOMES, 2012).

3.5.3. Derivados benzopiranos

Derivados benzopiranos são metabólitos secundários heterocíclicos contendo oxigênio. Incluem os flavonoides e as antocianinas, que são encontrados exclusivamente em vegetais. As antocianinas são os pigmentos mais importantes; eles produzem cor do laranja ao azul em pétalas, frutas, folhas e raízes. Os flavonoides possuem baixo poder de tingimento e não contribuem muito na coloração dos alimentos.

As antocianinas, entretanto, são responsáveis pela cor laranja, vermelha e roxa (cor de uva e framboesa). As antocianinas extraídas das uvas têm sido usadas como corantes alimentares desde 1880.

Antocianinas: As antocianinas são pigmentos encontrados apenas em vegetais e são dominantes em muitas frutas e flores. Após a clorofila, é o mais importante grupo de pigmentos de origem vegetal. Compõem o maior grupo de pigmentos solúveis em água do reino vegetal e são encontradas em maior quantidade nas angiospermas, e são capazes de absorver fortemente a luz na região do espectro

visível, conferindo uma infinidade de cores entre o laranja, o vermelho, o púrpura e o azul, dependendo do pH do meio em que se encontram (LOPES et al., 2007; GOMES, 2012).

Podem ser obtidas a partir dos extratos de casca de uva. As cascas são subprodutos da indústria de processamento de uvas para o fabrico de vinho e suco de uva e têm despertado interesse para o aproveitamento na produção comercial de antocianinas devido ao baixo custo e alto teor de corante (COULTATE, 2004).

As funções desempenhadas pelas antocianinas nas plantas são variadas: antioxidantes, proteção à ação da luz, mecanismo de defesa e função biológica. As cores vivas e intensas que elas produzem têm um papel importante em vários mecanismos reprodutores das plantas, tais como a polinização e a dispersão de sementes (LOPES et al., 2007).

A estrutura química básica das antocianinas é baseada em uma estrutura policíclica de quinze carbonos, derivada do cátion flavílico, mostrada na Figura 7.

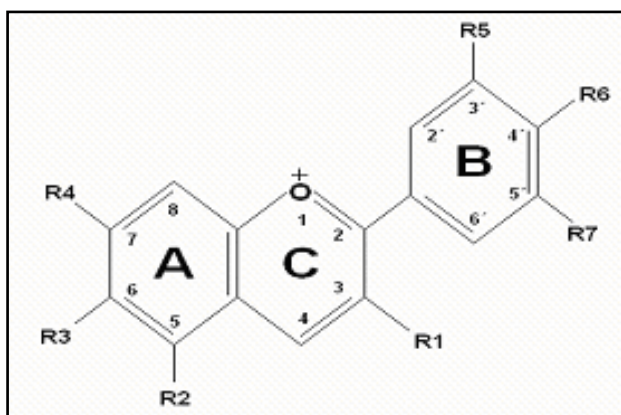


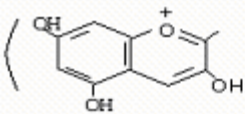
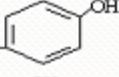
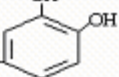
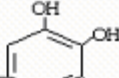
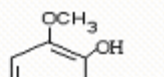
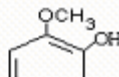
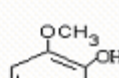
Figura 7: Estrutura química das antocianinas. Fonte: LOPES et al., 2007

As antocianinas são as principais responsáveis por inúmeras tonalidades de cores encontradas em flores, frutas e folhas. No Quadro 2, são mostradas as estruturas químicas das antocianinas e algumas fontes naturais das mesmas. Nas plantas que fazem parte da alimentação, as antocianinas se encontram difundidas, no mínimo em 27 famílias, 73 gêneros e numa grande variedade de espécies (LOPES et al., 2007).

Em solução aquosa, as antocianinas se encontram comumente na forma de uma mistura de diferentes estruturas químicas em equilíbrio: cátion flavilium

(vermelho), base anidra quinoidal (azul), pseudo-base carbitol (incolor), e chalcona (incolor ou levemente amarela) (LOPES et al., 2007).

Quadro 2: Estruturas, nomes e fontes na natureza das principais antocianinas

Estrutura do cátion flavilium	Estrutura do Anel B	Nome	Encontrado em
		Pelargonidina	Morango, amora vermelha.
		Cianidina	Jabuticaba, figo, ameixa, amora, repolho roxo.
		Delfinidina	Berinjela, romã e maracujá.
		Malvidina	Uva, feijão.
		Peonidina	Uva, cereja.
		Petunidina	Frutas diversas, petúncias.

Adaptado de: LOPES et al., 2007

A principal desvantagem da utilização do pigmento como corante está relacionada à degradação sofrida durante a extração do vegetal, processamento e estocagem de alimentos. A estabilidade das antocianinas é maior sob condições ácidas, mas pode ocorrer degradação por vários mecanismos, iniciando com perda da cor, seguida do surgimento de coloração amarelada e formação de produtos insolúveis. A estabilidade da cor de antocianinas é dependente da estrutura e da concentração dos pigmentos, além de fatores como o pH, a temperatura e a presença de oxigênio. A degradação pode ser influenciada por enzimas, ácido ascórbico, dióxido de enxofre, íons metálicos (ferro), além dos fatores anteriormente mencionados (LOPES et al., 2007; GOMES, 2012).

A sensibilidade ao pH é o principal fator limitante no processamento e utilização das antocianinas, uma vez que a cor das antocianinas é pH dependente. As antocianinas sofrem transformações estruturais reversíveis com a mudança no pH (Figura 8), que tem um grande impacto na cor. A forma oxônio

que predomina em pH 1,0 é colorida enquanto a forma hemiacetal é incolor. Assim, para cianidina-3-glicósido, a pH 3,01, 50% estará sob a forma colorida e 50% será incolor. Em soluções ácidas, a antocianina é vermelha, mas com o aumento do pH a intensidade de cor diminui. Em solução alcalina, a cor azul é obtida, porém é instável (WROLSTAD, 2004; LOPES et al., 2007).

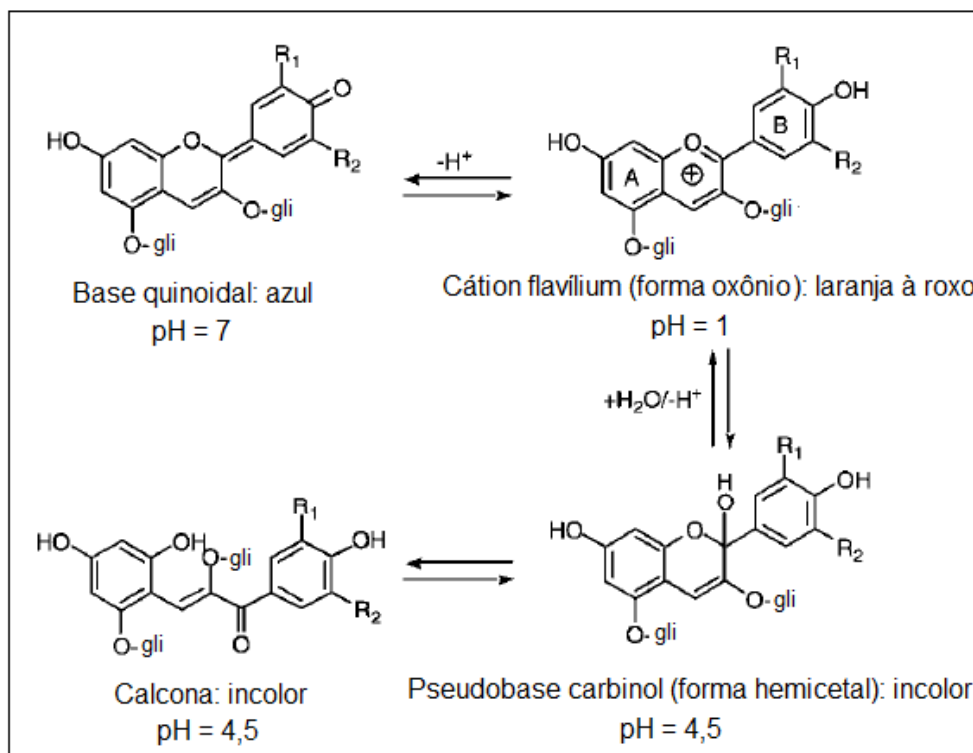


Figura 8: Transformações estruturais das antocianinas com mudança de pH.
Adaptado de: WROLSTAD, 2004

Também são sensíveis ao calor e à foto-oxidação, conseqüentemente perdem sua cor durante o processamento ou estocagem dos alimentos. Alguns grupos de pesquisa têm produzido estes pigmentos a partir do cultivo de células vegetais (MORITZ, 2005; LOPES et al., 2007).

3.5.4. Compostos N-heterocíclicos

Os compostos N-heterocíclicos diferentes de tetrapirróis, são metabólitos secundários das plantas e são representados pelas betalaínas, presentes unicamente em vegetais. São um grupo de pigmentos amarelos, vermelhos e púrpuras, que incluem as betacianinas e as betaxantinas, encontrados na família

das plantas *Centrospermae*. Estes pigmentos são sensíveis ao calor, luz e oxigênio, sendo limitado seu uso como corante alimentar.

Betalaínas: As betalaínas são compostos N-heterocíclicos solúveis em água, localizados nos vacúolos das plantas. Seu precursor comum é o ácido betalâmico. Na natureza foram identificadas mais de cinquenta estruturas. Entre as plantas, a ocorrência das betalaínas é restrita a 10 famílias da ordem da *Caryophyllales* e podem ser encontrados no reino fungi como a *Amanita*, *Hygrocybe* e *Hygrosporus*.

As betalaínas não pertencem ao grupo dos alcaloides, pois na natureza se apresentam na forma ácida devido à presença de vários grupos carboxilas. Produzem coloração vermelha, amarela, “pink” e laranja em flores e frutas, sendo que a beterraba constitui a principal fonte deste pigmento (VOLP, RENHE, STRINGUETA, 2009).

Quimicamente, as betalaínas são definidas por uma estrutura que engloba todos os componentes que apresentam uma fórmula geral (Figura 9). A estrutura geral das betalaínas contém o ácido betalâmico acompanhado de um radical R1 ou R2. Estes radicais são uma representação geral para os possíveis substituintes desse ponto da estrutura, que podem ser de um simples hidrogênio a um complexo substituinte. A variação desses grupos é em função das diferentes fontes de onde podem ser obtidos esses pigmentos e determinam sua tonalidade e estabilidade. Desta forma, as betalaínas podem ser divididas em dois grupos estruturais: as betacianinas (vermelho ao vermelho violeta) e as betaxantinas (amarelo) (VOLP, RENHE, STRINGUETA, 2009).

As betacianinas podem ser classificadas por sua estrutura química em quatro tipos: betanina, amarantina, gonferina e bougainvilina. Até o momento são descritos aproximadamente 50 tipos de betacianinas (vermelhos) e 20 tipos de betaxantinas (amarelos). As beterrabas contêm ambos os corantes, cerca de 75-95% de betacianina (betanina) e aproximadamente 95% de betaxantina (vulgaxantina I) (VOLP, RENHE, STRINGUETA, 2009).

Em relação à segurança de uso, não foram estipulados valores máximos de consumo, ou seja, as betalaínas não possuem IDA (ingestão diária aceitável) estabelecida. No Brasil, o corante natural vermelho de beterraba é de uso

permitido em alimentos e bebidas, a beterraba representa a principal fonte comercial da betalaína (concentrado ou pó), sendo restrito o uso da betanina como corante natural, por apresentar uma pobre variabilidade de cor (VOLP, RENHE, STRINGUETA, 2009).

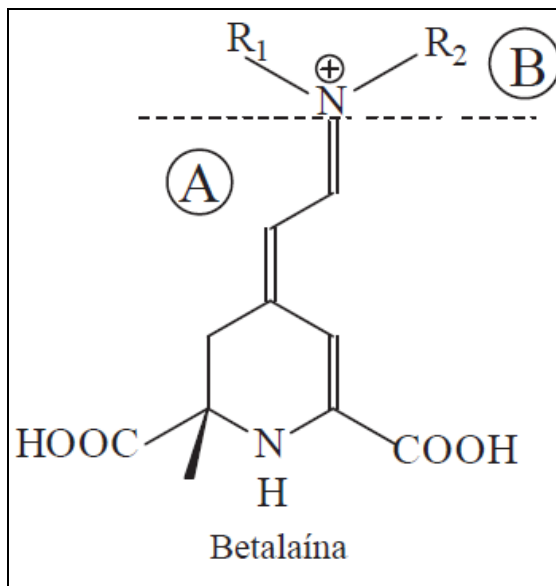


Figura 9: Estrutura química geral da betalaína. (A) Ácido betalâmico presente em toda molécula de betalaína. (B) Esta estrutura poderá representar tanto a betacianina quanto a betaxantina, dependendo da identidade dos radicais 1 e 2. Nas betacianinas, R= glicose ou ácido glucurônico. As betaxantinas possuem um anel di-hidropirínico. Fonte: VOLP, RENHE, STRINGUETA, 2009

A respeito da sua estabilidade, a betanina depende do pH (excelente estabilidade entre pH 4 e 5 e razoável entre pH 3 e 4 e pH 5 e 7). Seu espectro de cor encontra-se de pink a vermelho. É instável em presença de luz e oxigênio, sendo destruída quando submetida a altas temperaturas (VOLP, RENHE, STRINGUETA, 2009).

Atualmente o uso de betanina como corante é indicado para alimentos que durante o processamento não sejam submetidos a temperaturas muito altas e que tenham tempo curto de armazenamento. Devido a sua cor vermelho-azulada, misturadas de betanina com outros pigmentos dão melhores resultados quanto à aparência dos alimentos. Para a aplicação como corante de alimentos para confeitarias, o suco de beterraba é primeiro fermentado com leveduras a fim de eliminar a alta concentração de açúcares e, depois, seco até que se obtenha um pó com 6 a 7% de betacianinas (COULTATE, 2004).

3.5.5. Pigmentos derivados de processamento

Considerado um corante alimentar resultante do calor ou outro processamento como caramelização dos carboidratos. Um exemplo destes pigmentos são os produtos das reações Maillard e pigmentos formados a partir de aldeídos (caramelos e melanoides, respectivamente).

Corante Caramelo: O corante caramelo é um dos mais antigos utilizados pelo homem. É uma complexa mistura de componentes, muitos dos quais na forma de agregados coloidais, obtida por aquecimento de carboidratos alimentícios (xaropes de açúcares simples, como a glicose e a sacarose), sob pressão e temperatura controladas, na presença ou não de reagentes químicos, como ácidos, álcalis ou sais (NETTO, 2009; BARROS, BARROS, 2010).

A legislação classifica o corante caramelo de acordo com o tipo de processo pelo qual é obtido, como mostrado no Quadro 3.

O corante caramelo se apresenta na forma de um líquido viscoso ou pó higroscópico e as colorações fornecidas são em tons de castanho, que vão do ocre (quase creme) a um tom bem escuro, quase preto. (BARROS, BARROS, 2010).

Além da coloração, o corante caramelo pode ajudar na formação de espuma, desejável em alguns tipos de bebidas, como cervejas e refrigerantes, além de conferir leve sabor amargo, dependendo da quantidade utilizada (NETTO, 2009).

A escolha do tipo de corante caramelo a ser utilizado deve ponderar, além do poder corante e custo, a tonalidade e, principalmente, a compatibilidade das cargas que compõem os alimentos com aquelas presentes no corante caramelo (ponto isoelétrico) (NETTO, 2009).

No Brasil, os tipos de corantes caramelos mais utilizados pela indústria são os tipos III e IV, que apresentam as seguintes propriedades:

- Tipo III (processo amônia): corante caramelo carregado positivamente e indicado para produtos de mesma carga elétrica, como por exemplo, cervejas e molho shoyu, que possuem proteínas solúveis de carga positiva.

- Tipo IV (processo sulfito amônia): corante caramelo carregado negativamente e indicado para produtos de mesma carga, como por exemplo, refrigerantes, que possuem taninos de carga negativa.

Quadro 3: Classificação do corante caramelo

Classificação			Reagentes Utilizados	IDA (mg/kg peso corporal)
JECFA	UE	INS		
Classe I	Caramelo (E 150a)	150a	Com ou sem ácidos, álcalis, sais, com exceção de sulfito e amônia.	Ilimitada
Classe II	Caramelo sulfito- básico (E 150b)	150b	Com ou sem ácidos, álcalis, sais, na presença de sulfitos (ácidos sulfurosos, sulfito e bissulfito de Na e K); não pode ser utilizado composto de amônia.	0-160 mg/kg
Classe III	Caramelo amônia (E 150c)	150c	Com ou sem ácidos, álcalis, sais, na presença de compostos de amônia (hidróxidos, carbonatos, fosfatos); não pode ser utilizado composto de sulfito.	0-200 mg/kg
Classe IV	Caramelo sulfito-amônia (E 150d)	150d	Com ou sem ácidos, álcalis e sais, na presença de compostos de amônia e sulfito.	0-200 mg/kg

Abreviações: IDA: Ingestão Diária Aceitável; JECFA: Joint Expert Committee On Food Additives; UE: União Europeia; INS: Sistema Numérico Internacional. Adaptado de: ALMEIDA, 2011

A utilização incorreta de um corante caramelo, positivo com negativo ou negativo com positivo, principalmente em produtos líquidos, pode causar turvação e precipitação com a perda do lote produzido. Isso pode se dar no momento da adição ou durante a vida útil do produto.

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de refrigerantes. É nesse segmento industrial que o corante caramelo encontra sua maior aplicação, pois é

utilizado nos refrigerantes “tipo cola” e guaraná, que representam, praticamente, 75% de toda a produção e consumo.

3.5.6. Quinonas

Representadas pela benzoquinona, naftoquinona, antraquinona. Este é o maior grupo em número e variação estrutural. Os mais importantes para uso em alimentos são cochonila e carmim-cochonila. (ALVES, 2005; MORITZ, 2005).

Carmim: O termo carmim é usado mundialmente para descrever complexos formados a partir do alumínio e do ácido carmínico. Esse ácido é extraído a partir de fêmeas dessecadas de insetos da espécie *Dactylopius coccus* (Figura 10).



Figura 10: Fêmea e colônia de fêmeas da espécie *Dactylopius coccus*. Adaptado de: ALVES, 2012

O termo cochonilha é empregado para descrever tanto os insetos desidratados como o corante derivado deles. Muitas espécies desses insetos têm sido usadas como fonte de corantes naturais vermelhos. Cada inseto é associado com uma planta hospedeira particular gerando cores características, no entanto, a cochonilha Americana é a única com expressividade comercial. Na realidade, a principal origem destes insetos é Peruana. No Brasil, não se produz carmim porque não existem condições ideais para a produção de matéria prima que gera o pigmento. Já houve tentativa de implementação da cultura da cochonilha no Brasil, mas o inseto tornou-se uma praga no sertão nordestino. A produção do

ácido carmínico por meio do processamento dos animais que infestam o sertão é inviável devido às condições climáticas encontradas na Região Nordeste (VOLP, RENHE, STRINGUETA, 2009; GOMES, 2012).

Cerca de 300 toneladas de cochonilha na forma dessecada é produzida anualmente. Aproximadamente 70.000 insetos são necessários para produzir 500g de ácido carmínico com 50% de intensidade de cor.

Cabe ressaltar que a intensidade da cor indica a proporção que uma determinada cor está misturada com o preto, branco, ou cinza e a medida da saturação indica a intensidade de uma cor. Em outras palavras, 100% de intensidade significam que a cor está pura (VOLP, RENHE, STRINGUETA, 2009).

Quimicamente o ácido carmínico (principal constituinte da cochonilha e responsável pelo poder tintorial do corante) é um composto orgânico derivado da antraquinona, especificamente uma hidroxiantraquinona ligada a uma unidade de glicose. O ácido carmínico é solúvel em água e a sua coloração depende do pH do meio. Em pH ácido adquire a cor laranja, tornando-se vermelho na faixa de 5,0 a 7,0 e azul na região alcalina. O carmim de cochonilha é o nome dado ao complexo de alumínio e cálcio do ácido carmínico (ácido 7- beta- D- glicopiranosil- 9- 10- diidro- 3, 5, 6, 8- tetraidroxil- 1- metil-9, 10- dioxo- 2- antracencarboxílico), ou seja, o carmim é o pigmento de matéria orgânica com inorgânica (usualmente base metálica, neste caso o alumínio) usado em tinturas (insolúvel) para fixar e tornar a cor mais brilhante. Entretanto, apresenta intensidade de coloração relativamente baixa (175), o que restringe a sua aplicação comercial. A estrutura química do ácido carmínico pode ser vista na Figura 11 (VOLP, RENHE, STRINGUETA, 2009).

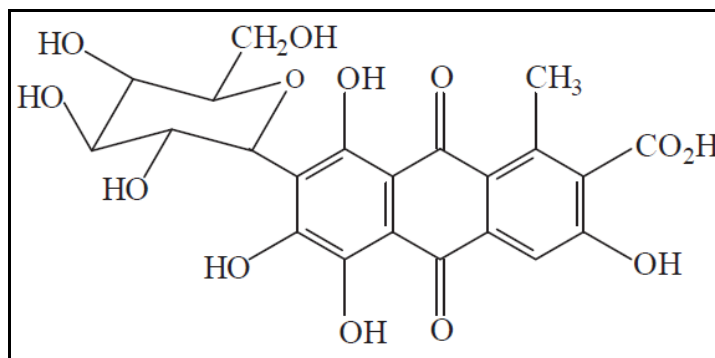


Figura 11: Estrutura química do ácido carmínico. Fonte: VOLP, RENHE, STRINGUETA, 2009

A IDA para o corante natural carmim deve estar na faixa de 0-5.0 mg/kg/dia. No Brasil, o corante natural carmim é de uso tolerado em alimentos e bebidas (VOLP, RENHE, STRINGUETA, 2009).

O carmim de cochonilha é considerado bastante estável ao calor e a luz, resistente a oxidação e não sofre alterações significativas pela ação do dióxido de enxofre. Em razão de sua estabilidade, o carmim é considerado sob o ponto de vista tecnológico um excelente corante. A baixa solubilidade em pH reduzido é a única limitação técnica para o seu emprego. Deve, no entanto, ser aplicado em alimentos com pH acima de 3,5 (em produtos ácidos, a deslacação - processo em que o composto formado pela reação do corante com alumina é revertido, diminuindo a estabilidade do mesmo - pode ocorrer resultando em mudança de cor e precipitação), o que inclui produtos cárneos (salsichas, kani e marinados vermelhos). Igualmente ao ácido carmínico, o carmim é limitado a alimentos “não vegetarianos”. Outros usos importantes compreendem produtos de confeitaria e alimentos salgados. Usado em produtos de padaria, sorvetes, iogurtes, balas, bombons, sobremesas, alimentos de origem animal, marmeladas, picolés, gelatinas, bebidas alcoólicas, sopas, molhos, xaropes, conservas e laticínios (VOLP, RENHE, STRINGUETA, 2009).

3.6. BENEFÍCIOS À SAÚDE

A ênfase na busca por alimentos que contribuem para a obtenção de uma saúde adequada tem aumentado significativamente em todo o mundo. É de conhecimento de todos, que para conseguir e manter uma boa saúde é necessário ingerir vários tipos de alimentos contendo nutrientes e não-nutrientes, cada qual seguindo diversas rotas metabólicas e desempenhando distintos efeitos biológicos e fisiológicos protetores à saúde humana (função bioativa). Uma alimentação variada, colorida, equilibrada em quantidade e qualidade é a garantia de ingestão de todos os nutrientes essenciais necessários e recomendados, bem como os não-nutrientes, a exemplo dos pigmentos (corantes) naturais (DECKER et al., 2005).

As preferências instintivas levam a prática do consumo de alimentos coloridos naturalmente (por exemplo, frutas e hortaliças). Desta forma, além de

atribuir cor aos alimentos que os contém, muitos corantes naturais têm propriedades benéficas à saúde humana, promovendo bem estar por prevenir e às vezes até auxiliar na cura de doenças. Com isso, sua utilização torna-se muito conveniente, pois além de melhorar a aparência dos alimentos, podem ajudar a promover a saúde de quem se alimenta destes produtos. Dentre as substâncias bioativas encontradas em alimentos que estão relacionadas à nutrição e saúde estão as clorofilas; carotenoides; antocianinas; betalaínas; entre outros (DECKER et al., 2005; VOLP, RENHE, STRINGUETA, 2009).

3.6.1. Efeito Antioxidante

Um dos principais benefícios apresentado por muitos dos corantes naturais é o poder antioxidante. O grande interesse no estudo dos antioxidantes é decorrente, principalmente, do efeito dos radicais livres no organismo. A oxidação é indispensável à vida aeróbica e, dessa forma, os radicais livres são produzidos naturalmente. Essas moléculas geradas *in vivo* estão envolvidas na produção de energia, fagocitose, regulação do crescimento celular, sinalização intercelular e síntese de substâncias biológicas importantes.

Além disso, os radicais livres reagem com DNA, RNA, proteínas e outras substâncias oxidáveis, promovendo danos que podem contribuir para o envelhecimento e a instalação de doenças degenerativas, como câncer, aterosclerose, artrite reumática, entre outras (PEREIRA, VIDAL, CONSTANT, 2009).

O termo radical livre ou espécies reativas ao oxigênio é utilizado para designar qualquer átomo ou molécula com existência independente, contendo um ou mais elétrons não pareados, nos orbitais externos, o que o leva a exercer uma alta reatividade frente aos compostos que se aproximam de sua órbita externa. Estão incluídos o superóxido, a hidroxila, o hidroperóxido, o óxido nítrico e o dióxido de nitrogênio, que podem causar danos ao DNA ou oxidar lipídios e proteínas (ROCHA, 2009).

Os radicais livres são produzidos continuamente durante os processos metabólicos e atuam como mediadores para a transferência de elétrons em várias

reações bioquímicas, desempenhando funções importantes no metabolismo (PEREIRA, VIDAL, CONSTANT, 2009).

O excesso de radicais livres no organismo é combatido por antioxidantes produzidos pelo corpo ou absorvidos da dieta. Quando há um desequilíbrio entre a produção de radicais livres e os mecanismos de defesa antioxidante, ocorre o chamado “estresse oxidativo”. Os radicais livres em excesso podem ser originados por defeitos na respiração mitocondrial, metabolismo do ácido araquidônico, ativação-inibição de sistemas enzimáticos ou por fatores exógenos, como poluição, hábito de fumar ou ingerir álcool, ou ainda, por uma nutrição inadequada.

A principal forma de obtenção pelo organismo de antioxidantes consiste na ingestão de compostos com esta atividade através da dieta. Os principais antioxidantes dietéticos são algumas vitaminas, compostos fenólicos e carotenoides (PEREIRA, VIDAL, CONSTANT, 2009).

A atividade antioxidante pode ser definida como a capacidade de um composto em inibir a degradação oxidativa. Pode ser avaliada pelo potencial antioxidante, que é determinado pela composição e propriedades dos constituintes e, ainda, pela atividade biológica, que depende da biodisponibilidade do antioxidante (ROCHA, 2009).

Existem diversas definições para antioxidantes. A definição mais ampla de antioxidante, é que são “substâncias que presentes em concentrações baixas, comparadas ao substrato oxidável, retardam significativamente ou inibem a oxidação do substrato” (SIES, 1993). Existe também a definição de antioxidante alimentar, que de acordo com a *US National Academy of Sciences* (2000), “é toda substância na dieta capaz de reduzir significativamente os efeitos adversos produzidos por espécies reativas, como aquelas de oxigênio e nitrogênio, e que possuem função normal no organismo” (ROCHA, 2009).

3.6.2. Clorofilas

Dentre os possíveis efeitos biológicos comprovados por estudos científicos, as clorofilas têm mostrado efeitos benéficos à saúde por suas propriedades antimutagênicas e antígenotóxicas. Um estudo demonstrou que clorofilas,

clorofilinas e compostos tetrapirrólicos relacionados (porfirinas) foram indutores significantes de genes citoprotetores de fase 2, que protegem as células contra danos oxidativos bem como a iniciação e progressão do câncer. Outro estudo utilizando extratos aquosos de derivados de clorofilas demonstrou que estas são capazes de melhorar a habilidade de linfócitos humanos em resistir ao dano oxidativo induzido por H_2O_2 , desta forma apresentando efeitos anti-inflamatórios e antioxidativos, prevenindo o processo da aterosclerose bem como das doenças crônicas não transmissíveis, em especial das doenças cardiovasculares aterotrombóticas. Ainda, em estudos recentes foi demonstrado que a clorofilina reduz a biodisponibilidade de químicos cancerígenos, inibe a aflatoxina B-DNA e protege contra a atividade mutagênica de outros carcinógenos em ensaios realizados com Salmonella (VOLP, RENHE, STRINGUETA, 2009).

3.6.3. Carotenoides

Os carotenoides executam várias funções biológicas. Em particular, eles têm um importante papel na proteção da célula como antioxidantes contra radicais livres e espécies de oxigênio reativas, como o oxigênio molecular singleto (ALVES, 2005).

Os carotenoides apresentam propriedades antioxidantes, sendo conhecidos por reagirem com o oxigênio singleto, que constitui uma forma altamente reativa do oxigênio molecular, o qual apresenta dois elétrons de spins opostos ocupando orbitais diferentes ou não. Os carotenoides protegem as células de danos oxidativo provocados por radicais livres (são átomos ou moléculas altamente reativos, contendo um ou mais elétrons desemparelhados nos orbitais externos, que formam um campo magnético e atraem qualquer composto situado próximo à sua órbita externa) e por espécies reativas de oxigênio (EROs) (constituem moléculas não radicalares derivadas do oxigênio, como peróxido de hidrogênio - H_2O_2) que podem ser gerados no citoplasma, nas mitocôndrias ou na membrana, atacando lipídios, proteínas, carboidratos e DNA. Os carotenoides desempenham um papel importante na prevenção de doenças associadas ao processo de estresse oxidativo como o câncer, catarata,

arteriosclerose e retardo do processo do envelhecimento (ALVES, 2005; MORAIS, 2006).

A proteção antioxidante é fornecida pelos carotenoides acíclicos, que possuem nove ou mais duplas ligações conjugadas; por exemplo, o licopeno é mais eficaz que o betacaroteno, pois o licopeno possui onze duplas ligações conjugadas e cadeia acíclica, enquanto o betacaroteno possui nove duplas ligações conjugadas e cadeia cíclica nas extremidades. Esses carotenoides são capazes de sequestrar espécies reativas de oxigênio, como o radical peroxil ($\text{ROO}\cdot$) e o oxigênio singleto ($^1\text{O}_2$), estabilizando o elétron desemparelhado do radical por ressonância. Os carotenoides são, por conseguinte, capazes de retirar do meio espécies altamente reativas. A ordem crescente de capacidade de sequestrar o oxigênio singleto por parte dos carotenos e xantofilas é: licopeno, astaxantina ou cantaxantina, betacaroteno ou bixina, luteína e crocina (MORAIS, 2006).

Por serem apolares, os carotenoides ficam localizados nas membranas sequestrando radicais gerados neste ambiente. Os carotenoides ao combaterem as espécies reativas de oxigênio, podem interagir de três maneiras diferentes: transferência de elétrons; remoção de íons de hidrogênio ou adição de espécies radicalares, respectivamente, reações 1, 2 e 3 da Figura 12 (MORAIS, 2006).

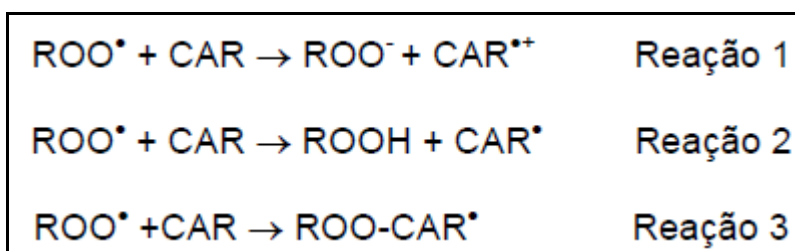


Figura 12: Reações de carotenoides e radicais livres. Legenda: $\text{ROO}\cdot$ radical; CAR carotenoide. Fonte: MORAIS, 2006

Mais de 600 carotenoides são conhecidos, e 40 deles são consumidos em alimentos para serem transformados no nutriente essencial, vitamina A que é necessária no processo de visão, manutenção epitelial, secreção das mucosas e reprodução (ALVES, 2005).

Desde o estudo de PETO, DOLL e SPORN (1981), mostrando a relação inversa entre o risco de câncer e o consumo de produtos ricos em carotenoides,

as pesquisas com betacaroteno vêm se intensificando. E após uma completa avaliação da literatura relacionada a carotenoides e câncer, a “Internacional Agency for Research on Câncer”, concluiu que havia evidências suficientes sobre a eficiência da atividade câncer-preventiva do betacaroteno em modelos animais experimentais.

Encontrado principalmente em frutas e vegetais de coloração amarela e verde como cenoura, espinafre, damasco, batata doce, brócolis, pimentas e pêsego, o betacaroteno tem importante papel na manutenção da saúde, agindo como potente antioxidante e como matéria-prima para produção metabólica de retinol e vitamina A. Além das funções já conhecidas da vitamina A, esta substância também vem sendo objeto de pesquisa em relação a sua ação anticarcinogênica, devido às suas funções de controle de diferenciação e proliferação celular (AISSA, 2010).

Portanto, mais estudos devem ser feitos para analisar a dose efetiva e segura deste importante nutriente, para que haja a promoção da saúde daqueles que se alimentam de produtos que contenham o betacaroteno como principal corante.

3.6.4. Antocianinas

O interesse nas antocianinas tem aumentado significativamente devido a suas cores atrativas, solubilidade em água (o que facilita sua incorporação em sistemas aquosos) e efeitos benéficos à saúde promovidos por estas através de diversos mecanismos de ação, incluindo a capacidade antioxidante. Seu potencial antioxidante é regulado por suas diferenças na estrutura química. Variando a posição e os tipos de grupos químicos nos anéis aromáticos das antocianinas, a capacidade de aceitar elétrons desemparelhados de moléculas de radicais também varia. Seu potencial antioxidante também é dependente do número e da posição dos grupos hidroxilas e sua conjugação, assim como da presença de elétrons doadores no anel da estrutura, devido à capacidade que o grupo aromático possui de suportar o desaparecimento de elétrons. Esta classe de compostos demonstrou também atividades anti-inflamatória, antiaterosclerótica e

propriedades anticâncer em diversos estudos (COSTA, 2005; VOLP et al., 2008; TAFFARELLO, 2008).

As antocianinas possuem grande potencial em reduzir o risco de desenvolvimento da aterosclerose. Os mecanismos envolvidos neste processo são, principalmente, referentes às atividades antioxidantes das antocianinas e a capacidade destes compostos em reduzir fatores pró-inflamatórios (CARDOSO, LEITE, PELUZIO, 2011).

Em estudos realizados por FUKUMOTO e MAZZA (2000), as antocianinas demonstraram poder antioxidante duas vezes mais efetivo que antioxidantes comercialmente disponíveis, como BHA e alfa tocoferol (vitamina E), comprovando seu potencial como ingrediente em alimentos funcionais e produtos farmacêuticos. Este agente natural, quando adicionado a alimentos, além de conferir a coloração aos alimentos propicia a prevenção contra auto-oxidação e peroxidação de lipídeos em sistemas biológicos (COSTA, 2005; LOPES et al., 2007).

3.6.5. Betalaínas

Dentre suas propriedades funcionais, as betalaínas são identificadas como um antioxidante natural. Após estudos de biodisponibilidade, alguns autores sugerem que as betalaínas betanina e indicaxantina estão envolvidas na proteção da partícula de LDL-colesterol contra modificações oxidativas. TESORIERE et al. (2004) avaliaram as concentrações de vitamina E, betacaroteno e betalaínas incorporadas nas partículas de LDL-colesterol após a ingestão de 500 g da fruta cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) por 8 voluntários saudáveis. Após a ingestão, as concentrações de vitamina E e de betacaroteno na partícula de LDL-colesterol não modificaram significativamente, diferentemente da concentração de betalaínas que, quanto mais incorporavam nas partículas LDL-colesterol, mais resistente ao estresse oxidativo estas partículas se demonstravam (VOLP, RENHE, STRINGUETA, 2009).

Alguns trabalhos têm sido publicados a respeito do papel fisiológico das betalaínas nos mamíferos. Os primeiros estudos já indicavam que a beterraba vermelha, principal fonte desta substância, não exercia ação hepatotóxica ou

mutagênica, mas por outro lado, as raízes de beterraba apresentavam um significativo efeito inibitório no câncer de pele e de pulmão em ratos. Em estudo investigando a relação estrutura-atividade de várias betaxantinas e betacianinas com sua atividade sobre radicais livres, observou-se uma relação com a estrutura das betalaínas. Desta forma, recentes estudos já mostram a beterraba como um dos dez mais potentes antioxidantes. Este potencial antioxidante foi atribuído a características estruturais das betalaínas. Nas betaxantinas, um aumento no número de resíduos hidroxil e imino promoveu a eliminação de radicais livres e nas betacianinas, a glicosilação reduziu a atividade, enquanto a acilação aumentou o potencial antioxidante. Ainda, as betaninas (em forma de extratos da beterraba) demonstraram atuar também na prevenção de alguns tipos de câncer, dentre eles os cânceres de pele e fígado, devido suas propriedades antioxidantes.

Outras propriedades funcionais das betalaínas incluem atividades antivirais e antimicrobianas. De fato, a literatura científica relata que as betalaínas possuem elevado efeito antirradicais livres, representando uma nova classe de antioxidantes cationizados na dieta.

Em estudo que avaliou a atividade antioxidante de 19 diferentes betalaínas de plantas da família *Amaranthaceae*, os resultados confirmaram que todas as betalaínas testadas exibiram forte atividade antioxidante (VOLP, RENHE, STRINGUETA, 2009).

Em analogia com as plantas, espécies reativas ao oxigênio (radicais hidroxila, peroxila e ânion superóxido) e espécies reativas ao nitrogênio (óxido nítrico) geram sempre reações metabólicas em animais e humanos. A produção excessiva destes radicais livres pode ultrapassar a capacidade antioxidante de enzimas (glutaciona peroxidase, catalase e superóxido dismutase) e de compostos antioxidantes (glutaciona, tocoferol e ácido ascórbico). Como consequência, proteínas, lipídios e DNA poderão ser alvos de ataque dos radicais livres, levando a desestruturação de enzimas, membranas celulares e material genético. Desta forma, compostos antioxidantes devem fazer parte da dieta (VOLP, RENHE, STRINGUETA, 2009).

Um fato muito interessante é que não foram estipulados valores máximos de consumo para a ingestão diária de betalaínas, ou seja, elas não possuem IDA estabelecida, sendo que estas também não apresentam efeitos tóxicos no corpo

humano, representando uma alternativa natural segura na substituição de corantes sintéticos (COSTA, 2005).

3.6.6. Carmim

Em relação às suas propriedades funcionais, o carmim tem sido estudado em relação aos efeitos regulatórios nas concentrações de lipídios plasmáticos. Um estudo avaliou a ação sobre o metabolismo lipídico de ratos machos da raça Wistar do flavonóide biochanina A isolada (substância que se transforma em genisteína por desmetilação, a qual possui efeito estrogênico em camundongos) e em associação com o corante natural carmim. Foram dosados colesterol total, colesterol HDL e triacilgliceróis após administração de duas doses do composto isoladamente e em mistura, sendo a primeira imediatamente após a administração do triton e a segunda 20 horas depois. O sangue foi analisado 43 horas após a administração do triton.

Os resultados mostraram que a associação do composto biochanina A + carmim apresentou melhor resultado para colesterol total (com redução de 59,9%) e triacilgliceróis (com redução de 68,9%). Os autores concluíram que este resultado evidencia um efeito sinérgico da biochanina A com o carmim, o que fortalece a possibilidade do seu uso como alternativa e auxílio no tratamento das dislipidemias (VOLP, RENHE, STRINGUETA, 2009).

3.7. CORANTES ARTIFICIAIS

Com a descoberta dos corantes sintéticos nos séculos XVIII e XIX o interesse das indústrias pelo uso dos corantes artificiais aumentou, inclusive na tentativa de mascarar alimentos de baixa qualidade. Desde então, os corantes sintéticos têm sido cada vez mais usado devido ao fornecimento amplo de uma gama de cores, proporcionando praticamente todas as tonalidades do espectro visível de cor, além da alta estabilidade (frente a fatores como luz, oxigênio, pH e calor), alto poder tintorial e custo de produção relativamente baixo (PRADO, GODOY, 2003).

Os corantes sintéticos podem ser divididos em:

- Azos, que compreendem o bordeaux S ou amaranço, amarelo crepúsculo, azorrubina, ponceau 4R, amarelo tartrazina, vermelho 40.
- Xantenos, como a eritrosina.
- Trifenilmetanos, que compreendem o azul brilhante FCF, o azul patente V e o verde rápido.
- Índigos, como a indigotina.

Os produtos onde estes corantes são mais utilizados são em alimentos processados à base de cereais, balas, caramelos e similares, coberturas e xaropes para gelados comestíveis e sobremesas, geleias, gomas de mascar, iogurtes e leites aromatizados, leites fermentados aromatizados, leites geleificados aromatizados, licores, preparados líquidos ou sólidos para refrescos e refrigerantes, produtos de frutas, legumes e outros ingredientes para uso em iogurtes, queijo tipo *petit-suisse* e similares.

Ainda usado em queijos, recheios de bombons e similares, produtos de confeitaria, biscoitos e similares, refrescos e refrigerantes, pós para sobremesas de gelatinas, flans e pudins (GOMES, 2012).

3.7.1. Os Riscos do Uso dos Corantes Artificiais

Visto que os aditivos alimentares não são totalmente inofensivos à saúde, os corantes artificiais são constantemente alvo de investigações quanto a sua relação com reações adversas que possam surgir nos consumidores. A relação de corantes artificiais de uso permitido varia em larga escala de acordo com a legislação de cada país (VELOSO, 2012).

O Quadro 4 exemplifica alguns dos corantes sintéticos artificiais mais consumidos e seus respectivos efeitos adversos.

Quadro 4: Corantes sintéticos artificiais mais consumidos no mundo e seus efeitos adversos.

Corantes	Origem	Aplicação	Efeitos adversos
Amarelo Crepúsculo	Sintetizado a partir da tinta do alcatrão de carvão e tintas azóicas.	Cereais, balas, caramelos, coberturas, xaropes, laticínios, gomas de mascar.	A tinta azóica, em algumas pessoas, causa alergia, produzindo urticária, angioedema e problemas gástricos.
Azul Brillhante	Sintetizado a partir da tinta do alcatrão de carvão.	Laticínios, balas, cereais, queijos, recheios, gelatinas, licores, refrescos.	Pode causar hiperatividade em crianças, eczema e asma. Deve ser evitado por pessoas sensíveis às purinas.
Amaranto ou Vermelho Bordeaux	Sintetizado a partir do alcatrão de carvão.	Cereais, balas, laticínios, geleias, gelados, recheios, xaropes, preparados líquidos.	Deve ser evitado por sensíveis à aspirina. Esse corante já causou polêmica sobre sua toxicidade em animais de laboratório, sendo proibido em vários países.
Vermelho Eritrosina	Tinta do alcatrão de carvão.	Pós para gelatinas, laticínios, refrescos, geleias.	Pode ser fototóxico. Contém 557mg de iodo por grama de produto. Consumo excessivo pode causar aumento de hormônio tireoidiano no sangue em níveis para ocasionar hipertireoidismo.
Indigotina (azul escuro)	Tinta do alcatrão de carvão.	Goma de mascar, iogurte, balas, caramelos, pós para refrescos artificiais.	Pode causar náuseas, vômitos, hipertensão e ocasionalmente alergia, com prurido e problemas respiratórios.
Vermelho Ponceau 4R	Tinta do alcatrão de carvão.	Frutas em caldas, laticínios, xaropes de bebidas, balas, cereais, refrescos e refrigerantes, sobremesas.	Deve ser evitado por pessoas sensíveis à aspirina e asmáticos. Podem causar anemia e aumento da incidência de glomerulonefrite (doença renal).
Amarelo Tartrazina	Tinta do alcatrão de carvão.	Laticínios, licores, fermentados, produtos de cereais, frutas, iogurtes.	Reações alérgicas em pessoas sensíveis à aspirina e asmáticos. Recentemente tem-se sugerido que a tartrazina em preparados de frutas causa insônia em crianças. Há relatos de casos de afecção da flora gastrointestinal.
Vermelho 40	Sintetizado quimicamente.	Alimentos à base de cereais, balas, laticínios, recheios, sobremesas, xaropes para refrescos, refrigerantes, geleias.	Pode causar hiperatividade em crianças, eczema e dificuldades respiratórias.

Fonte: NETTO, 2009

Dentre os corantes azos, a tartrazina tem despertado uma maior atenção dos toxicologistas e alergistas, sendo apontada como a responsável por várias reações adversas, causando desde urticária até asma (PRADO, GODOY, 2003).

A tartrazina (Figura 13), $C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$, pode ser encontrada nos sucos artificiais, gelatinas e balas coloridas. Estima-se que uma em cada 10 mil pessoas

apresenta reações a esse corante. Provavelmente, de 8 a 20% dos consumidores sensíveis à aspirina, são também sensíveis a tartrazina. Entretanto, é um dos corantes mais empregados em alimentos e é permitido em muitos países, como Canadá, Estados Unidos e União Europeia (PRADO, GODOY, 2003).

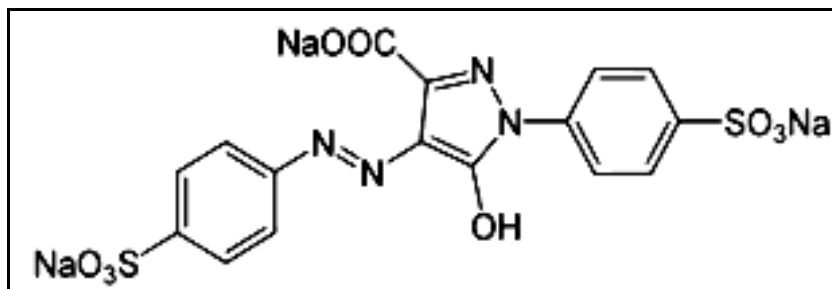


Figura 13: Estrutura química do corante Tartrazina. Fonte: GOMES, 2012

Outro importante corante artificial é a Eritrosina (CI 45430) que é sintetizado a partir da tinta do alcatrão, utilizado para conferir coloração a grande variedade de produtos, como bebidas, biscoitos, doces, produtos de padaria, produtos cárneos, chicletes e sorvetes. A Eritrosina (Figura 14), $C_{20}H_{6}I_4Na_2O_5H_2O$, pode causar reações alérgicas nos olhos, irritação de pele, irritação na membrana mucosa e na área respiratória superior, dores de cabeça severas e náusea (SPELLMEIER, STÜLP, 2009).

A eritrosina é o único corante representante da classe dos xantenos permitido no Brasil. É também permitido nos Estados Unidos, países da UE e Canadá. Existem estudos de uma possível associação com tumores na tireoide pela provável liberação de iodo no organismo, porém esses estudos não foram conclusivos (PRADO, GODOY, 2003).

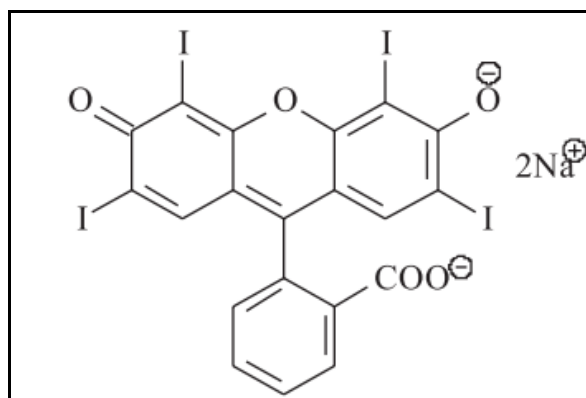


Figura 14: Estrutura química do corante Eritrosina. Fonte: SPELLMEIER, STÜLP, 2009

Apesar de a maioria dos aditivos ser ingerida em pequenas quantidades e seus efeitos adversos variarem de letargia a crises de asma grave, o diagnóstico preciso de reação alérgica a aditivos só pode ser feito através de procedimentos de provocação apropriados (PEREIRA, MOURA, CONSTANT; 2008).

Ainda existem diferentes opiniões quanto à inocuidade dos diversos corantes artificiais. Sob o ponto de vista toxicológico, vários estudos têm sido realizados para verificar os efeitos nocivos ao homem, já que esses aditivos não são totalmente inofensivos à saúde. Os corantes artificiais estão sempre na mira das investigações científicas devido às reações adversas que alguns consumidores podem apresentar (PRADO, GODOY, 2003).

Muitos estudos tentaram demonstrar as reações adversas que os corantes podem causar, assim o monitoramento dos teores destes em alimentos tem, continuamente, contribuído para alertar para um consumo consciente desses produtos alimentícios.

Existem diferentes opiniões quanto à inocuidade dos diversos corantes artificiais, conseqüentemente, diversos países ou regiões permitem o uso de diferentes corantes e em quantidades diferentes, devido ao maior ou menor consumo de alimentos presentes na dieta da população, aos quais os corantes são adicionados.

Os estudos sobre os efeitos nocivos causados pelos corantes artificiais à saúde são insuficientes e bastante contraditórios. Os corantes podem causar desde simples urticárias, passando por asma e reações imunológicas, chegando até ao câncer em animais de laboratórios. O amaranço, por medida de segurança, é proibido nos Estados Unidos devido aos estudos naquele país demonstrarem seu poder carcinogênico, porém seu uso é liberado no Canadá, onde testes não apresentaram problemas de carcinogenicidade (PRADO, GODOY, 2003).

Devido à diversidade de substâncias com poder corante, a lista dos corantes permitidos em cada país varia substancialmente. Em virtude do aumento no número de compostos com poder corante e de seu uso estendido aos alimentos e bebidas, tornou-se necessário o controle de suas aplicações e surgiu uma maior preocupação com possíveis efeitos à saúde humana (PRADO, GODOY, 2003).

3.7.2. Hipersensibilidade (Alergias)

A alergia alimentar pode ser definida como uma reação adversa a um antígeno alimentar mediada por mecanismos fundamentalmente imunológicos. É um problema nutricional que apresentou um crescimento nas últimas décadas, provavelmente devido à maior exposição da população a um número maior de alérgenos alimentares disponíveis. Ele vem se tornando um problema de saúde em todo o mundo e está associado a um impacto negativo significativo na qualidade de vida (PEREIRA, MOURA, CONSTANT, 2008).

Os efeitos adversos que certos alimentos podem causar quando consumidos por alguns indivíduos, são conhecidos e relatados desde séculos atrás.

Equivocadamente tem se considerado alergias e as intolerâncias alimentares como sinônimos, e grande parte desses efeitos adversos são responsabilizados por promoverem processos alérgicos (PEREIRA, MOURA, CONSTANT, 2008).

As alergias são caracterizadas por um aumento na capacidade de os linfócitos B sintetizarem a imunoglobulina do isotipo IgE contra antígenos que acessam o organismo via inalação, ingestão ou penetração pela pele. Tem sido observado um aumento de problemas alérgicos promovidos por alimentos em crianças e jovens nas últimas décadas, o que tem contribuído negativamente para a qualidade de vida da população se tornar um problema de saúde em todo mundo (PEREIRA, MOURA, CONSTANT, 2008).

Diversas reações adversas a corantes já foram descritas, e algumas estão representadas no Quadro 5. A mais clássica e potencialmente grave se refere à tartrazina (amarelo FD&C nº 5), um corante azo com estrutura química similar à dos benzoatos, salicilatos e indometacina que pode determinar reação cruzada grave a estes medicamentos. As reações à tartrazina incluem broncoespasmo, urticária e angioedema. Mais raramente, reações não-imunológicas (antigamente denominadas anafilactóides) também podem ocorrer. Além disso, a tartrazina pode desencadear hipercinesia em pacientes hiperativos (STEFANI et al., 2009).

Quadro 5: Reações adversas relacionadas a corantes artificiais.

Corante Artificial	Reação Adversa
TARTRAZINA	Urticária, reação não imunológica (anafilactóide), angioedema, asma, dermatite de contato, rinite, hipercinesia em pacientes hiperativos, eosinofilia, púrpura, reação cruzada com ácido acetil-salicílico (AAS), benzoato de sódio, indometacina
ERITROSINA	Fotosensibilidade, eritrodermia, descamação, broncoespasmo, elevação dos níveis totais de hormônios tireoideanos
AMARELO CREPÚSCULO	Urticária, angioedema, congestão nasal, broncoespasmo, reação não imunológica (anafilactóide), vasculite, vômitos, dor abdominal, náuseas, eructações, indigestão, púrpura, eosinofilia, reação cruzada com AAS, paracetamol, benzoato de sódio
AMARELO QUINOLINA	Dermatite de contato, broncoespasmo, reação não imunológica (anafilactóide)
VERMELHO 40	Broncoespasmo, reação não imunológica (anafilactóide)
VERMELHO PONCEAU	Broncoespasmo, reação não imunológica (anafilactóide)
AZUL BRILHANTE	Broncoespasmo, reação não imunológica (anafilactóide)
AZUL ÍNDIGO CARMIM	Dermatite de contato, Broncoespasmo, reação não imunológica (anafilactóide)

Adaptado de: Stefani et al., 2009.

A eritrosina (vermelho FD&C nº 3) está ainda comumente associada a reações dermatológicas, incluindo fotossensibilidade, eritrodermia, descamação, e há preocupações sobre um possível efeito carcinogênico. Devido ao seu conteúdo de iodo, pode determinar elevação nos níveis séricos de hormônios tireoidianos totais (ligados a proteínas), dermatite de contato já foi relacionada a amarelo quinolina, azul nº 2 e outros corantes (STEFANI et al., 2009).

O corante amarelo crepúsculo (FD&C nº 6) também pode provocar reações de hipersensibilidade não alérgica, angioedema, choque anafilático, vasculite e púrpura (STEFANI et al., 2009).

Os dados de alergia a aditivos alimentares no Brasil são escassos e carecem de metodologia rigorosa. No entanto, apesar de não ser conhecida a prevalência de reações alérgicas a aditivos alimentares no Brasil, estima-se que sua prevalência em países desenvolvidos – comprovada por testes de provocação, varie de 0,01 a 0,23%. Por último, é interessante ressaltar que o INS não supõe uma aprovação toxicológica da substância pelo Codex.

3.7.3. Hiperatividade

O estudo realizado por BORIS, MANDEL (1994), mostrou o papel dos corantes e conservadores artificiais no aparecimento do transtorno do déficit de atenção e hiperatividade. Através de uma dieta de exclusão, os sintomas desapareceram. Crianças atópicas com transtorno do déficit de atenção e hiperatividade tiveram uma resposta benéfica mais significativa com a dieta de eliminação do que as crianças não atópicas.

Testes de exclusão e reposição, após uma controlada dieta de eliminação, podem auxiliar na identificação dos fatores que determinam o transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (POLÔNIO, PERES, 2009).

Entre os corantes considerados responsáveis por alterações no comportamento humano destacam-se: tartrazina, amarantho, vermelho ponceau, eritrosina, caramelo amoniacal. No que se referem aos conservadores, os derivados do ácido benzoico e os ácidos sulfídrico e sulfito podem induzir à hiperatividade. Os antioxidantes sintéticos também são considerados fatores de risco para o transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (POLÔNIO, PERES, 2009).

TANAKA (2006) avaliou o efeito reprodutivo e neurocomportamental do corante tartrazina em ratos. O referido corante foi acrescentado à dieta para fornecer níveis de 0% (controle), 0,05%, 0,15% e 0,45% (83, 259, 773mg/kg/dia, respectivamente) em ratos com cinco semanas de idade (geração F0) e nove semanas de idade (geração F1). O estudo evidenciou o seguinte: a atividade motora foi mais intensa nos ratos machos e mais jovens, com a administração de 259mg/kg/dia (POLÔNIO, PERES, 2009).

Não foi observado nenhum efeito adverso da tartrazina em relação à reprodução (tamanho da ninhada, peso da ninhada e relação do sexo ao nascimento). Alguns efeitos adversos ocorreram nos parâmetros neurocomportamentais durante o período de lactação dos ratos. Para Tanaka, esse fato aconteceu porque a quantidade estava muito acima da IDA de tartrazina (0-7,5mg/kg/dia), e o consumo dietético real deste aditivo parece ser muito mais baixo, conseqüentemente, não produziram os efeitos adversos nos seres humanos (POLÔNIO, PERES, 2009).

É pertinente traçar alguns comentários em relação ao estudo apresentado por Tanaka, pois a hiperatividade foi mais frequente nos ratos machos, fenômeno também observado em crianças do sexo masculino (POLÔNIO, PERES, 2009).

Há ainda muitas incertezas sobre o papel dos aditivos alimentares, destacando-se, entre eles, os corantes artificiais como os responsáveis pelo aparecimento do transtorno do déficit de atenção e hiperatividade.

Alguns estudos demonstraram melhora no quadro clínico da hiperatividade em crianças submetidas a uma dieta isenta dessas substâncias, mas é preciso aprofundar um pouco mais os estudos na área para que a criança não seja submetida a uma dieta de exclusão de aditivos muito rigorosa (POLÔNIO, PERES, 2009).

3.7.4. Carcinogenicidade

Os primeiros testes de mutagenicidade e/ou carcinogenicidade, empregando corantes para alimentos ocorreram no início do século quando Fischer demonstrou o efeito carcinogênico do corante vermelho escarlata. Desde então, vários outros corantes têm sido testados. Em alguns deles foi encontrada ação mutagênica e/ou carcinogênica e seu uso tornou-se restrito ou proibido. O corante amarelo-manteiga, por exemplo, é um corante usado há algumas décadas para dar à margarina a mesma coloração da manteiga; entretanto, mostrou ser mutagênico e carcinogênico e seu uso foi proibido. Vários corantes já foram avaliados quanto à mutagenicidade e muitos mostraram resultados positivos (ANTUNES, ARAÚJO, 2000).

Um dos grupos mais importantes e extensivamente usados nas indústrias alimentícias é o grupo azo. Esses corantes podem ser metabolizados pela microflora intestinal e muitos desses compostos se mostraram mutagênicos no teste de Ames. O corante Green S também apresentou potencial mutagênico após o tratamento agudo em camundongos, aumentando a frequência de aberrações cromossômicas nas células da medula óssea (ANTUNES, ARAÚJO, 2000).

4. CONCLUSÃO

A busca crescente por parte dos consumidores por produtos naturais têm levado à substituição dos corantes artificiais pelos naturais. Busca essa, resultado das preocupações relacionadas ao impacto da utilização dos corantes artificiais sobre a saúde, além do questionamento da inocuidade desta classe de corantes, o que levou até mesmo à proibição de alguns deles em função da descoberta de efeitos tóxicos.

Além das tão desejadas características de conferir cor aos alimentos, muitas das substâncias utilizadas como corantes naturais possuem importantes benefícios, como, por exemplo, propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, as quais podem ser relevantes, tanto para o consumidor, no que diz respeito à melhora de suas funções biológicas, bem como a prevenção de doenças, quanto para a indústria, que poderá associar inúmeras vantagens aos seus produtos.

Contudo, as indústrias enfrentam um grande desafio na substituição plena destes corantes devido às dificuldades relacionadas com a estabilidade, principalmente, nas condições de processamento e armazenamento dos alimentos. As indústrias alegam que os corantes naturais apresentam uma aplicação limitada devido a fatores como a reduzida estabilidade à luz; estabilidade a uma faixa restrita de pH e temperatura, etc., quando comparados aos sintéticos.

Outro fator importante relaciona-se com a necessidade de uma busca maior por dados de reações adversas, visto que estes contribuem solidamente para a justificativa da substituição dos corantes artificiais pelos naturais, além de estudos que permitam o estabelecimento de concentrações permitidas para estes corantes, uma vez que estas podem ser o diferencial entre efeitos benéficos e toxicidade.

O sucesso no emprego de corantes naturais reside em controlar a matéria-prima (extração, purificação e formulação) de modo a gerar soluções fáceis para a indústria alimentícia. Sendo assim, ainda se fazem necessários estudos aprofundados para a adequação desses corantes às condições de processamento e armazenamento, sendo estes os pontos mais críticos da produção.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AISSA, A. F. **Avaliação da atividade antimutagênica do betacaroteno microencapsulado em células de ratos tratados com o antitumoral doxorubicina empregando os ensaios de micronúcleo e cometa.** 2010. Dissertação (Mestre em Toxicologia). Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2010. Orientador: Maria de Lourdes Pires Bianchi.

ALMEIDA, P. G. **Corante Caramelo Utilizado em Refrigerantes: Caracterização Físico-Química e Compostos Voláteis.** 2011. 49p. Dissertação (Mestre em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos), Escola de Engenharia Mauá, Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2011. Orientadora: Eliana Paula Ribeiro.

ALVES, B. O Mistério do Jorge (não aconselhado a pessoas sensíveis). Disponível em: <<http://borboletasinterrogativas.blogspot.com.br/2012/06/o-misterio-do-jorge-nao-aconselhado.html>>. Acesso em: 08 de out. 2012.

ALVES, R. W. **Extração de Corantes de Urucum Por Processos Adsorptivos Utilizando Argilas Comerciais E Colloidal Gas Aphrons.** 2005. 173p. Tese (Doutor em Engenharia Química), Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Orientador: Antônio Augusto Ulson de Souza.

ANTUNES, L. M. G.; ARAÚJO, M. C. P. Mutagenicidade e Antimutagenicidade dos Principais Corantes Para Alimentos. **Rev. Nutr.**, v. 13, n. 2, p. 81-88, 2000.

BARROS, A. A.; BARROS, E. B. P. **A química dos alimentos: produtos fermentados e corantes.** São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2010. (Coleção Química do Cotidiano, v. 4). Disponível em: <http://www.quimica.seed.pr.gov.br/arquivos/File/AIQ_2011/quimica_alimentos.pdf>. Acesso em: 16 de ago. 2012.

BARROS, C. L. A. Corantes – Colorindo os alimentos. 2009. Disponível em: <<http://nutricaoemfoco.com.br/pt-br/site.php?secao=gastronomia-materias&pub=3317>>. Acesso em: 05 de out. 2012.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do Processamento de alimentos.** São Paulo: Livraria Varela Ltda. 1995. 151 p.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. A. **Introdução à química de alimentos.** 3 ed. São Paulo: Livraria Varela, 2003.

BRASIL. Decreto n. 55871, de 26 de março de 1965. Modifica o Decreto n. 50040, de 24 de janeiro de 1961, referente a normas reguladoras do emprego de aditivos para alimentos, alterado pelo Decreto n. 691, de 13 de março de 1962. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 09 abr. 1965.

Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1950-1969/D55871.htm>. Acesso em: 16 de ago. 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 387, de 05 de agosto de 1999. Aprova o “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”. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 09 de ago. 1999. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/387_99.htm>. Acesso em 14 de ago. 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Resolução n. 44, 1977. Estabelece condições gerais de elaboração, classificação, apresentação, designação, composição e fatores essenciais de qualidade dos corantes empregados na produção de alimentos e bebidas e revoga as Resoluções 20/70 e 8/72. (Ementa elaborada pelo CD/MS). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 02 fev. 1978. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/44_77.htm>. Acesso em: 14 de ago. 2012.

BRASIL. 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. 1988. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/04_cns.pdf>. Acesso em: 16 de ago. 2012.

BRASIL. Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde. Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares – definições, classificação e emprego. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 28 out. 1997. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/540_97.htm>. Acesso em: 25 de ago. 2012.

CARDOSO, L. M.; LEITE, J. P. V.; PELUZIO, M. C. G. Efeitos biológicos das antocianinas no processo aterosclerótico. **Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm.**, v. 40, p. 116-138, 2011.

CONSTANT, P. B. L.; STRINGHETA, P. C.; SANDI, D. Corantes Alimentícios. **B.CEPPA**, v. 20, n. 2, 2002.

COSENTINO, H. M. **Efeitos da Radiação Ionizante em Corantes Naturais de Uso Alimentício**. 2005. 149p. Tese (Doutor em Ciências), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Autarquia associada à Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Orientadora: Dra. Nélida Lúcia Del Mastro.

COSTA, A. E. **Adsorção e Purificação de Corantes Naturais Com Sílica Amorfa**. 2005. 91p. Dissertação (Mestre em Engenharia Química), Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Orientador: Marinho Bastos Quadri.

COULTATE, T.P. Corantes. In: _____. **Alimentos: A química de seus componentes**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. Cap. 6, p. 145-182.

CUNHA, F. G. **Estudo da Extração Mecânica de Bixina das Sementes de Urucum em Leito de Jorro**. 2008. 92p. Dissertação (Mestre em Engenharia Química), Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008. Orientador: Marcos Antonio de Souza Barrozo.

DECKER, E. A.; WARNER, K.; RICHARDS, M. P.; SHAHIDI, F. Measuring antioxidant effectiveness in food. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 53, p. 4303-4310, 2005.

GOMES, L. M. M. **Inclusão de Carotenoides de Pimentão Vermelho em Ciclodextrinas e Avaliação da Sua Estabilidade, Visando Aplicação Em Alimentos**. 2012. 108p. Dissertação (Mestre em Ciências Aplicadas), Faculdade de Farmácia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012. Orientadora: Kátia Gomes de Lima Araújo.

KAPOR, M. A.; YAMANAKA, H.; CARNEIRO, P. A.; ZANONI, M. V. B. Eletroanálise de corantes alimentícios: determinação de índigo carmim e tartrazina. **Eclética Química**, São Paulo, v. 26, 2001.

LOPES, T. J.; XAVIER, M. F.; QUADRI, M. G. N.; QUADRI, M. B. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 3, p. 291-297, 2007.

MENDONÇA, J. N. **Identificação e isolamento de corantes naturais produzidos por actinobactérias**. 2011. 121p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011.

MORAIS, F. L. **Carotenoides: Características Biológicas e Químicas**. 2006. 70p. Monografia (Graduação em Qualidade em Alimentos), Universidade de Brasília, Brasília, 2006. Orientador: Sandra Fernandes Arruda

MORETTI, C. L. **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007.

MORITZ, D. E. **Produção do Pigmento Monascus Por *Monascus ruber* CCT 3802 em Cultivo Submerso**. 2005. 150p. Tese (Doutor em Engenharia Química),

Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Orientador: Jorge Luiz Ninow.

NETTO, R. C. M. Dossiê corantes. **FOOD INGREDIENTS BRASIL**, n. 9, 2009. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/106.pdf>>. Acesso em: 22 de ago. 2012.

PAVANELLI, S. P. **Degradação de Corantes da Indústria Alimentícia por Processos Oxidativos e Redutivos: Monitoramento por Espectrometria de Massas com Ionização Electrospray (ESI-MS)**. 2010. 101p. Dissertação (Mestre em Química), Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Orientador: Rodinei Augusti.

PEREIRA, A. C. S.; MOURA, S. M.; CONSTANT, P. B. L. Alergia alimentar: sistema imunológico e principais alimentos envolvidos. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 29, n. 2, p. 189-200, 2008.

PEREIRA, A. L. F.; VIDAL, T. F.; CONSTANT, P. B. L. Dietary antioxidants: chemical and biological importance. **Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr. = J. Brazilian Soc. Food Nutr.**, v. 34, n. 3, p. 231-247, 2009.

POLÔNIO, M. L. T. **Percepção de mães quanto aos riscos à saúde de seus filhos em relação ao consumo de aditivos alimentares: o caso dos pré-escolares do Município de Mesquita, RJ**. 2010. 151p. Tese (Doutor em Ciências), Fiocruz, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2010. Orientador: Frederico Peres.

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

PRADO, M. A.; GODOY, M. T. Corantes Artificiais Em Alimentos, **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.14, n.2, p. 237-250, 2003.

PROBST, I. S. **Atividade Antibacteriana de Óleos Essenciais e Avaliação de Potencial Sinérgico**. 2012. 112p. Dissertação (Mestre em Biologia Geral e Aplicada), Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2012. Orientador: Ary Fernandes Junior.

ROCHA, F. I. G. **Avaliação da Cor e da Atividade Antioxidante da Polpa E Extrato de Mirtilo (*Vaccinium myrtillus*) em Pó**. 2009. 105p. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009. Orientador: Paulo César Stringheta.

SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; PIRES, M. M.; BONFIM, M. P.; SOUZA, I. V. B. Corantes Naturais em Alimentos: Ênfase no Uso do Urucum. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 47, 2007, Porto Seguro. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_1/PAL01.pdf>. Acesso em: 28 de ago. 2012.

SCHOEFS, B. Chlorophyll and carotenoid analysis in food products. Properties of the pigments and methods of analysis. **Trends in Food Science & Technology**, v. 3, p. 361-371, 2002.

SCHVARTSMAN, S. Aditivos Alimentares. **Pediat.**, v. 04, p. 202-210, 1982.

SENNA, A. Sucos naturais: a bebida do verão. Dr. André Senna. 2012. Disponível em: <<http://drandresenna.blogspot.com.br/2012/01/sucos-naturais-bebida-do-verao.html>>. Acesso em: 14 de nov. 2012.

SIES, H. Strategies of antioxidant defense. **Journal of Biochemistry**, v. 215, p. 213-219, 1993.

SOUZA C. F.; **Aditivos: Aplicações e Aspectos Toxicológicos em Produtos de Confeitaria, Particularmente em Glacê e Coberturas Para Bolos**. 2000. Monografia (Graduação). Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000, Porto Alegre, Br.

SPELLMEIER, J. G.; STÜLP, S. Avaliação da Degradação e Toxicidade dos Corantes Alimentícios Eritrosina e Carmim de Cochonilha Através de Processo Fotoquímico. **Acta Ambiental Catarinense**, v. 6, n.1, p. 65-83, 2009.

STEFANI, G. P.; HIGA, M.; PASTORINO, A. C.; CASTRO, A. P. B. M.; FOMIN, A. B. F.; JACOB, C. M. A. Presença de corantes e lactose em medicamentos: avaliação de 181 produtos, **Rev. bras. alerg. imunopatol.**, v. 32, n. 1, 2009.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. H. As Clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 748-755, 2005.

TAFFARELLO, D. **Extratos de *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) Verlot Obtidos Por Processos Biotecnológicos: Otimização da Extração a Avaliação Farmacológica**. 2008. 43p. Dissertação (Mestre em Biotecnologia), Instituto Butantan/IPT, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Orientadora: Mary Ann Foglio.

VALDUGA, E. **Bioprodução de Compostos Voláteis e Carotenóides Por *Sporidiobolus salmonicolor* CBS 2636**. 2005. 200p. Tese (Doutor em Engenharia Química), Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos (EQA), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Orientador: Agenor Furigo Júnior.

VELOSO, L. A. Corantes e Pigmentos - Dossiê Técnico. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas**. Instituto de Tecnologia do Paraná, 2012.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; BARRA, K.; STRINGUETA, P. C. Flavonoides antocianinas: características e propriedades na nutrição e saúde. **Rev Bras Nutr Clin**, v. 23, n.2, p. 141-9, 2008.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; STRINGUETA, P. C. Pigmentos Naturais Bioativos. **Alim. Nutr.**, v. 20, n. 1, p. 157-166, 2009.

WROLSTAD, R. E. Anthocyanin Pigments – Bioactivity and Coloring Properties.
Journal Of Food Science, v. 69, n. 5, 2004.