



*Lucas Martins da Silva
Krystal Cardoso Soares Estefan de Paula
Kátia Yuri Fausta Kawase*

Aditivos Alimentares



Campos dos Goytacazes



2021

SUMÁRIO

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586a Silva, Lucas Martins da.
Aditivos Alimentares [recurso eletrônico] / Lucas Martins da Silva,
Krystal Cardoso Soares Estefan de Paula, Kátia Yuri Fausta. — Campos dos
Goytacazes, RJ: Essentia, 2021. — (Cadernos Técnicos. Ciências Agrárias; v. 1).

Livro eletrônico (98 p.)
Modo de acesso: World Wide Web: <<https://essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/livros/issue/view/274>>
ISBN 978-65-87500-11-9 (e-book)

1. Alimentos – Aditivos. 2. Alimentos – Contaminação. I. Paula, Krystal
Cardoso Soares Estefan de. II. Fausta, Kátia Yuri. III. Título. IV. Série.

CDD 363.19 23. ed.

Bibliotecário-Documentalista | Henrique Barreiros Alves | CRB-7/ 6326

Essentia Editora

Rua Coronel Walter Kramer, 357 - Pq. Santo Antônio - Campos dos Goytacazes/RJ
CEP: 28080-565 | Tel: (22) 2737-5648 | essentia@iff.edu.br
www.essentiaeditora.iff.edu.br

Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

Reitor Jefferson Manhães de Azevedo
Pró-Reitor de Administração Guilherme Batista Gomes
Pró-Reitora de Gestão de Pessoas Aline Naked Chalita Falquer
Pró-Reitor de Ensino Carlos Artur Carvalho Arêas
Pró-Reitora de Extensão, Cultura, Esporte e Diversidade Catia Cristina Brito Viana
Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação José Augusto Ferreira da Silva
Diretor de Pesquisa e Pós-Graduação Pedro de Azevedo Castelo Branco

Conselho Editorial 2018-2020 Conselho Editorial 2020-2022

Claudia Marcia Alves Ferreira	Anders Teixeira Gomes (IFF)
Danielly Cozer Aliprandi	Claudia Marcia Alves Ferreira (IFF)
Denise Rena Haddad	Danielly Cozer Aliprandi (IFF)
Edson Carlos Nascimento	Denise Rena Haddad (IFF)
Ferdinanda Fernandes Maia	Eldo Campos (UFRJ)
Inez Barcellos de Andrade	Erica Nascimento da Silva (IFF)
José Augusto Ferreira da Silva	Gunnar Glauco de Cunto Carelli Taets (UFRJ)
Kissila da Conceição Ribeiro	Inez Barcellos de Andrade (IFF)
Luciano Rezende Moreira	José Augusto Ferreira da Silva (IFF)
Marco Antônio Cruz Moreira	Kissila da Conceição Ribeiro (IFF)
Maria Ines Paes Ferreira	Michele Siqueira Pessanha de Faria (IFF)
Paula Aparecida Martins Borges Bastos	Natalia Deus de Oliveira Crespo (IFF)
Pedro de Azevedo Castelo Branco	Paula Aparecida Martins Borges Bastos (IFF)
Raimundo Helio Lopes	Pedro de Azevedo Castelo Branco (IFF)
Raquel Collegario Zacchi	Raimundo Helio Lopes (IFF)
Renato Barreto de Souza	Renato Barreto de Souza (IFF)
Vicente de Paulo Santos Oliveira	Vicente de Paulo Santos Oliveira (IFF)
	Wagner da Silva Terra (IFF)

Equipe Editorial da Série Cadernos Técnicos

Cassiano Oliveira da Silva - Editor Assistente
Marize Bastos de Matos - Editora Associada
Michelle Guedes Catunda - Editora Associada

Equipe Editorial

Editor Executivo Claudia Marcia Alves Ferreira
Comissão de Editores Científicos
Aline dos Santos Portilho
Anders Teixeira Gomes
Paula Aparecida Martins Borges Bastos
Catálogo
Henrique Barreiros Alves

Revisão técnica
Inez Barcellos de Andrade
Revisão de língua portuguesa
Karina Hernandes Neves
Capa e Projeto Gráfico
Larissa de Paula Viana Souza
Claudia Marcia Alves Ferreira
Diagramação
Kevin Lucas Ribeiro Areas
Claudia Marcia Alves Ferreira

» Prefácio	7
» Introdução	9
» Classificação Básica	11
» Cálculo de aditivos nos alimentos	15
» Capítulo 1 – Conservadores	19
Ácido benzoico	20
Ácido sórbico	23
Nitrito e nitrato	23
Ácido propiônico e seus sais	24
» Capítulo 2 - Antioxidantes	27
Antioxidantes sintéticos	27
Antioxidantes naturais	29
» Capítulo 3 – Emulsificantes	31
» Capítulo 4 – Edulcorantes	35
» Capítulo 5 – Aromatizantes	41
» Capítulo 6 – Corantes	45
» Capítulo 7 – Acidulantes	51
» Capítulo 8 – Antiemectantes e umectantes	57
» Capítulo 9 – Estabilizantes e espessantes	61
» Capítulo 10 - Aditivos e clean label	65
» Capítulo 11 - Óleos essenciais como aditivos alimentares	67
Aplicação dos óleos essenciais como aditivos	68
» Prática 1 – Conservadores e antioxidantes – aplicação em produtos cárneos (linguiça frescal)	71
» Prática 2 - Formação de emulsão: efeito de componentes	75
» Prática 3 – Corantes e aromatizantes em balas de goma: sintéticos x naturais	79
» Referências	83
» Biografias	97



Prefácio

Esta obra tem por objetivo demonstrar a importância dos Aditivos Alimentares para os estudantes da área de alimentos de nível técnico, podendo também ser utilizado no nível superior, bem como em outras áreas afins, tanto pelas características e propriedades oferecidas, quanto pelas possibilidades de agregar às técnicas e métodos inovadores no desenvolvimento de produtos, os quais podem influenciar positivamente em aspectos de qualidade e de uma forma direta o rendimento da indústria alimentícia. Esses precedentes baseiam-se em grandes esforços buscando o desenvolvimento técnico e científico, e vêm se dando ao longo de décadas de trabalho por parte da comunidade científica de química e da ciência e tecnologia de alimentos.

Os autores realizaram um levantamento dos principais aditivos em uso, baseando-se tanto na experiência profissional de cada um, quanto nas tendências observadas no trabalho de pesquisa e nas legislações reguladoras e na literatura científica. Essa sistemática, reproduzida através deste livro, proporcionou abranger as necessidades da indústria e de laboratórios de pesquisa, podendo, ainda, servir como referência a profissionais e estudantes de diversas áreas, em especial aos alunos do nível técnico na área de alimentos, onde na percepção dos autores, não há um material específico deste tema destinado a este público no Brasil.

Sendo o IF Fluminense uma instituição pública de reconhecida importância local e regional, torna-se pertinente que seus pesquisadores se empenhem em levar aos estudantes os avanços técnico-científicos disponíveis para a garantia da qualidade dos produtos e para a redução do impacto negativo na saúde ocasionado pela utilização de forma arbitrária dos aditivos alimentares, sem os devidos cuidados e conhecimentos por ora tão bem descritos nesta obra.

Prof. Dr. Hilton Lopes Galvão
IF Fluminense – Campus Bom Jesus do Itabapoana



Introdução

A busca, por parte dos consumidores, de produtos que tenham cada vez mais qualidade, aliada à modernização do setor alimentício, faz com que a indústria busque novos recursos que atendam às exigências solicitadas pelas sociedades e governos. Além da utilização de novas embalagens e condimentos, há o uso cada vez mais presente de aditivos alimentares (EVANGELISTA, 2008).

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), aditivo alimentar é “qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais” (ANVISA, 1997, p. 2). Os aditivos podem ser classificados de acordo com sua origem em: naturais, semi-sintéticos ou sintéticos. Os aditivos sintéticos, por exemplo, são obtidos em laboratórios, por síntese. A aplicação destes compostos pode ser incidental (substâncias residuais) ou intencional, com caráter optativo (corantes) ou obrigatório (espessantes) (EVANGELISTA, 2008).

Os aditivos alimentares e seus metabólitos são sujeitos a análises toxicológicas rigorosas antes da aprovação do seu uso na indústria. Os estudos são conduzidos com animais objetivando-se determinar os efeitos tóxicos a curto e longo prazo. A menor quantidade de aditivo que não produz nenhum efeito tóxico é chamada de “*no-effect level*”, ou NOEL. Esse valor é, geralmente, dividido por 100 e se obtém o máximo “*acceptable daily intake*”, ADI ou, em português, Ingestão Diária Aceitável (IDA).

Nos últimos anos, devido à preocupação das pessoas com a saúde, a indústria vem tentando se adaptar à redução de calorias e à atribuição de características sensoriais melhores. A redução de gordura, por exemplo, afeta a textura e o sabor de muitos alimentos, em especial os de origem láctea. Diante deste fato, as pesquisas buscam substitutos que, combinados, tentam atribuir as características desejadas nos produtos (PINHEIRO; PENNA, 2004).

O emprego incorreto de aditivos pode ser uma fonte de problema para a indústria e, principalmente, para o consumidor. Evangelista (2008) discute que mesmo a utilização de medicamentos farmacêuticos, nos quais já se conhece a repercussão no organismo humano, deve ser regulamentada, pois para cada indivíduo as reações podem variar. Portanto, no caso

de substâncias sintéticas, como alguns aditivos, deve-se ter conhecimento completo de seu comportamento nos organismos de crianças, adultos, idosos, sadios e enfermos, gestantes e nutrízes.

A utilização de aditivos também está relacionada negativamente à saúde do consumidor. Alguns estudos chamam a atenção para reações adversas aos aditivos, como alergias, alterações no comportamento em geral e carcinogenicidade, esta última observada a longo prazo (POLÔNIO; PERES, 2009; SCHILDERMAN *et al.*, 1995). A preocupação com a saúde infantil, principalmente, é maior devido ao fato de este público consumir muitos produtos que contêm aditivos e serem mais suscetíveis às reações adversas (POLÔNIO; PERES, 2009).

Logo, é de extrema importância ter conhecimento sobre as características, as funções e em quais produtos e quantidades os aditivos alimentares podem ser aplicados em formulações alimentícias, bem como saber que o emprego de substâncias químicas, quaisquer que sejam, deve passar por aprovação de órgãos de regulamentação. É fundamental destacar que a ética na sua utilização, tanto por parte da indústria quanto pela pesquisa, deve sempre se fazer presente. Percebe-se, atualmente, a busca pelos pesquisadores de fontes de aditivos que agridam cada vez menos a saúde das pessoas.



Classificação Básica

Segundo o modo que se apresentam os produtos, os aditivos se enquadram em dois grupos: aditivos incidentais e aditivos intencionais.

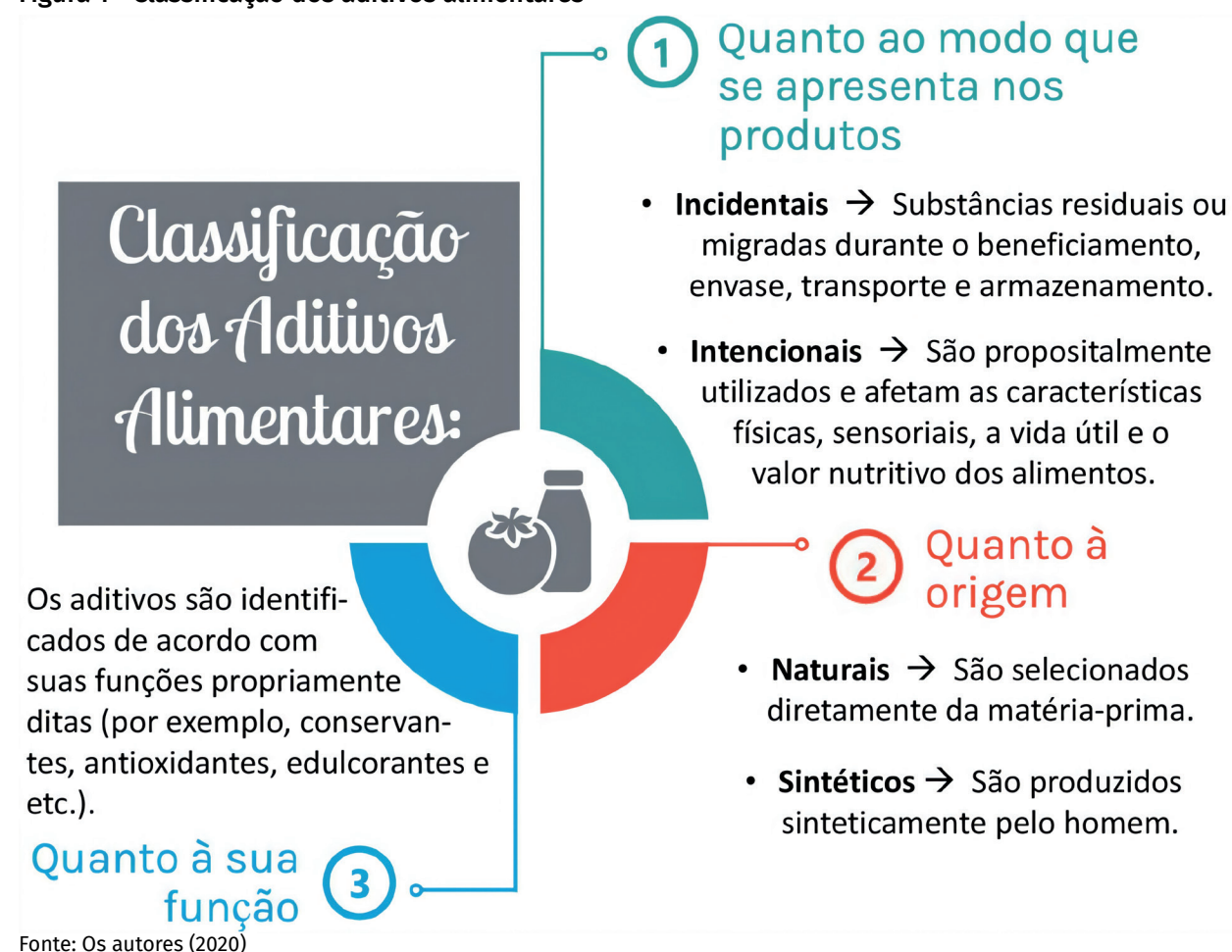
Os aditivos incidentais compreendem as substâncias residuais ou migradas, encontradas nos alimentos ou produtos alimentícios como matéria-prima e durante suas fases de beneficiamento, de embalagem, transporte e armazenamento. Sua presença não é necessariamente controlada (MOREIRA, 2014). Cabe ressaltar que, embora esta terminologia “aditivo incidental” conste no Decreto no 55.871, de 26/03/65 e no Decreto-Lei no 986, de 21/10/69, a mesma não está mais sendo utilizada, é uma expressão em desuso sendo substituída pela definição de “contaminantes” que consta do item 1.4 da Portaria SVS/MS no 540, de 27/10/97. Como exemplos de contaminantes podem ser citados: hidróxido de cálcio (cal) que é usado para refinar açúcar de cana, inseticidas pulverizados em frutas, antiparasitários e anabolizantes em produtos de origem animal quando não há respeito às boas práticas veterinárias.

Aditivos intencionais são os que propositalmente são agregados aos alimentos em função do seu processamento. Podem ser divididos em aditivos que afetam as características físicas dos alimentos (estabilizantes, emulsificantes e espessantes), as características sensoriais dos alimentos (aromatizantes e edulcorantes), a vida útil dos alimentos (conservadores e antioxidantes) e o estado nutritivo do alimento. A aplicação destas substâncias intencionais pode ser de carácter optativo como os corantes, ou obrigatório, como os espessantes (ANVISA, 1997; EVANGELISTA, 2008).

Quanto à sua origem, podem ser classificados em naturais e sintéticos. Os naturais são obtidos diretamente da matéria-prima, como a lecitina de soja ou de milho e o corante extraído de beterraba. Os sintéticos são aqueles produzidos sinteticamente pelo homem, sendo mais utilizados por terem menor custo de produção, maior pureza e qualidade relativamente superior.

As classificações abordadas dos aditivos alimentares estão esquematizadas na Figura 1.

Figura 1 - Classificação dos aditivos alimentares



O Sistema Internacional de Numeração (INS) de Aditivos Alimentares foi elaborado pelo Comitê do Codex sobre Aditivos Alimentares e Contaminantes de Alimentos (CCFAC) para estabelecer um sistema numérico internacional de identificação dos aditivos alimentares nas listas de ingredientes como alternativa à declaração do nome específico do aditivo. Apesar de os aditivos receberem a classificação básica mencionada, é evidente que eles também são classificados pelas suas funções desempenhadas nos alimentos, alterando algumas de suas características. Na rotulagem, os aditivos devem ser declarados depois dos ingredientes; a função principal deve ser declarada, seguida do nome completo do aditivo (Figura 2) ou do seu número INS (Figura 3), ou ambos (Figura 4) (BRASIL, 2002).

Figura 2 – Exemplo 1 de rotulagem para aditivos alimentares

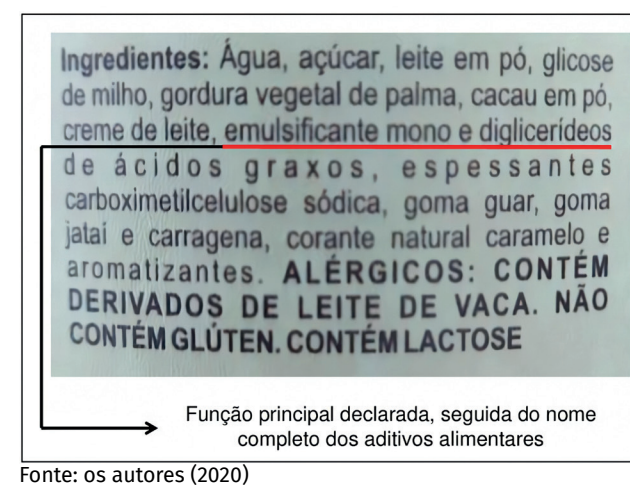


Figura 3 – Exemplo 2 de rotulagem para aditivos alimentares

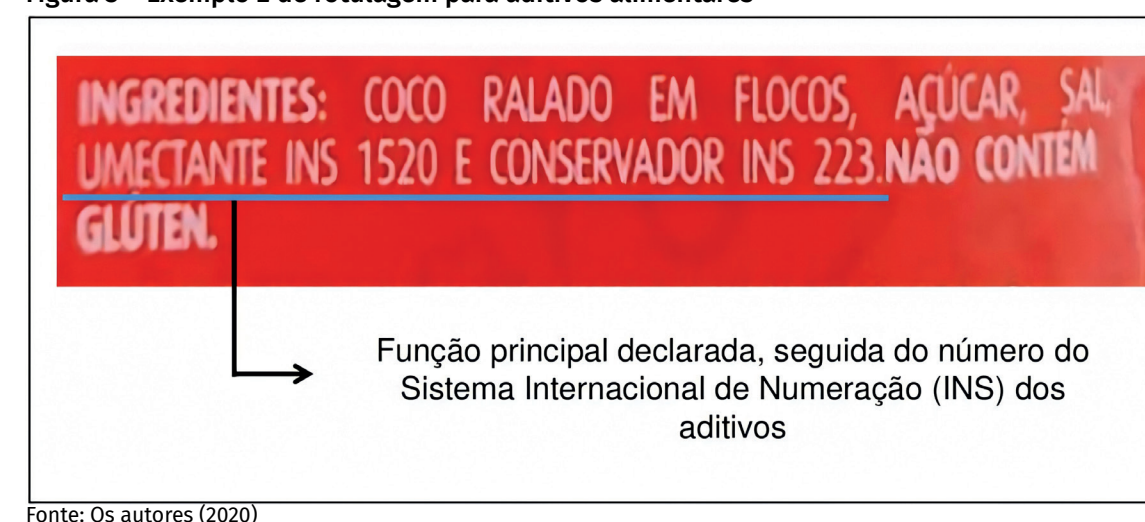
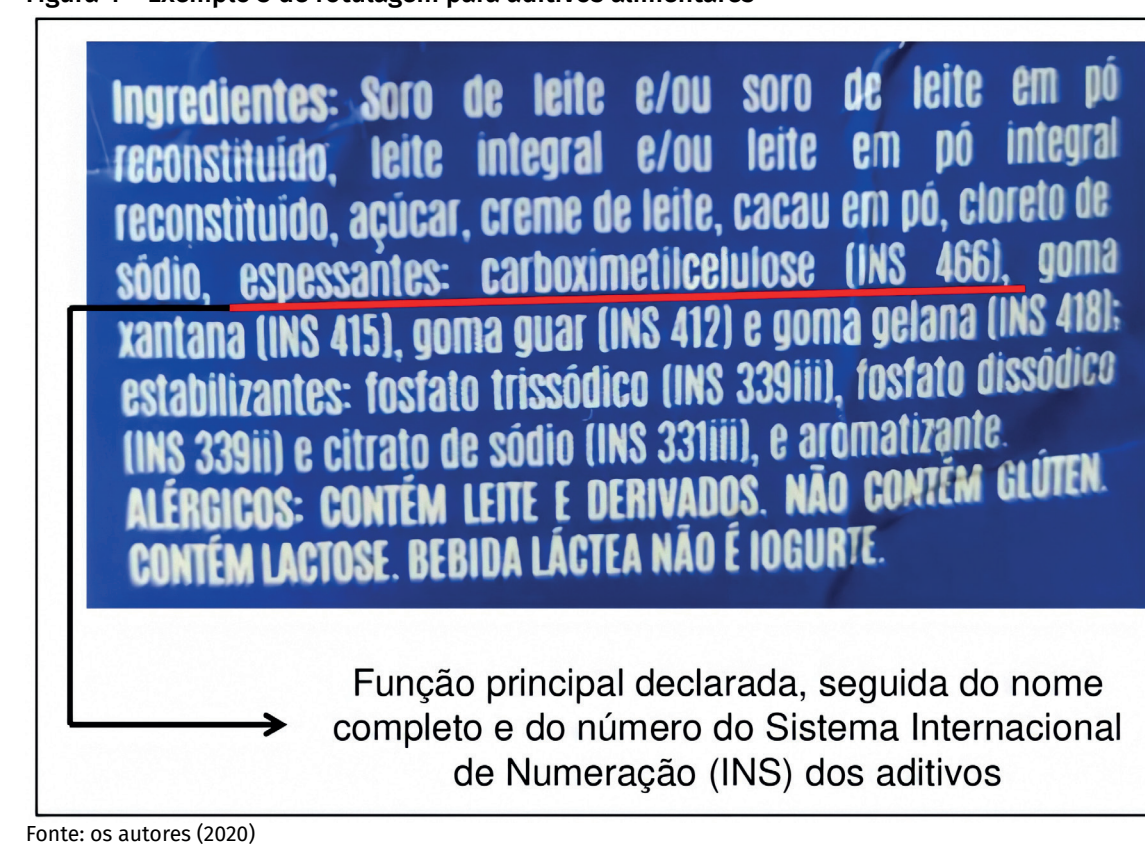


Figura 4 – Exemplo 3 de rotulagem para aditivos alimentares





Capítulo 1

Conservadores

Os aditivos conservadores são substâncias que retardam os processos de deterioração de produtos alimentícios, protegendo-os contra a ação microbiana ou de enzimas e, desta forma, proporcionam aumento do período de vida útil dos alimentos (EVANGELISTA, 2008).

O primeiro conservador utilizado foi o dióxido de enxofre (SO_2), em torno de 1813, provavelmente utilizado na conservação de carnes em época próxima à utilização de enlatamentos. Porém, o benzoato de sódio foi o primeiro conservador sintético que recebeu nos EUA a permissão do *Food and Drug Administration* (FDA) (1908) na conservação de certos alimentos. O ácido sórbico foi aprovado como conservador de alimentos somente em 1955 (JAY, 2005).

Existe um programa para o uso de aditivos em alimentos que tem como objetivo avaliá-los sistematicamente e apresentar subsídios para que os países-membros destas organizações possam controlar o emprego desses aditivos em alimentos, levando em consideração os aspectos relacionados com a saúde humana, que estão no âmbito da Organização para a Agricultura e Alimentação (*Food and Agriculture Organization - FAO*) e Organização Mundial da Saúde (OMS). Os grupos responsáveis pela implementação do programa são o JECFA (Comitê Conjunto FAO/OMS de Peritos Alimentares) e o CCFAC. O JECFA, órgão assessor do *Codex Alimentarius*, avalia toxicologicamente os aditivos alimentares e estabelece valores de ingestão diária aceitável (IDA) para as substâncias avaliadas (WHO, 1987 *apud* TFOUNI; TOLEDO, 2001). Os valores de IDA são utilizados por agências nacionais e internacionais para estabelecer quantidades aceitáveis de aditivos alimentares a serem utilizados em diferentes alimentos, de modo que o consumo não exceda a IDA (TOLEDO, 1996).

Os conservadores mais utilizados em alimentos são classificados como bacteriostáticos e fungistáticos, que atuam inibindo o crescimento do microrganismo nos alimentos mantendo a sua característica inicial por um tempo maior. Os mais utilizados e permitidos pela legislação brasileira para bebidas não alcoólicas, como os sucos de frutas, são: ácido benzoico e seus sais de sódio; cálcio e potássio, com concentração máxima permitida de 0,05 g/100 mL; ácido sórbico e seus sais de sódio, potássio e cálcio, com concentração máxima permitida de 0,08 g/100 mL para

bebidas sem gás e 0,03 g/100 mL para bebidas com gás e; dióxido de enxofre, com concentração máxima permitida de 0,004 g/100 mL (ANVISA, 2007).

Na União Europeia, a concentração de benzoato e sorbato de sódio em bebidas é de no máximo 1500 mg/L (0,15 g/100 mL) (WALKER; PHILLIPS, 2007).

Na Figura 5 são apresentadas as características que os conservadores devem possuir para serem aplicados em alimentos e quais parâmetros são levados em consideração ao fazer a escolha dos mesmos.

Figura 5 – Características e parâmetros que devem ser analisados ao escolher o conservante a ser utilizado



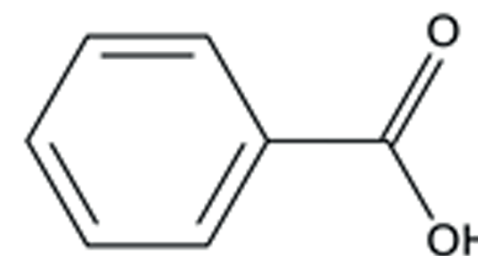
Fonte: Adaptado de Luck e Piperno (1989) e de Jay (2005)

Os ácidos orgânicos apresentam características importantes, como a baixa interferência no sabor e baixo nível de toxicidade nas concentrações recomendadas. Assim, os ácidos orgânicos de cadeia curta como o acético, cítrico, propiônico, benzoico e o sórbico, são muito utilizados como conservadores ou acidulantes (BAIRD-PARKER, 1980), sendo consideradas substâncias GRAS, "geralmente reconhecidas como seguras" (Generally Recognized As Safe) (CHIPLEY, 1993); porém, atualmente, ocorre um aumento na preocupação da população em consumir alimentos com menor concentração de aditivos (OLIVEIRA, 2004).

Ácido benzoico

O ácido benzoico (Figura 6) não se acumula no organismo. Combina-se com a glicina e transforma-se em ácido hipúrico, que é facilmente excretado por via renal, sendo este um dos motivos da ausência de efeitos tóxicos (FRÍAS *et al.*, 1996). Mesmo sendo a formação de ácido hipúrico a partir de ácido benzoico um processo saturável, tendo a disponibilidade da glicina como fator limitante, a eliminação do ácido benzoico é relativamente rápida (TFOUNI; TOLEDO, 2001).

Figura 6 – Estrutura química do ácido benzoico



Fonte: Os autores (2020)

Na Tabela 1, são apresentadas informações quanto à toxicidade do ácido benzoico e do benzoato de sódio.

Tabela 1 – Toxicidade do ácido benzoico e do benzoato de sódio

Espécies testadas	Período	Dose ou Concentração	Efeitos observados
Rato	nr*	1,7-4,0 g/kg peso corpóreo	50% mortalidade
Porquinho da Índia, coelho, gato, cachorro	nr*	1,7-2,0 g/100 kg peso corpóreo	100% mortalidade
Camundongo	3 meses	80 mg/kg peso corpóreo	Aumento na taxa de mortalidade
Camundongo	5 dias	3% da dieta	50% de mortalidade
Camundongo	3 meses	4% da dieta (benzoato de sódio)	Sem efeito
Homem	3 meses	1 g/dia	Sem efeito
Homem	14 dias	12 g/dia	Sem efeito
Homem	60-100 dias	0,3-0,4 g/dia	Sem efeito
Homem	Vários dias	5-10 g/dia (benzoato de sódio)	Sem efeito
Camundongo	17 meses	40 mg/kg peso corpóreo por dia	Distúrbio de crescimento
Rato	18 meses	40 mg/kg peso corpóreo por dia	Distúrbio de crescimento
Rato	2 semanas	5% da dieta (benzoato de sódio)	100% mortalidade
Rato	nr*	1,5% da dieta	Decréscimo na taxa de crescimento
Rato	2 semanas	1% da dieta (benzoato de sódio)	Sem efeito

nr*

Fonte: Chipley (1993) apud Tfouni e Toledo (2001)

Entretanto, o ácido benzoico e seus sais oferecem sabor desagradável nas bebidas descrito como "picante" ou "de queimação", devendo ser utilizadas menores concentrações possíveis. Além disso, este conservador não deve ser usado em produtos que apresentem na formulação gelatina, metilcelulose ou outros agentes espessantes, devido sua incompatibilidade com estes componentes (ARAÚJO, 2011; GAVA, 2014).

A forma não dissociada dos ácidos fracos confere à sua atividade antimicrobiana, portanto o pKa é utilizado para saber sua eficiência nos alimentos em determinado pH. Os valores de pKa (pH no qual 50% da molécula se encontra na forma dissociada) na maioria dos ácidos encontra-se na faixa de pH entre 3,0 e 5,0; ou seja, a concentração da forma não dissociada aumenta com a elevação da acidez do alimento (ARAÚJO, 2011). O pKa do ácido benzoico é de 4,2 (McDONALD; HENDERSON; HERON, 1991).

Segundo Jay (2005), em pH 4,0 cerca de 60% do ácido benzoico estão na forma não dissociados e em pH 6,0 apenas 1,5%, restringindo a atuação em produtos de elevada acidez, como suco de maçã, refrigerantes, extrato de tomate, entre outros alimentos ácidos. Na Tabela 2, são exemplificados percentuais de total de ácido não dissociados de conservadores em diferentes pH.

Tabela 2 – Proporção (%) do total de ácido não dissociado em diferente pH dos conservadores ácidos mais empregados em alimentos

Conservador	pKa	pH/ total do ácido não dissociado (%)				
		3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
Ácido benzoico	4,20	93,5	59,3	12,8	1,44	0,14
Ácido sórbico	4,80	97,5	82,0	30,0	4,10	0,48
Ácido propiônico	4,87	98,5	87,6	41,7	6,67	0,71

Fonte: Adaptado de Araújo (2011)

Ao entrar na célula viva por transporte passivo devido à permeabilidade da membrana dos microrganismos ao conservador, o ácido não-dissociado se dissocia ($\text{RCOO}^- + \text{H}^+$) por ser o pH interno (de cerca de 7,0) da célula mais elevado que o pKa do ácido. A diminuição do pH intracelular resulta no enfraquecimento do gradiente da membrana, que representa o potencial eletroquímico empregado pela célula para transporte ativo de certos compostos como aminoácido, afetando o transporte de nutrientes (BRUL; COOTE, 1999). E o citoplasma, assim acidificado, inibe o metabolismo, particularmente das enzimas da glicólise (STRATFORD; ANSLOW, 1998). O transporte compensatório de prótons para o exterior da célula afeta tanto o transporte ativo de nutrientes como diminui a energia celular, interferindo no metabolismo energético (BARBOSA-CÂNOVAS et al., 1999; McDONALD; HENDERSON; HERON, 1991).

Freese, Sheu e Galliers (1973) demonstraram que os benzoatos agem contra os microrganismos inibindo a absorção de moléculas de substratos pelas células.

Stratford e Anslow (1998) relataram que o ácido benzoico e o sórbico liberam menor número de prótons em relação a outros ácidos fracos, evidenciando outros mecanismos de inibição simultânea desses conservadores, como por exemplo, a atuação direta na membrana celular ou atuação como inibidor específico do metabolismo.

Estes ácidos lipofílicos possivelmente passam a inibir ou até mesmo matar microrganismos através da modificação e permeabilidade das membranas celulares e pela ocorrência ou não de reações metabólicas primordiais para o desenvolvimento da atividade celular.

Outro fator a ser considerado na utilização do conservador, além do pH, é a solubilidade. O benzoato de sódio ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$) é um granulado em pó, mais comercializado que o ácido benzoico ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$) devido ao sódio possuir elevada solubilidade em água (500 g/L), enquanto o ácido apresenta solubilidade de aproximadamente 3,4 g/L (PÖLÖNEM, 2000).

Cabe ressaltar que pesquisas vêm demonstrando que a atividade antimicrobiana de aditivos conservadores, como o ácido benzoico, pode ser melhorada pelo processo de micronização, bem como outros métodos de redução do tamanho dessas partículas. Esse processo apresenta-se como uma alternativa eficaz na redução da concentração de ácido benzoico, por exemplo, para a estabilidade de suco de laranja (KAWASE; LUCHESE; COELHO, 2013).

Ácido sórbico

O Ácido sórbico apresenta-se como fungistático devido à inibição do sistema enzimático, além disso, evita o crescimento das células vegetativas e é eficiente no controle de fungos e leveduras e pouco ativo para bactérias. Por não atuar contra bactérias lácticas, é aplicado em iogurte, por exemplo. É empregado também em bebidas ácidas, como em bebidas à base de frutas; margarina, maionese, queijo, produtos de confeitaria etc.

Nitrito e nitrato

Nitrito e nitrato de sódio e de potássio são sais de cura amplamente utilizados como aditivos alimentares no processamento de produtos cárneos. Os sais de nitrito apresentam também função conservadora, inibição do crescimento e da produção de toxinas das várias espécies de *Clostridium*, controle de *Listeria monocytogenes* e, função de antioxidante além de conferir cor e sabor aos produtos (LEITÃO, 1978; BACUS, 2006).

No Brasil, a concentração máxima permitida de nitrito e nitrato em carnes e produtos cárneos segundo a RDC nº 272, de 14 de março de 2019, é de 0,015 g/100 g para nitrito de potássio e de sódio e 0,03 g/100 g para nitrato de sódio e de potássio, sendo a quantidade residual máxima expressa em nitrito de sódio (ANVISA, 2019).

A combinação de aditivos com igual função pode ser utilizada, desde que a soma de todos os limites não seja superior ao limite máximo de nenhum deles. Nos EUA, o nitrito de sódio é permitido em níveis de até 156 ppm (parte por milhão), ou 0,0156 g/100 g, em carnes curadas e, na França seu emprego está autorizado desde 1964, mas unicamente na forma de sal nitrado (0,6%) com o objetivo de evitar acidentes na manipulação.

A adição de apenas 50 ppm (0,0050 g/100 g) de nitrito para carnes cozidas curadas é suficiente para colorir e atribuir sabor, além de evitar oxidação lipídica, mas uma concentração maior de nitrito é necessária para manter a estabilidade do produto em relação ao crescimento de microrganismos (LEISTNER; VUKOVIC; DRESEL, 1980).

Em produtos cárneos fermentados, como o salame, a coloração curada característica é o resultado da reação química entre compostos derivados do nitrito/nitrato adicionado e da mioglobina (MbFe^{II}) levando a formação simultânea de um composto vermelho brilhante denominado nitrosilmioglobina ($\text{MbFe}^{\text{II}}\text{NO}$), na qual um ligante axial óxido nítrico (NO) é coordenado com o Fe^{II} central do heme (MØLLER; SKIBSTED, 2002). As reações químicas que resultam no pigmento de carne curada são séries complexas de processos envolvendo passos microbianos, enzimáticos e químicos que dependem do pH, concentração do pigmento, potencial redox, distribuição do agente de cura, temperatura, mistura e etc.

A cura de carne originalmente se desenvolveu, como várias revisões sugeriram, do uso de sal contaminado com nitrato de sódio ou potássio. No fim do século XIX, foi descoberto que o nitrato era convertido em nitrito por uma bactéria redutora de nitrato e, que o nitrito era o agente real de cura. A primeira metade do século XX trouxe um deslocamento gradual do nitrato para o nitrito como o agente de cura primário para carnes curadas, uma vez que sua estrutura foi melhor compreendida e também pelas vantagens de gastar menor tempo de cura aumentando a capacidade de produção. Já nos anos 60 e 70, com a descoberta de que nitrito poderia resultar na formação de n-nitrosaminas carcinogênicas, as indústrias de carnes curadas sofreram uma queda de lucro (PEGG; SHAHIDI, 2000).

Pesquisas subsequentes demonstraram que um fator significativo de formação de nitrosamina era residual da concentração de nitrito e, conseqüentemente, nitrato foi eliminado da maioria dos processos de cura, objetivando controlar eficazmente o resíduo desse nitrito. Atualmente, nitrato é raramente usado e ainda assim somente em poucas especialidades de produtos, como presuntos defumados e salsichas, onde os processos de cura necessitam de reservatórios em longo prazo para que o nitrito possa ser vagorosamente liberado ao curso do processo.

A química do nitrito em carnes curadas é uma mistura extremamente complexa de reações químicas interativas envolvendo uma série de reagentes. O nitrito é um composto altamente reativo que pode funcionar como agente oxidante, redutor ou nitrosilante e, pode ser convertido numa variedade de compostos relacionados em carnes, incluindo ácido nitroso, óxido nítrico e nitrato. Já está claro que a formação de óxido nítrico (NO) a partir do nitrito é um pré-requisito para a maioria das reações de cura das carnes (MØLLER; SKIBSTED, 2002). Felizmente, pesquisas fundamentais sobre o NO se tornaram as áreas mais ativas de pesquisa em biologia, porque o mesmo se tornou conhecido por participar em diversas funções fisiológicas em organismos.

O caminho mais efetivo para considerar a química do nitrito em carnes curadas é avaliar os efeitos práticos da adição de nitrito nas carnes. O primeiro e mais óbvio efeito é o desenvolvimento da cor de cura. Examinando profundamente as reações envolvidas, percebe-se imediatamente que se trata de um evento muito complexo, como citado anteriormente. Por exemplo, o nitrito não age diretamente como agente nitrosilante na carne, mas sim primeiramente forma intermediários como N_2O_2 em condições meio ácidas típicas de músculos *post mortem* (posterior à morte do animal) (HONIKEL, 2004), e NOCl na presença do sal.

Nitrito também é responsável pela produção do sabor característico da carne curada. É possível distinguir presunto cozido e curado de porco fresco, baseado no *flavour* (sabor), mas a identidade química dos componentes que distinguem o *flavour* em carne curada tem numerosas explicações, uma delas está na supressão (inibição) da oxidação lipídica pelo nitrito, porém outros antioxidantes não produzem esse sabor característico.

A redução do nitrito de sódio produz óxido nítrico, que quando hidrolisado, forma óxido nitroso, o qual pode reagir com aminas em alimentos à base de músculo (incluindo produtos cárneos) para formar compostos N-nitrosos especialmente nitrosaminas, as quais têm efeitos tóxicos, mutagênicos, neuro e nefrotóxicos e carcinogênicos (FRANCIS, 2000).

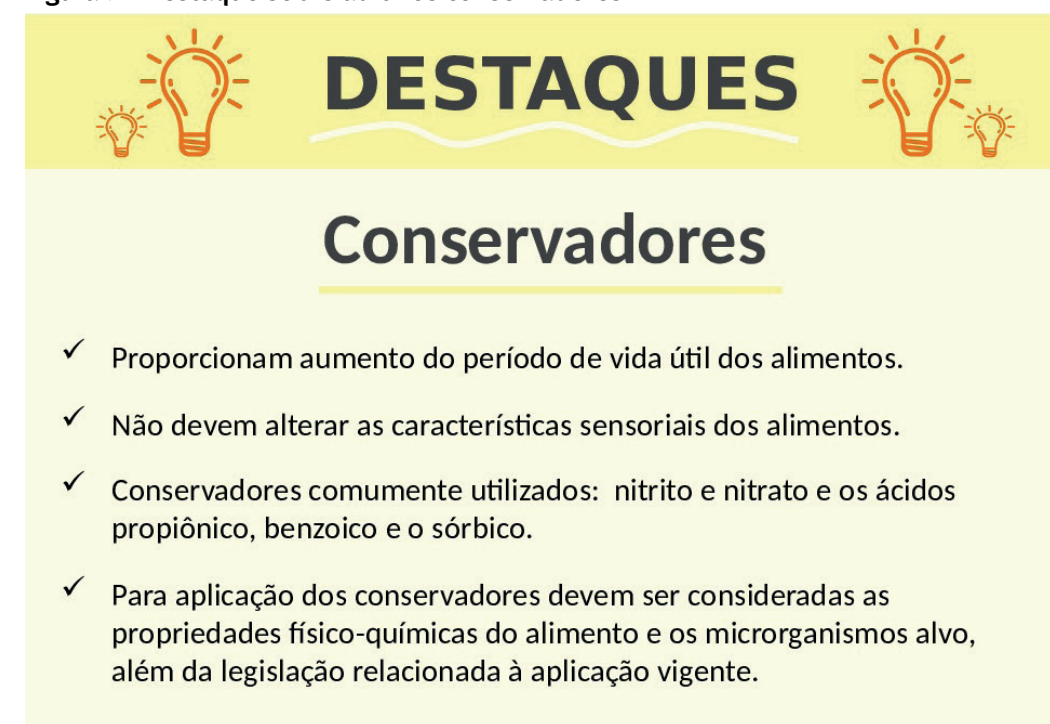
Ácido propiônico e seus sais

O conservador sintético ácido propiônico e seus sais, como propionato de cálcio e propionato de potássio, são usados em alimentos evitando o desenvolvimento de fungos, principalmente em produtos de panificação (SOFOS, 1989; SUHR; NIELSON, 2004).

Apesar de sua eficiência em pães industrializados, algumas espécies de fungos apresentam resistência ao propionato de cálcio, como o *Penicillium roqueforti*, um dos principais deteriorantes de pães (SUHR; NIELSON, 2004; HARRIS *et al.*, 1986). Por isso, deve-se ressaltar a importância das Boas Práticas de Fabricação na elaboração desses produtos. É importante salientar que o pH dos pães é de cerca de 5,5, sendo que neste pH o conservador apresenta menos de 40% na forma não dissociado, apresentando baixo valor de atuação (MORO *et al.*, 2018).

Para auxiliar na fixação do conteúdo aprendido neste capítulo, observe a Figura 7, pois nela são destacados alguns dos principais pontos estudados sobre os aditivos conservadores.

Figura 7 – Destaque sobre aditivos conservadores



DESTAQUES

Conservadores

- ✓ Proporcionam aumento do período de vida útil dos alimentos.
- ✓ Não devem alterar as características sensoriais dos alimentos.
- ✓ Conservadores comumente utilizados: nitrito e nitrato e os ácidos propiônico, benzoico e o sórbico.
- ✓ Para aplicação dos conservadores devem ser consideradas as propriedades físico-químicas do alimento e os microrganismos alvo, além da legislação relacionada à aplicação vigente.

Fonte: Os autores (2020)



Capítulo 2

Antioxidantes

As substâncias antioxidantes são empregadas para impedir ou diminuir o desencadeamento das reações oxidativas (ALLEN; HAMILTON, 1983). Inibem a formação de radicais livres que possibilitam a etapa de iniciação ou, abrangem a eliminação de radicais importantes na etapa de propagação, através da doação de átomos de hidrogênio a estas moléculas, interrompendo a reação em cadeia (NAMIKI, 1990).

A aplicação de antioxidantes em alimentos é importante principalmente para proteção dos compostos insaturados dos óleos, da oxidação de vitaminas e proteínas, evitando perda nutricional, alteração do “flavour” do alimento e produção de compostos tóxicos. Também evita a descoloração causada pela alteração de pigmentos. Dessa forma, mantém-se a aceitação do consumidor e o valor nutricional dos alimentos, por evitar odores e sabores indesejáveis resultantes da rancidez oxidativa. Entretanto, óleos e gorduras oxidadas não serão revertidos pela adição de antioxidantes (ARAÚJO, 2011).

Alimentos vegetais fornecem uma vasta variedade de antioxidantes, como as vitaminas C e E, carotenoides, flavonoides e outros compostos fenólicos (SERRANO; GOÑI; SAURA-CALIXTO, 2007).

Substâncias fenólicas sintéticas ou naturais (como tocoferol e flavonoides) apresentam atividade antioxidante devido às suas propriedades redutoras e estrutura química que atuam neutralizando ou sequestrando radicais livres, evitando a propagação do processo oxidativo (DELAZAR *et al.*, 2006). Atuam formando intermediários relativamente estáveis, devido à ressonância do anel aromático presente na estrutura destas substâncias (SOARES, 2002).

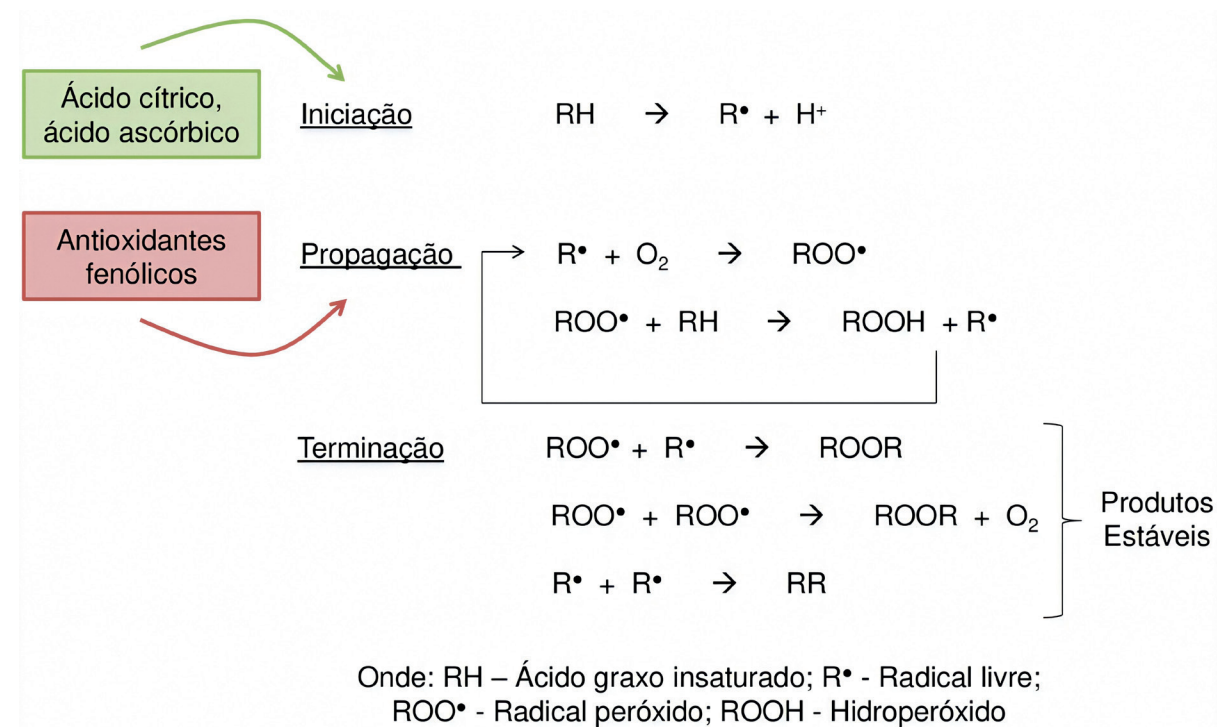
Antioxidantes sintéticos

A oxidação lipídica em alimentos está relacionada com sua deterioração e, conseqüentemente, com a perda da sua qualidade. Essa reação provoca a perda de ácidos graxos essenciais, podendo resultar na produção de substâncias potencialmente tóxicas. Na indústria de alimentos,

são usados antioxidantes sintéticos, principalmente aqueles sequestradores de radicais livres (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

Na Figura 8, é apresentado um esquema geral das etapas da oxidação lipídica e a atuação dos antioxidantes neste processo.

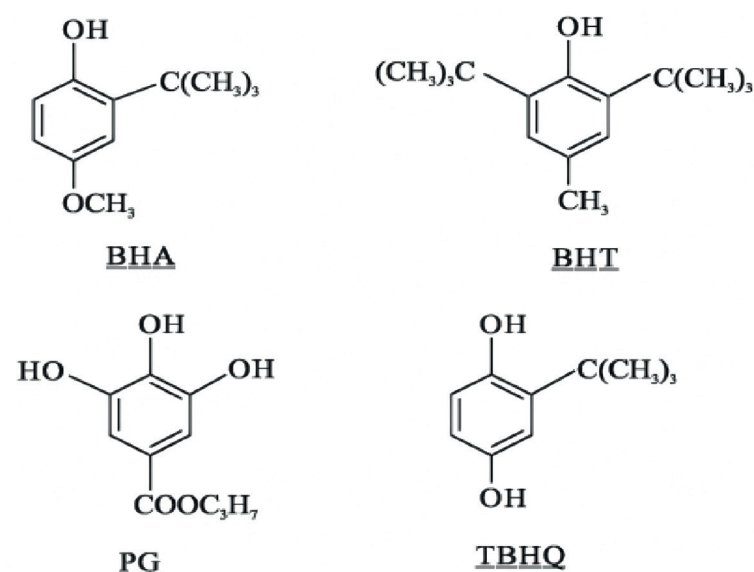
Figura 8 - Esquemática do mecanismo de oxidação lipídica e atuação dos antioxidantes nas diferentes etapas



Fonte: Adaptado de Ramalho e Jorge (2006)

A incorporação de antioxidantes nos alimentos aumenta sua vida útil e sua qualidade sensorial, além dos valores nutricionais (LAGUERRE; LECOMTE; VILLENEUVE, 2007; ROJAS; BREWER, 2007). Neste caso, os compostos mais utilizados, entre outros, são: butil-hidroxi-anisol (BHA), butil-hidroxi-tolueno (BHT), terc-butil-hidroxiquinona (TBHQ) e propil galato (PG) (Figura 9). Estes antioxidantes sintéticos são amplamente usados na conservação de alimentos lipídicos (DURÁN; PADILLA, 1993).

Figura 9 – Estruturas fenólicas dos antioxidantes sintéticos



Fonte: Ramalho e Jorge (2006)

É utilizada nas indústrias alimentícias uma mistura de dois antioxidantes o BHT, que é eficiente em gordura animal e pouco eficiente em óleo vegetal, e o BHA, que resiste mais ao calor (ARAÚJO, 2011).

Conforme Wanasundara e Shahidi (1998), os antioxidantes BHA e o BHT podem ser tóxicos. De acordo com a Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC), o BHA, por exemplo, combinado com outros componentes possivelmente carcinogênicos, tem a capacidade de induzir modificações no DNA de animais. Segundo a IARC, o BHA se enquadra no grupo 2B (possivelmente carcinogênico) (IARC, 2020). Com isso, são buscadas alternativas de antioxidantes naturais, como os tocoferóis e outras fontes mais seguras de antioxidantes alimentares (WANASUNDARA; SHAHIDI, 1998).

O antioxidante sintético TBHQ, apesar de ser permitido no Brasil e nos Estados Unidos, é proibido em países da União Europeia. É aplicado em óleos ou gorduras, puros ou em combinação com outros antioxidantes fenólicos sintéticos (BRASIL, 1988; SAAD *et al.*, 2007).

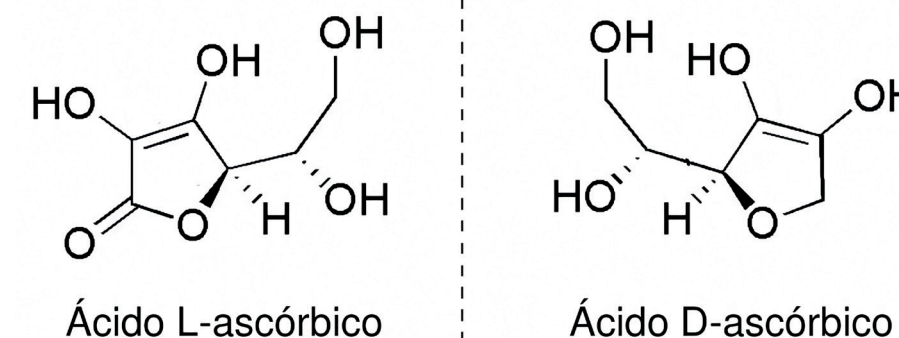
Assim, com os estudos toxicológicos demonstrando a possibilidade destes antioxidantes apresentarem algum efeito tóxico, o JECFA da FAO e a OMS têm alterado nos últimos anos a IDA destas substâncias como resultado de algumas pesquisas científicas (WÜRTZEN, 1990).

Antioxidantes naturais

Dentre os antioxidantes naturais, podem ser citados os polifenóis, o ácido ascórbico, os carotenoides e os tocoferóis, sendo encontrados principalmente em frutas (CAROCHO; MORALES; FERREIRA, 2015; KALT *et al.*, 1999; WANG; CAO; PRIOR, 1996).

A vitamina C das frutas é composta majoritariamente pelo ácido ascórbico e por sua forma oxidada, o ácido deidroascórbico (DHA) que possui um papel importante sob as reações oxidativas (HAGEN *et al.*, 1999). Este composto ocorre naturalmente na forma de dois isômeros, o L-ácido ascórbico (forma ativa) e o D-ácido ascórbico (forma inativa) (ARANHA *et al.*, 2000). Estas estruturas estão apresentadas na Figura 10.

Figura 10 – Estruturas químicas do L-ácido ascórbico e o D-ácido ascórbico




Fonte: Os autores (2020).

A estrutura química da vitamina C foi identificada e o produto sintetizado sob a forma fisiologicamente ativa em 1938, sendo o ácido ascórbico oficialmente aceito como nome químico da vitamina C (ARANHA *et al.*, 2000). Essa substância é cristalina, solúvel em água na proporção de 1 g em 3 mL. O calor, a exposição ao ar, o contato com cobre e ferro e o meio alcalino aceleram a oxidação desta vitamina (GUILLAND; LEQUEU, 1995).


Cabe ressaltar que o ácido cítrico e o ácido ascórbico são utilizados pela indústria na forma sintética, por apresentarem, dentre outros fatores, baixa estabilidade na sua forma natural.

Para auxiliar na fixação do conteúdo aprendido neste capítulo, observe a Figura 11, pois nela são destacados alguns dos principais pontos estudados sobre os aditivos antioxidantes.

Figura 11 – Destaques sobre os aditivos antioxidantes



DESTAQUES



Antioxidantes

- ✓ São utilizados para impedir ou diminuir o desencadeamento das reações oxidativas.
- ✓ Os antioxidantes são aplicados em alimentos principalmente devido à sua ação de proteção nos compostos insaturados dos óleos, na oxidação de vitaminas e proteínas e por evitar a perda nutricional, a alteração de odores e sabores, a produção de compostos tóxicos e a descoloração dos alimentos.
- ✓ Aumentam a vida útil e a qualidade sensorial e evitam a perda do valor nutricional dos alimentos.
- ✓ Antioxidantes sintéticos mais utilizados: butil-hidroxi-anisol (BHA), butil-hidroxi-tolueno (BHT), terc-butil-hidroxiquinona (TBHQ) e propil galato (PG).
- ✓ Antioxidantes naturais: polifenóis, ácido ascórbico, ácido cítrico, carotenoides e tocoferóis.

Fonte: Os autores (2020)

Capítulo 3 Emulsificantes

As emulsões são sistemas instáveis (CHUNG; MCCLEMENTS, 2013). Pinheiro e Penna (2004) usam água e óleo como exemplo clássico para explicar uma emulsão, sendo uma mistura de dois líquidos que normalmente não podem ser combinados.

A emulsificação da maionese (Figura 12), por exemplo, é a formação de uma emulsão estável pela mistura de dois líquidos imiscíveis (óleo e água), onde o óleo é considerado como a fase dispersa, que será transformado em gotículas no interior do dispersante ou fase contínua (água) (FELLOWS, 2006).

Figura 12 – Maionese



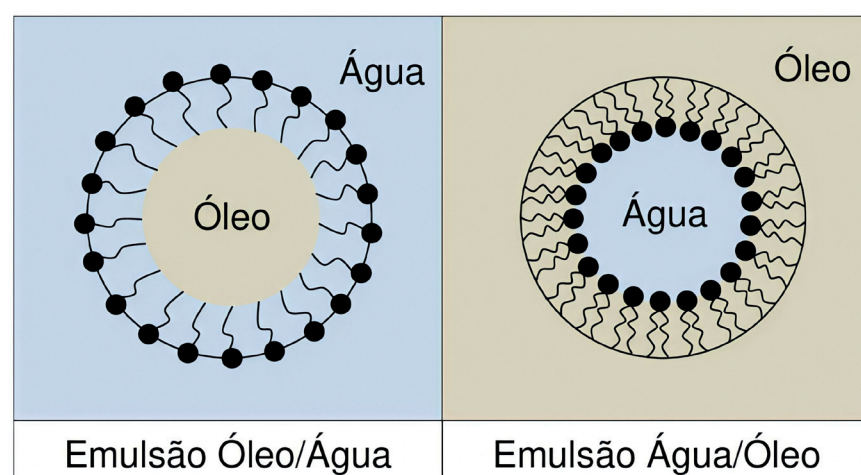
Fonte: Os autores (2020)

Segundo Fellows (2006), vários compostos sintéticos com propriedades emulsificantes são utilizados, em quantidades pequenas, por apresentar atividade superficial maior que outros constituintes naturais dos alimentos.

Os agentes emulsificantes têm a capacidade de formar micelas que recobrem as gotículas de óleo, reduzindo assim a tensão interfacial entre as fases, pois quanto maior essa tensão entre fase contínua e fase dispersa (por exemplo, água e óleo, respectivamente) menos estável será a emulsão (FELLOWS, 2006).

Na Figura 13, podem-se observar as dispersões água em óleo e óleo em água, onde os emulsificadores são a conexão entre os dois líquidos imiscíveis, estabilizando a mistura.

Figura 13 - Diferentes dispersões de Óleo/Água e Água/Óleo



Fonte: Adaptado de Araújo (2011)

De acordo com Rinald *et al.* (2007), o tempo necessário para ocorrer a desestabilização de uma emulsão varia desde poucos segundos até vários anos, dependendo da formulação da emulsão e das condições de preparação da mesma (se houve ou não a adição de agentes emulsionantes e sua natureza).

Os emulsificantes têm como função principal promover a formação e a estabilidade de emulsão dos produtos a serem formados. São moléculas ativas que aderem à superfície das gotas formadas durante a homogeneização, impedindo a aproximação das mesmas e evitando agregação (ARAÚJO, 2011).

O Quadro 1, são apresentados exemplos da aplicação de emulsificantes na indústria de alimentos.

Quadro 1 - Exemplos de produtos, emulsificantes utilizados e efeito

Produto	Emulsificante	Efeito
Margarina	Monoglicérides/Lecitina	Estabilização da emulsão água em óleo (A/O)
Maionese	Lecitina	Estabilização da emulsão óleo em água (O/A)
Sorvete	Polisorbatos	Estabilização da emulsão óleo em água (O/A)
Salsicha	Miosina (proteína da carne)	Prevenção da separação da gordura
Pães/derivados	Cálcio e sódio estearol lactilado	Melhorias da estrutura da casca, do volume, e da inibição da retrogradação do amido
Chocolate	Lecitina de soja/Sal monossódico de monoglicérides fosfatados	Inibição da aglomeração da gordura

Fonte: Adaptado de Aditivos... (2020a)

A gema de ovo, contendo o fosfolípido lecitina, é um agente natural que domina o mercado de emulsificantes. Utilizado em maioneses e outros produtos, sua aplicação se dá devido às características sensoriais e as propriedades funcionais, conferindo o aspecto cremoso (RAO, 1992).

O uso de outros emulsificantes também pode proporcionar algumas vantagens, como diminuição em conteúdo de colesterol, aumento na estabilidade microbiológica e, em alguns casos, menor custo de fabricação (RIVAS; SHERMAN, 1982).


O processo de patente depositado no Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI (número de registro BR10201901777) tem como característica a produção de maionese com baixo custo para a indústria de alimentos utilizando soro de queijo (lactossoro) fluido como fonte de água e proteínas, gema de ovo como fonte de lecitina, óleo de soja e outros ingredientes. Além do emulsificante natural presente na gema do ovo, as proteínas do lactossoro agem de forma a melhorar a qualidade da emulsão.

Além do efeito principal dos emulsificantes, que é a formação de uma emulsão estável, alguns efeitos secundários podem ser considerados mais importantes para determinados produtos. Na panificação, por exemplo, são utilizados para o fortalecimento de massas e o retardamento do envelhecimento (ADITIVOS..., 2020a).

De acordo com a RDC nº 64 de 16 de setembro de 2008 (BRASIL, 2008), existe um limite máximo para a utilização de todos os aditivos alimentares permitidos no Brasil, considerando que o uso deve ser limitado a alimentos e condições específicas e ao menor nível para alcançar o efeito desejado. Dentre os emulsificantes sintéticos permitidos com maior quantidade e amplamente utilizados na indústria de *snacks*, por exemplo, podem ser citados os Ésteres de mono e diglicérides de ácidos graxos com ácido diacetil tartárico com 2 g de emulsificante/100 g de produto.

Para auxiliar na fixação do conteúdo aprendido neste capítulo, observe a Figura 14, pois nela são destacados alguns dos principais pontos estudados sobre os aditivos emulsificantes.

Figura 14 – Destaques sobre os aditivos emulsificantes



DESTAQUES

Emulsificantes

- ✓ Principal função: promover a formação e a estabilidade de emulsão dos produtos.
- ✓ Possuem a capacidade de formar micelas que recobrem as gotículas de óleo, reduzindo a tensão interfacial entre as fases e, assim, torna a emulsão mais estável.
- ✓ Exemplos de emulsificantes: lecitina, monoglicéridios, polisorbatos, miosina, dentre outros.
- ✓ Os emulsificantes são utilizados em produtos alimentícios, tais como: margarina, maionese, sorvete, salsicha, panificados, chocolates, dentre outros.
- ✓ Alimentos que possuem ação emulsificante: gema de ovo, lactossoro (soro de queijo), dentre outros.

Fonte: Os autores (2020)



Capítulo 4 Edulcorantes

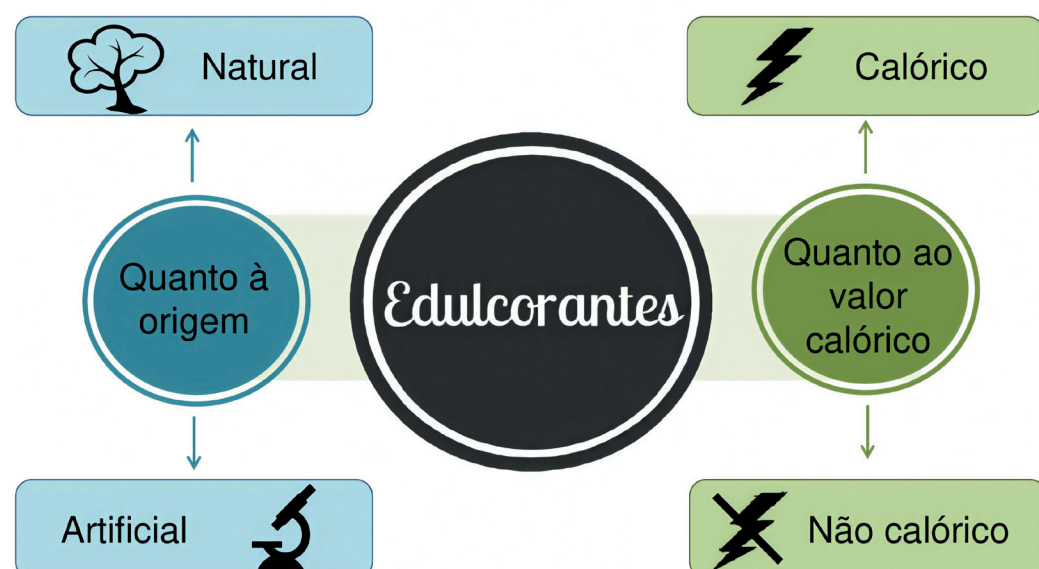
Edulcorante alimentar é considerado uma “substância diferente dos açúcares que confere sabor doce ao alimento”, devendo somente ser utilizado nos alimentos e bebidas em que se faz necessária a substituição parcial ou total do açúcar, como nas categorias de: controle de peso, dieta com ingestão controlada de açúcares, dietas com restrição de açúcares, alimentos e bebidas que possuem informação nutricional complementar, fórmulas para nutrição enteral (tratamento destinado a indivíduos que não podem ou não conseguem se alimentar totalmente pela boca) e suplementos alimentares (ANVISA, 2015; BRASIL, 2018).

Devido à sua capacidade de adoçar muito, mesmo em pequenas concentrações, os edulcorantes são considerados substâncias altamente eficazes e fortemente empregadas como aditivos alimentares nos adoçantes e produtos dietéticos (*diet* e *light*) como uma alternativa ao açúcar (CHATTOPADHYAY; RAYCHAUDHURI; CHAKRABORTY, 2014; FATIBELLO-FILHO *et al.*, 1996).

Genericamente, são designados como “adoçantes de mesa”, porém, estes últimos são produtos compostos por substâncias edulcorantes, que conferem a doçura, e também por um agente de corpo, que confere durabilidade, boa aparência e textura ao produto final (TORLONI *et al.*, 2007), logo, são produtos diferentes.

De acordo com Teixeira e seus colaboradores (2008), os edulcorantes podem ser classificados quanto à sua origem e ao seu valor calórico. Os autores descrevem ainda que, quanto à origem, podem ser divididos em artificiais e naturais. Quanto ao valor calórico, em “não calóricos” (não nutritivos) e “calóricos” (nutritivos). Essa classificação pode ser observada na Figura 15.

Figura 15 – Classificação dos edulcorantes



Fonte: Adaptado de Teixeira, Sardinha e Barata (2008)

Os edulcorantes naturais são substâncias orgânicas encontradas na natureza, obtidas sem reações químicas a partir de plantas ou de alimentos de origem animal, e os artificiais (sintéticos) são aqueles obtidos de produtos naturais ou não, por meio de processos químicos e são equivalentes aos de origem natural (GUERREIRO, 2007; RODRIGUES; SALDANHA; BARBOSA, 2012).

Os edulcorantes nutritivos, ou calóricos, são aqueles que fornecem energia e textura aos alimentos e geralmente contém o mesmo valor calórico que o açúcar, sendo utilizados em quantidades maiores do que os não nutritivos. Como exemplos destes edulcorantes, podem ser citados a polidextrose e os polióis. Os edulcorantes não nutritivos, também chamados de não calóricos ou intensos, fornecem somente doçura acentuada, não desempenhando nenhuma outra função tecnológica no produto final. São utilizados em quantidades muito pequenas, não geram calorias significativas ao produto e são representados, por exemplo, pelo aspartame, acessulfame K, ciclamato de sódio e sacarina sódica (GUERREIRO, 2007).

A RDC nº 18, de 24 de março de 2008, que delimita valores máximos para o uso de aditivos edulcorantes em alimentos, estabelece quais edulcorantes naturais e artificiais são permitidos no Brasil. Estes são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Edulcorantes naturais e artificiais permitidos no Brasil

Edulcorantes Naturais	Edulcorantes Artificiais
Manitol	Acesulfame de potássio (acesulfame k)
Sorbitol	Aspartame
Isomaltiol	Ácido ciclâmico e seus sais de cálcio, potássio e sódio (ciclamatos)
Maltitol	Sacarina
Glicosídeos de esteviol	Sucralose
Lactitol	Taumatina
Xilitol	Neotame
Eritritol	

Fonte: Adaptado de Brasil (2008)

Para que um edulcorante natural ou artificial seja utilizável pela indústria de alimentos, deve, além de ser seguro, atender a requisitos como: seu sabor doce deve ser percebido imediatamente; ter capacidade de se solubilizar rapidamente; deve ser o mais semelhante possível ao açúcar comum em termos de sabor; sua ingestão calórica deve ser significativamente menor que a de um açúcar comum; não ter cor ou odor; não ser tóxico; não causar cárie; ser estável o suficiente para manter suas qualidades ao ser combinado com outros alimentos, além de ser funcional e econômico (ALONSO, 2010).

Na Tabela 3 são apresentadas as características de alguns dos edulcorantes permitidos pela legislação brasileira.

Tabela 3 – Características dos edulcorantes (continua)

Edulcorante	Características	Sabor	Poder adoçante (comparado ao açúcar)	Calorias (kcal/g)	Origem
Acessulfame K	Estável em altas temperaturas e muito utilizado em bebidas, chocolates, geleias, produtos lácteos, gomas de mascar e panificação	Sem sabor residual e apresenta doçura de fácil percepção	200 vezes maior	Zero	Derivado do ácido acético
Aspartame	Perde o poder adoçante quando vai ao fogo. Apresenta boa dissolução em líquidos quentes	É o edulcorante mais parecido com o açúcar	200 vezes maior	4	Combinação dos aminoácidos fenilalanina e ácido aspártico
Ciclamato	Não perde seu poder adoçante ao ir ao fogo, em altas temperaturas	Possui sabor residual acre-doce ou doce-azedo	40 vezes maior	Zero	Derivado do petróleo
Glicosídeos de esteviol	Pode ir ao fogo e realça o sabor dos alimentos	Sabor residual semelhante ao do alcaçuz	300 vezes maior	Zero	Extraído de plantas
Manitol	Estável em altas temperaturas. Apresentação somente em uso industrial, geralmente associado ao sorbitol em bebidas, biscoitos, balas e chocolates	Levemente refrescante	0,45 vezes menor	2,4	Encontrado em frutas e algas marinhas
Sacarina	Não perde seu poder adoçante ao ir ao fogo, em altas temperaturas	Sabor residual doce metálico	300 vezes maior	Zero	Derivado do petróleo
Sorbitol	Perde o poder adoçante quando vai ao fogo. É misturado a outros adoçantes para dar brilho e viscosidade a certos produtos	Levemente refrescante semelhante ao açúcar, porém, um pouco mais doce	0,5 vezes menor	4	Extraído de frutas

Tabela 3 – Características dos edulcorantes (conclusão)

Edulcorante	Características	Sabor	Poder adoçante (comparado ao açúcar)	Calorias (kcal/g)	Origem
Sucralose	Resistente a altas temperaturas	Semelhante ao açúcar e não confere sabor residual	600 a 800 vezes maior	Zero	Obtido a partir da molécula do açúcar de cana, modificado em laboratório
Xilitol	São utilizados por indústria na fabricação de produtos dietéticos e de goma de mascar	-	-	4	Extraído da xilose

Fonte: Adaptado de United States Recommended Daily Allowance (USRDA)

De acordo com as características distintas de cada edulcorante e conforme o objetivo pretendido pela indústria, alguns se destacam em relação a outros. Dentre os mais utilizados, podem ser citados a sacarina, o ciclamato, o aspartame e o acesulfame K (CAROCHO et al., 2014).

A sacarina é um derivado sulfonamídico e foi o primeiro edulcorante artificial a ser sintetizado, sendo comercializada desde 1900 (CÂNDIDO; CAMPOS, 1996; TEIXEIRA; GONÇALVES; VIEIRA, 2011). Em altas concentrações apresenta sabor residual amargo, sendo por isso associado ao ciclamato, elevando o poder de doçura (ARAÚJO et al., 2007).

O ciclamato, sal do ácido N-ciclo-hexil-sulfâmico, aparece na composição dos produtos na forma de ciclamato de sódio, ciclamato de cálcio, ciclamato de potássio e ácido ciclâmico e teve seu uso aprovado no Brasil em 1965. É inodoro, solúvel em água, álcool e propilenoglicol e se apresenta mais estável que o aspartame e a sacarina, o que faz com que possa ser levado a altas e a baixas temperaturas (GUERREIRO, 2007). O ciclamato, igualmente à sacarina, possui contra-indicações nos casos de doença renal e hipertensão, e, além disso, a combinação dos dois edulcorantes pode estar associada ao desenvolvimento de câncer de bexiga (TEIXEIRA; GONÇALVES; VIEIRA, 2011).

O aspartame, liberado no Brasil em 1981, é um edulcorante artificial constituído de dois aminoácidos (ácido aspártico e a fenilalanina) e o metanol, encontrados naturalmente em certos alimentos como frutas, verduras, leite, carnes, etc. É um edulcorante nutritivo, com quatro calorias por grama, que possui sabor doce muito semelhante ao da sacarose, embora apresente leve amargor (GUERREIRO, 2007). Adoçantes à base de aspartame não são indicados para preparações alimentícias que vão ao forno, no fogão ou no micro-ondas, porque em altas temperaturas, a ligação entre os dois aminoácidos (fenilalanina e ácido aspártico) se rompe ocasionando a perda do sabor doce (ARAÚJO; ARAÚJO; ARAÚJO, 2008; BALBANI; STELZERL; MONTOVANI, 2006; GUERREIRO, 2007). Além disso, possui uma forte relação com o aumento da chance de desenvolvimento de tumor cerebral, reações alérgicas, leucemia, Doença de Parkinson e Alzheimer e seu uso é contra-indicado em casos de fenilcetonúria (doença genética causada pela deficiência da enzima fenilalanina hidroxilase) (KESHAVARZI et al., 2017; TEIXEIRA; GONÇALVES; VIEIRA, 2011).

O acesulfame K é produzido através de um processo que envolve ácido acetoacético em combinação com potássio (GUERREIRO, 2007). Não é calórico, é estável em altas temperaturas, apresenta grande poder adoçante, não é metabolizado pelo organismo, sendo totalmente eliminado pelos rins e, quanto à sua possível toxicidade, não há consenso quando consumido em doses acima da IDA correspondente (GUERREIRO, 2007; SHIBAO et al., 2009).

No geral, os edulcorantes e os produtos dietéticos vêm se tornando cada vez mais presentes nas residências e crescendo não apenas entre os consumidores com restrições dietéticas (por exemplo, pessoas obesas e diabéticas), mas especialmente aos que anseiam pela estética e “saúde”. Isto porque a forte mídia e o culto à boa forma fizeram do açúcar um vilão e os edulcorantes passaram a ser utilizados para suprir as exigências atuais dos consumidores por serem de baixa caloria e possuírem poder adoçante (FAGUNDES et al., 2001; SANTANA et al., 2012).

Alguns edulcorantes artificiais foram detectados em águas de efluentes não tratados em alguns países, como China, Estados Unidos, Alemanha, Reino Unido e Índia. Alguns estudos, como o de Gan et al. (2013), afirmam que até mesmos tratamentos convencionais, a floculação, o filtro de areia e a cloração não são completamente eficientes na eliminação de edulcorantes como o acesulfame K e a sucralose (ZELINSKI, 2017). Embora esta ocorrência tenha acarretado uma maior preocupação por parte das autoridades quanto a possíveis efeitos tóxicos à água e animais marinhos, pesquisadores estudaram o efeito da presença de edulcorantes, como a sucralose, na sobrevivência, crescimento e reprodução de organismos aquáticos e observaram que a concentração do edulcorante encontrada é inferior à necessária para causar efeito tóxico ao meio ambiente (HUGGETT; STODDARD, 2011). Com relação ao possível impacto ambiental causado pelos resíduos dos edulcorantes, mais estudos são necessários para elucidar o assunto.

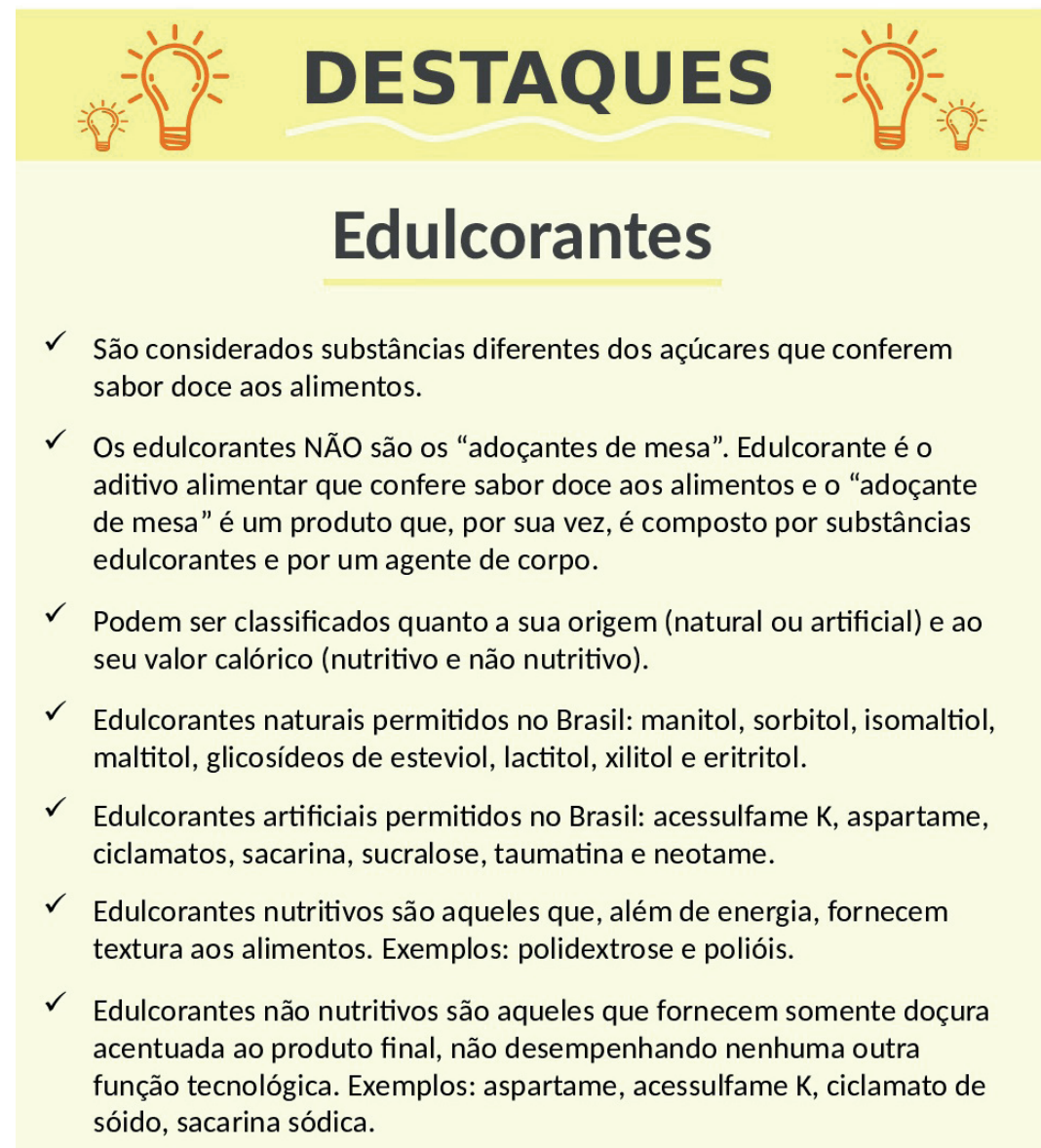
A grande problemática relacionada aos edulcorantes é que estes aditivos vêm sendo utilizados por um número maior de indivíduos que o utilizam mais por modismo do que por necessidade, além de serem empregados sem muito critério e por iniciativa própria, sem recomendação médica ou de nutricionista, fazendo com que muitas vezes sejam mal interpretados pelo consumidor (BRASIL, 2016; MALIK; SCHULZE; HU, 2006; NATIVIDADE, 2011).

Este consumo indiscriminado e abusivo de edulcorantes tem sido objeto de muitas polêmicas e controvérsias a respeito de seus reais benefícios e de sua segurança em longo prazo, possuindo alegações de carcinogenicidade, de má formação fetal, toxicidade para o fígado e bexiga, entre outras (ARDALAN et al., 2017; CAROCHO et al., 2014; GREEN; SYN, 2019). Embora boa parte dessas alegações tenha sido pesquisada e estudos tenham comprovado que os edulcorantes permitidos por lei podem não representar risco relevante para a saúde, quando consumidos dentro IDA recomendada, ainda assim existem muitas contradições acerca do assunto (BROWN; DE BANATE; ROTHER, 2010; CAROCHO et al., 2014; CHOUDHARY; PRETERIUS, 2017; ROMEIRO; DELGADO, 2013).

Desta forma, diante dos pontos positivos e negativos associados aos edulcorantes, torna-se imprescindível o uso consciente por parte dos consumidores e das indústrias de alimentos, além de mais estudos para elucidar as alegações referidas a eles. Assim, será possível utilizá-los de forma a potencializar seus benefícios, especialmente para os grupos da população que necessitam dos edulcorantes para manterem sua saúde.

Para auxiliar na fixação do conteúdo aprendido neste capítulo, observe a Figura 16, pois nela são destacados alguns dos principais pontos estudados sobre os aditivos edulcorantes.

Figura 16 – Destaques sobre os aditivos edulcorantes



DESTAQUES

Edulcorantes

- ✓ São considerados substâncias diferentes dos açúcares que conferem sabor doce aos alimentos.
- ✓ Os edulcorantes NÃO são os “adoçantes de mesa”. Edulcorante é o aditivo alimentar que confere sabor doce aos alimentos e o “adoçante de mesa” é um produto que, por sua vez, é composto por substâncias edulcorantes e por um agente de corpo.
- ✓ Podem ser classificados quanto a sua origem (natural ou artificial) e ao seu valor calórico (nutritivo e não nutritivo).
- ✓ Edulcorantes naturais permitidos no Brasil: manitol, sorbitol, isomaltiol, maltitol, glicosídeos de esteviol, lactitol, xilitol e eritritol.
- ✓ Edulcorantes artificiais permitidos no Brasil: acessulfame K, aspartame, ciclamatos, sacarina, sucralose, taumatina e neotame.
- ✓ Edulcorantes nutritivos são aqueles que, além de energia, fornecem textura aos alimentos. Exemplos: polidextrose e polióis.
- ✓ Edulcorantes não nutritivos são aqueles que fornecem somente doçura acentuada ao produto final, não desempenhando nenhuma outra função tecnológica. Exemplos: aspartame, acessulfame K, ciclamato de sódio, sacarina sódica.

Fonte: Os autores.

Capítulo 5

Aromatizantes

Os aromatizantes são utilizados na indústria de alimentos exclusivamente devido à aceitação sensorial. O atributo aroma diz muito respeito à intenção de compra do consumidor que prefere, em sua maioria, um aroma mais próximo ao natural. Quando o produto industrializado foge a essa característica, logo podem haver perdas mercadológicas (BRETERNITZ; BOLINI; HUBINGER, 2017).

Os aromatizantes são classificados pela indústria de alimentos em aromatizantes naturais, aromatizantes sintéticos idênticos aos naturais e aromatizantes sintéticos artificiais (SALES et al., 2018). No entanto, considerando a RDC nº 2 de 15 de janeiro de 2007, os aromatizantes são “substâncias ou misturas de substâncias com propriedades odoríferas e ou sápidas, capazes de conferir ou intensificar o aroma e/ou sabor dos alimentos” (ANVISA, 2007, p. 1).

Os aromatizantes naturais são obtidos, exclusivamente, por métodos enzimáticos, físicos ou microbiológicos a partir de matérias-primas de origem animal ou vegetal que contenham substâncias aromáticas. Estas matérias-primas podem estar em seu estado natural (in natura) ou ter passado por processos de beneficiamento como torrefação, cocção, fermentação e outros (ANVISA, 2007). Esses aromas podem ser produzidos no processamento, como na torração do café; por extração de vegetais secos, como os óleos essenciais de canela e podem estar presentes em alimentos que contém compostos de enxofre, como no gênero *Allium* (alho e cebola).

Um aromatizante natural bastante conhecido é o óleo essencial, extraído de plantas ou por prensagem do pericarpo de frutas cítricas, método amplamente utilizado no Brasil. Os óleos essenciais são empregados principalmente como aromas na indústria de alimentos, fixadores de fragrâncias, em composições farmacêuticas e orais e comercializados na sua forma bruta ou beneficiada, fornecendo substâncias purificadas como o limoneno, eugenol, mentol e safrol (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009).

Os extratos também são aromatizantes naturais obtidos por esgotamento, a frio ou a quente utilizando solventes. Desta forma, eles podem ser classificados como extratos líquidos, obtidos sem a eliminação do solvente e extratos secos, obtidos com eliminação do solvente. Outros aromatizantes naturais são os bálsamos e oleoresinas, além de substâncias aromatizantes

naturais isoladas, que incluem os sais de substâncias naturais com os seguintes cátions: H⁺ (hidrogênio), Na⁺ (sódio), K⁺ (potássio), Ca⁺⁺ (cálcio) e Fe⁺⁺⁺ (ferro), e ânions: Cl⁻ (cloreto), SO₄⁼ (sulfato), CO₃⁼ (carbonato) (ANVISA, 2007).

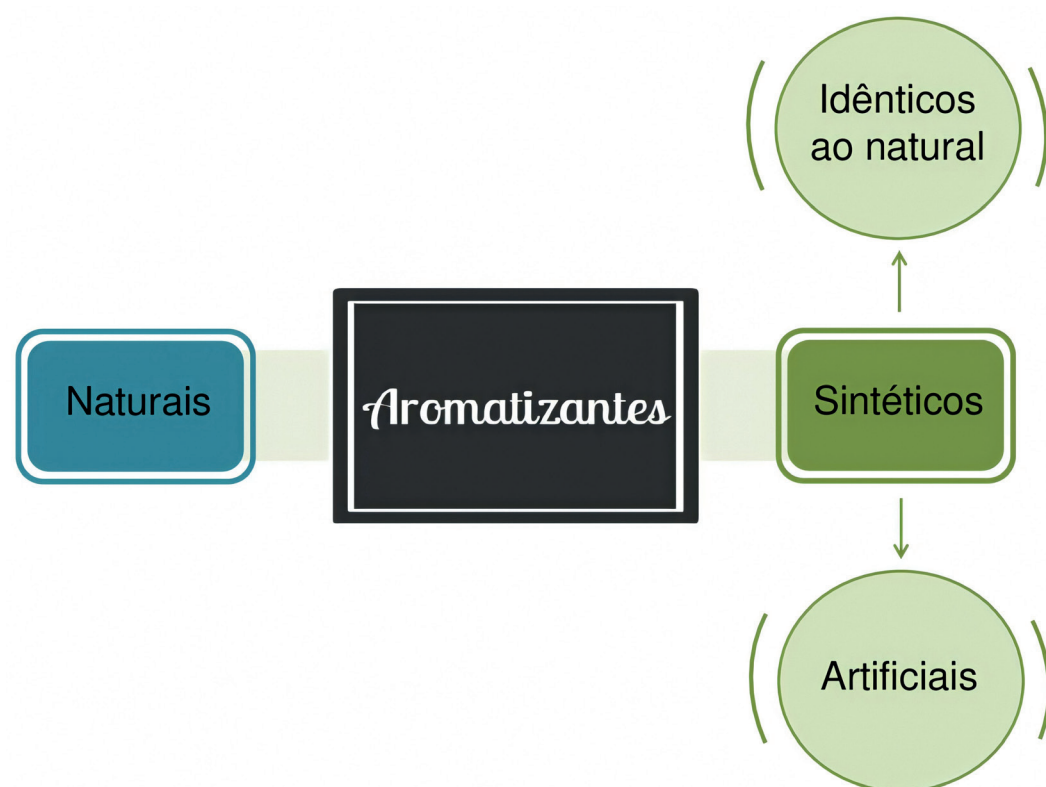
Os aromatizantes idênticos ao natural, ou seja, sintéticos que possuem as mesmas moléculas dos naturais (mas não todas) e os aromatizantes artificiais possuem como diferença, em relação aos naturais, o método de obtenção dessas moléculas. Enquanto os naturais são extraídos a partir de substâncias de origem animal e vegetal, por processos físicos, nos demais, elas são criadas por sínteses químicas, em laboratório (ANVISA, 2007). Os aromas sintéticos artificiais além de serem produzidos por síntese, não são identificados em produtos de origem animal ou vegetal.

Um exemplo de aromatizante é a etil-vanilina (derivado sintético da vanilina), princípio aromático da baunilha. A baunilha é uma das especiarias mais caras do mundo devido à sua dificuldade de produção industrial (KHOYRATTY; KODJA; VERPOORTE, 2018), então cientistas sintetizaram a Etil-vanilina a partir da própria Vanilina extraída de plantas. Como a maioria dos aromatizantes sintéticos, ela possui aroma mais forte, característico e penetrante. Por isso, é empregada em menores quantidades em produtos alimentícios, tornando seu uso vantajoso econômica e sensorialmente (DAUGSCH; PASTORE, 2005).

A etil-vanilina é preparada iniciando com etilação para obter-se o guetol (2-etoxifenol) e em seguida este éter condensa com ácido glioxílico resultando no derivado ácido mandélico e por via de oxidação e descarboxilação resulta na etil-vanilina (FAHLBUSCH et al., 2002).

Na Figura 17, é apresentado um resumo das classificações dos aromatizantes, de acordo com Brasil (2007) e Ferreira (2015).

Figura 17 – Classificação dos aromatizantes



Fonte: Os autores (2020)

No Quadro 3 exemplifica os produtos da indústria de alimentos que apresentam em sua formulação alguns aromatizantes.

Quadro 3 – Tipos de aromatizantes e alimentos em que podem ser adicionados

Tipos de aromatizantes	Alimentos em que podem ser adicionados	Exemplos
Aromatizante sintético artificial	Creme vegetal; Gorduras para fins industriais; Iogurtes aromatizados; Leites fermentados; Margarinas; Manteiga de cacau; Alimentos à base de cereais para alimentação infantil, etc.	Acetato de pentila (aroma artificial de banana); Butanoato de etila (aroma artificial de abacaxi); Etil-vanilina sintética e Vanilina sintética.
Aromatizante natural	Sucos de frutas concentrado Néctar de frutas; Picles; Vinhos; Produtos de pescados defumados; Queijos defumados.	Extratos; Óleos concentrados; Aromatizante natural de fumaça.
Aromatizante sintético idêntico ao natural	Suco de frutas reprocessado; Molhos.	Etil-vanilina (baunilha); Éster acetato de octila (aroma idêntico ao de laranja); Metional (aroma idêntico ao tomate).

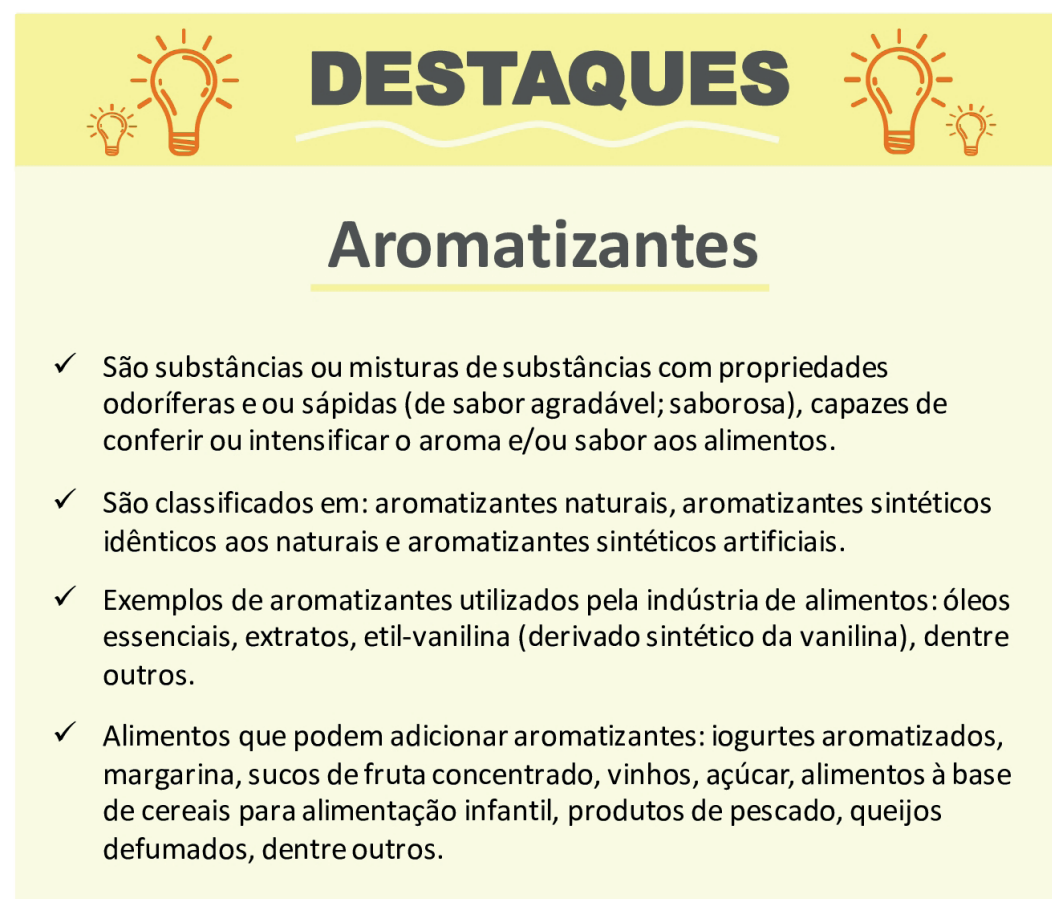
Fonte: Adaptado de Aditivos... (2020b)

Pesquisas com aromatizantes têm se desenvolvido apoiadas na biotecnologia, a fim de conquistar os consumidores que buscam por produtos mais saudáveis e fogem dos aditivos sintéticos. Alguns estudos relatam que um composto pode ser considerado natural se produzido através de extratos enzimáticos ou enzimas purificadas, microrganismos e culturas de células de plantas. No caso da vanilina, por exemplo, ela pode ser produzida biotecnologicamente a partir de precursores como eugenol, isoeugenol, ácido ferúlico, D-glicose e outros. A D-glicose, por exemplo, é transformada utilizando *Escherichia coli* em ácido vanílico que é, posteriormente, reduzido a vanilina (DAUGSCH; PASTORE, 2005).

A indústria de aromatizantes está intimamente relacionada ao estudo sensorial dos alimentos, ou seja, diz respeito principalmente ao que o consumidor espera de um produto de qualidade com as características específicas. Muitas pesquisas relacionam-se à capacidade aromatizante de compostos, estudando os já conhecidos, investigando novos e associando análises sensoriais que mapeiam compostos naturais dos alimentos, como no café (MOREIRA; TRUGO; DE MARIA, 2000), azeites (VELOSO et al., 2018) e outros.

Para auxiliar na fixação do conteúdo aprendido neste capítulo, observe a Figura 18, pois nela são destacados alguns dos principais pontos estudados sobre os aditivos aromatizantes.

Figura 18 – Destaques sobre os aditivos aromatizantes



DESTAQUES

Aromatizantes

- ✓ São substâncias ou misturas de substâncias com propriedades odoríferas e ou sápidas (de sabor agradável; saborosa), capazes de conferir ou intensificar o aroma e/ou sabor aos alimentos.
- ✓ São classificados em: aromatizantes naturais, aromatizantes sintéticos idênticos aos naturais e aromatizantes sintéticos artificiais.
- ✓ Exemplos de aromatizantes utilizados pela indústria de alimentos: óleos essenciais, extratos, etil-vanilina (derivado sintético da vanilina), dentre outros.
- ✓ Alimentos que podem adicionar aromatizantes: iogurtes aromatizados, margarina, sucos de fruta concentrado, vinhos, açúcar, alimentos à base de cereais para alimentação infantil, produtos de pescado, queijos defumados, dentre outros.

Fonte: Os autores (2020)

Capítulo 6

Corantes

Os aditivos alimentares utilizados para conferir cor aos produtos em que são adicionados e podem ser classificados como pigmentos e corantes. Em muitas situações estes termos são considerados sinônimos, porém diferem entre si devido à sua origem. Enquanto os pigmentos são de origem natural, os corantes são aditivos sintéticos. Além disso, o tamanho da partícula e sua solubilidade também diferem entre si. Os pigmentos possuem, em sua maioria, um tamanho de partícula maior que os corantes, desta forma os corantes são solúveis em polímeros (SARON; FELISBERTI, 2006). Essa solubilidade em polímeros é, entre outras funcionalidades, importante para a indústria de embalagens plásticas, setor interligado à de alimentos.

Os carotenoides são um grupo de pigmentos naturais que abrangem mais de 600 compostos, dentre eles os principais são α -caroteno, β -caroteno, β -criptoxantina, luteína, zeaxantina e licopeno. Estes pigmentos, lipossolúveis, são de extrema importância na alimentação humana, uma vez que não podem ser sintetizados pelo homem e sua aquisição deve ser feita através da alimentação. Estes compostos são os principais precursores de vitamina A (FRANTIANNI et al., 2012; FU et al., 2013).

Dentre as propriedades dos carotenoides, o fato de apresentarem atividade pró-vitamina A destaca-no nutricionalmente. Entretanto, nem todos os compostos desse grupo possuem essa atividade, pois a molécula deve conter no mínimo 11 carbonos, pelo menos um anel β não substituído e duplas ligações conjugadas, como é o caso do β -caroteno, composto de maior destaque por ser o único capaz de gerar duas moléculas de retinol quando ingerido (MESQUITA; TEIXEIRA; SERVULO, 2017).

Na produção de massas alimentícias, a espécie de trigo durum contém bastante quantidade de pigmentos, no entanto em alguns países as massas são produzidas à base de ovos e trigo comum (trigo com baixa quantidade de proteínas e pigmentos). Neste contexto, os carotenoides acumulados na gema do ovo são importantes, pois são pigmentos que influenciam na aceitação do consumidor (ALAMPRESE, 2017; ISLAM, SCHWEIGERT, 2015).

Pigmentos carotenoides são corantes comuns de gemas de ovos, penas, partes do corpo que não são penas (isto é, bico e pernas de aves). Aves acumulam carotenoides no fígado, pele e pernil, porém, como galinhas não produzem carotenoides naturalmente, assim como os seres humanos, este deve ser fornecido na alimentação para uma pigmentação adequada (RUTH et al., 2011).

Sabendo-se da importância da alimentação para a produção de carotenoides e que em muitos países existem restrições para o uso de corantes em massas a base de ovos, este componente do ovo é importante pela contribuição que dá a cor final das massas alimentícias (ALAMPRESE, 2017). O milho, por sua vez, é o principal ingrediente da alimentação de frangos e a principal fonte de carotenoides e pigmentação das gemas (RUTH et al., 2011).

De acordo com Março, Poppi e Scarminio (2008), a maioria das substâncias responsáveis pela coloração em produtos naturais pertencem à classe dos flavonoides. Estes compostos dividem-se em duas principais classes: flavonóis e antocianidinas. Os pigmentos, por sua vez, apresentam-se em uma conformação derivada das antocianidinas, na forma de antocianinas. As antocianinas, em soluções aquosas, apresentam diferentes comportamentos em relação ao pH, como por exemplo, em meio extremamente ácido mostram-se na coloração intensamente avermelhada e em meio extremamente alcalino apresentam coloração amarelada.

Os corantes sintéticos são mais difundidos na indústria de alimentos. Isto se deve ao fato de terem um custo de produção menor e maior estabilidade, podendo ser adicionados em diferentes produtos. Os mais famosos aplicados em produtos alimentícios são o amaranço, a eritrosina B e a tartrazina, no entanto existem outros permitidos pela legislação brasileira, como amarelo crepúsculo, azul brilhante FCF, indigotina, ponceau 4R e o vermelho 40 (ANASTÁCIO et al., 2016).

Decorrente do aquecimento do açúcar, o corante caramelo é bastante utilizado na indústria. Este pode ser obtido com ou sem adição de ácidos, sais ou substâncias alcalinas. O corante caramelo pode ser classificado tanto como natural, quando este for obtido pelo aquecimento simples de açúcares em temperatura acima do ponto de fusão, ou sintético idêntico ao natural, quando obtido pela adição de outras substâncias (FoRC, 2020).

De uma maneira geral, a percepção sensorial dos consumidores é o principal motivo do emprego de corantes em produtos alimentícios. Sabe-se que a intenção de compra em um primeiro momento relaciona-se mais à aparência do produto, do que ao paladar e outros fatores (REIS; MINIM, 2010).

Na Figura 19 está apresentado um resumo dos corantes naturais e de suas principais propriedades.

Figura 19 – Propriedades dos corantes naturais

Propriedades dos corantes naturais	
ANTOCIANINAS	<p>Dependendo do grau de acidez ou alcalinidade, as antocianinas adotam diferentes estruturas químicas em meio aquoso. Cada uma dessas estruturas apresenta absorção característica na região do espectro visível. As modificações estruturais das antocianinas em água são devidas à alta reatividade da aglicona.</p> <p>As antocianinas pertencem ao grupo de compostos orgânicos denominados flavonoides e apresentam a estrutura básica C6-C3-C6. Diferentemente dos outros flavonoides, as antocianinas 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 meio em que se encontram.</p> <p>Cor característica: púrpura (roxa ou avermelhada).</p>
URUCUM	<p>Contém pigmento carotenoide amarelo-alaranjado obtido da semente do urucuzero, planta originária das Américas Central e do Sul.</p> <p>Do urucum são fabricados os corantes naturais mais difundidos na indústria de alimentos; aproximadamente 70% de todos os corantes naturais empregados e 50% de todos os ingredientes naturais que exercem essa função são derivados do urucum.</p>
CURCUMINA	<p>Principal corante presente nos rizomas da cúrcuma (<i>Cúrcuma longa</i>). Além de ser utilizada como corante e condimento, apresenta substâncias antioxidantes e antimicrobianas que lhe conferem a possibilidade de emprego nas áreas de cosméticos, têxtil, medicinal e de alimentos.</p> <p>Cor característica: amarelo-avermelhado.</p>
BETALAÍNAS	<p>São pigmentos encontrados exclusivamente em plantas e apresentam comportamento e aparência semelhante às antocianinas.</p> <p>Cor característica: púrpura (roxa ou avermelhada).</p>

Fonte: Adaptado de Aditivos... (2020c)

Na Figura 20 está apresentado um resumo dos corantes artificiais e de suas principais propriedades.

Figura 20 – Propriedades dos corantes artificiais


Propriedades dos corantes artificiais
<p>AMARANTO</p> <p>Boa estabilidade à luz, calor e ácido. Cor característica: castanho avermelhado, vermelho escuro a púrpura.</p>
<p>PONCEAU 4R</p> <p>Apresenta boa estabilidade ao calor, à luz e ao ácido, descolore parcialmente na presença de alguns agentes redutores, como o ácido ascórbico e SO₂. Cor característica: vermelho.</p>
<p>TARTRAZINA</p> <p>Apresenta excelente estabilidade à luz, calor e ácido, descolorindo em presença de ácido ascórbico e SO₂. É um dos corantes mais empregado em alimentos. Cor característica: amarelo.</p>
<p>VERMELHO 40</p> <p>Apresenta boa estabilidade à luz, calor e ácido, além de ser o corante vermelho mais estável para bebidas na presença do ácido ascórbico, um agente redutor. Cor característica: vermelho.</p>
<p>AMARELO CREPÚSCULO</p> <p>Possui boa estabilidade na presença de luz, calor e ácido, apresentando descoloração na presença de ácido ascórbico e SO₂. Cor característica: amarelo.</p>
<p>AZORRUBINA</p> <p>Possui boa estabilidade à luz, calor e ácido Cor característica: vermelho a marrom.</p>

Fonte: Adaptado de Aditivos... (2020c)


Existem muitos tipos de corantes dentre os naturais e artificiais e fica a critério da indústria definir o objetivo de utilização, sempre observando a legislação. Os consumidores, entretanto, são peça chave para o emprego de corantes, pois a cor e o tipo de substância utilizada para conferi-la são atributos amplamente levados em consideração nos últimos anos para a aceitação do produto.

Para auxiliar na fixação do conteúdo aprendido neste capítulo, observe a Figura 21, pois nela são destacados alguns dos principais pontos estudados sobre os aditivos corantes.

Figura 21 – Destaques sobre os aditivos corantes



DESTAQUES



Corantes

- ✓ São utilizados para conferir cor aos produtos alimentícios.
- ✓ As substâncias utilizadas para conferir cor aos alimentos são divididas em pigmentos (corantes naturais) e corantes sintéticos.
- ✓ Exemplos de corantes naturais: carotenoides, antocianinas, urucum, curcumina, betalaínas, dentre outros.
- ✓ Exemplos de corantes sintéticos: amaranto, eritrosina B, tartrazina, amarelo crepúsculo, azul brilhante FCF, vermelho 40, dentre outros.

Fonte: Os autores (2020)



Capítulo 7 Acidulantes

De acordo com a Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997 da ANVISA, define-se como acidulante toda a substância que tem o poder de aumentar a acidez e conferir um sabor ácido aos alimentos (ANVISA, 1997).

Assim como a maioria dos aditivos alimentares, os acidulantes podem ser obtidos de forma natural (ácidos cítrico e tartárico), oriundos de processos de fermentação (ácidos cítrico, láctico, acético e fumárico) ou por sínteses (ácidos málico, acético e fosfórico) (FiB, 2011).

Os ácidos málico e tartárico, por exemplo, estão presentes em alimentos de forma natural e artificial. Naturalmente, o ácido málico é encontrado em frutas como maçã e pera e sua forma artificial é proveniente do aquecimento de anidrido maleico, com corrente sob pressão. Já o tartárico é encontrado em sedimentos de vinhos em sua forma natural, mas também pode ser produzido a partir da reação de anidrido maleico com peróxido de hidrogênio (FiB, 2011).

Os acidulantes, de modo geral, apresentam diversos motivos que justificam sua ampla utilização pela indústria de alimentos, conforme Figura 22.

Figura 22 - Características gerais dos acidulantes alimentares



Fonte: Os autores (2020)

No Quadro 4 são abordados, individualmente, aspectos como origem, características, funções e exemplos de aplicações, para cada um dos acidulantes mais utilizados.

Quadro 4 – Características dos acidulantes alimentares mais utilizados (continua)

Acidulante	Origem	Características	Funções	Exemplos de aplicação
Ácido acético	Fermentação acética do álcool e através da oxidação do acetaldeído, quando para uso comercial.	É um líquido claro, viscoso, com cheiro picante e solúvel em água.	Reduzir o pH, controlar o crescimento microbiano e atuar como aromatizante.	Comumente utilizado na produção de conservas.
Ácido cítrico	Derivado de frutas cítricas e pode ser extraído comercialmente através da fermentação com a presença de <i>Aspergillus niger</i> em meio contendo uma mistura de sacarose, sais e ferro.	É um ácido orgânico solúvel em água, cristalino, possui sabor de limão, apresenta percepção imediata e acentuada, porém pouco duradoura, e é o ácido mais comumente utilizado na indústria de alimentos.	Atua como um bom agente tamponante, reduz o pH, controla o crescimento de microrganismos, aromatizante, pode mascarar o gosto desagradável da sacarina, possui ação quelante e pode ser utilizado no processo de cura dos produtos.	Refrescos; geleias; pós para sobremesas de gelatinas, flans, pudins e similares; "cooler".

Quadro 4 – Características dos acidulantes alimentares mais utilizados (continuação)

Acidulante	Origem	Características	Funções	Exemplos de aplicação
Ácido fosfórico	Tecidos de origem animal e vegetal e pode ser obtido a partir de fosfato de cálcio.	É um composto inorgânico e apresenta sabor intermediário entre a acidez pronunciada do ácido cítrico e a suavidade do ácido lático.	Quando comparado aos outros ácidos, provoca maior redução do pH.	Preparados líquidos para refrescos e refrigerantes que não contenham sucos de frutas (devido à intensidade e durabilidade do sabor ácido); doces em pasta; na forma de fosfato (fermento em pó); xaropes para refrescos que não contenham sucos de frutas.
Ácido fumárico	Síntese química pela isomerização catalisada do ácido maleico ou por processo de fermentação biológica a partir do cultivo do <i>Rhizopus arrhizus</i> NRRL 1526 ou da levedura <i>Candida hydrocarbofumarica</i> ATCC 28532 em meio contendo mosto de uva, glicose, cloreto de amônia e sais de zinco e manganês.	Apresenta baixa solubilidade em meio aquoso e não é higroscópico.	Conferem melhoria na qualidade do produto e reduzem o custo do processamento.	Gelados comestíveis; geleias de frutas, pós para sobremesas de gelatinas, flans, pudins e similares; farinha comum e tipo pré-misturas; balas duras; refrescos.
Ácido lático	Pela fermentação natural utilizando <i>Streptococcus lactis</i> . O ácido lático racêmico é obtido por síntese química baseada na reação de acetoaldeído com ácido hidrociânico.	Apresenta cor cristalina e sabor sutil e suave, às vezes descrito como ligeiramente salino.	Atua como inibidor do crescimento microbiano.	Cerveja (somente na preparação do mosto de malte); charque e carne bovina salgada e curada; conservas vegetais em meio láctico-acético; queijos curados; bombons e similares.

Quadro 4 – Características dos acidulantes alimentares mais utilizados (conclusão)

Acidulante	Origem	Características	Funções	Exemplos de aplicação
Ácido málico	Encontrado em frutas e balas e é produzido pela hidratação do ácido maleico e fumárico.	É um ácido suave e com percepção duradoura.	Atua como agente tamponante, permite mascarar o sabor desagradável da sacarina e, em comparação com o ácido cítrico, tem um maior potencial realçador do flavour nos alimentos.	Refrescos, sucos de frutas, bebidas e sobremesas.
Ácido tartárico	Subproduto da fermentação do vinho e pode ser extraído da polpa de tamarindo	É um sólido incolor, solúvel em água e permite uma percepção imediata e acentuada, porém pouco duradoura	Geralmente utilizado para caracterizar os produtos com sabor de uva.	Geleias; principalmente utilizado em produtos com sabor de uva, mas pode ser empregado em outros aromas

Fonte: Adaptado de FiB (2011)

Na formulação de um produto, existem vários motivos para que a indústria de alimentos empregue os acidulantes. Dentre as principais funções dos acidulantes destacam-se o poder de regular o pH, aromatizante, agente tamponante, agente de fermentação, entre outros (FELLOWS, 2006).

Além desses, os ácidos sórbico e propiônico também podem ser considerados como acidulantes, porém, são mais empregados como conservadores, pelo fato de serem utilizados principalmente para a inibição do crescimento de microrganismos (DZIEZAK, 2016; FiB, 2011).

Para auxiliar na fixação do conteúdo aprendido neste capítulo, observe a Figura 23, pois nela são destacados alguns dos principais pontos estudados sobre os aditivos acidulantes.

Figura 23 – Destaques sobre os aditivos acidulantes

DESTAQUES

Acidulantes

- ✓ São todas as substâncias que têm o poder de aumentar a acidez e conferir um sabor ácido aos alimentos.
- ✓ Podem ser obtidos de forma natural, por processos fermentativos ou por sínteses.
- ✓ Exemplos de acidulantes naturais: ácidos cítrico, tartárico, dentre outros.
- ✓ Exemplos de acidulantes obtidos por fermentação: ácidos cítrico, láctico, acético, fumárico, dentre outros.
- ✓ Exemplos de acidulantes obtidos por síntese: ácidos málico, acético, fosfórico, dentre outros.
- ✓ Principais funções: regulam o pH, são agentes conservadores e aromatizantes, alteram a viscosidade e são sinérgicos com antioxidantes.

Fonte: Os autores (2020)



Capítulo 8

Antiumectantes e umectantes

Aditivo antiumectante é aquele que “reduz as características higroscópicas dos alimentos e diminui a tendência de adesão, umas às outras, das partículas individuais”, logo, impede que os alimentos absorvam umidade e que as partículas se agrupem quando entram em contato com a água (ANVISA, 1997; BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998).

No Quadro 5 são apresentados alguns dos antiumectantes utilizados pela indústria alimentícia, bem como em quais produtos são empregados habitualmente.

Quadro 5 – Exemplos de aditivos antiumectantes e suas possíveis aplicações em produtos alimentícios

Aditivo Antiumectante	Aplicação em produtos
Fosfato tricálcico	Preparados sólidos para refrescos e refrigerantes, produtos cárneos, pipocas, macarrão instantâneo e sucos esterilizados (UHT) e em pó.
Carbonato de cálcio	Refrescos e sal de cozinha.
Dióxido de silício	Sais de cura, sopas, macarrão instantâneo e temperos em pó.
Carbonato de magnésio	Sal de cozinha e queijos fundidos.

Fonte: Adaptado de Evangelista (2008) e Brasil (2014)

O antiumectante, ao ser utilizado em associação com embalagens, seja por aplicação na própria embalagem na forma de uma camada de material ou por uso de um sachê colocado na parte interna da embalagem, mantém a umidade ideal do produto ao longo do seu armazenamento e, assim, auxilia na preservação da qualidade do alimento (SUPPAKUL *et al.*, 2003).

Em contrapartida, o aditivo umectante é aquele que “protege os alimentos da perda de umidade em ambiente de baixa umidade relativa ou que facilita a dissolução de uma

substância seca em meio aquoso” (ANVISA, 1997). Isso ocorre, pois o umectante absorve água e, ao ser adicionado em alimentos, os mantém úmidos por mais tempo, evitando que ressequem (RICHTER; LANNES, 2007).

No Quadro 6, são apresentados exemplos de umectantes utilizados, bem como em quais produtos são empregados habitualmente pela indústria de alimentos.

Quadro 6 – Exemplos de aditivos umectantes e suas possíveis aplicações em produtos alimentícios

Aditivo Umectante	Aplicação em produtos
Glicerol	Refrigerantes, balas e similares, chocolate, bolos, carnes, bombons e caramelo.
Lactato de sódio	Biscoitos e similares, massas frescas, balas e similares, alimentos dietéticos e bombons.
Propileno glicol	Produtos de cacau, de carne e doces.
Sorbitol	Frutas em conservas, produtos de pesca, gomas de mascar, doces, chocolates e recheios.

Fonte: Richter e Lannes (2007), Evangelista (2008) e Quiroga (2013)

Embora os umectantes sejam utilizados em uma ampla gama de produtos, sua aplicação concentra-se no sal de cozinha, balas, chocolates, produtos cárneos, pós para gelatina e refrescos, queijos fundidos e temperos em pó, proporcionando vantagens tanto para a indústria quanto para o consumidor (EVANGELISTA, 2008; GAVA, 2014).


Com relação à sua utilização em produtos cárneos, sabe-se que a indústria utiliza, por exemplo, os fosfatos em suas formulações. Estes compostos são capazes de ligar as moléculas da água à proteína muscular e garantir a melhor retenção de água no produto, contribuindo para a qualidade sensorial e para o rendimento do mesmo (CHANTARASUWAN; BENJAKUL; VISESSANGUAN, 2011; GONÇALVES; RIBEIRO, 2008).

Os fosfatos são muito utilizados para melhorar a hidratação destes produtos, porém seus mecanismos de ação ainda não são totalmente elucidados. De acordo com Damodaran, Parkin e Fennema (2010), tal mecanismo pode envolver: a influência das alterações de pH; o fato de os fosfatos formarem complexos com cálcio, proporcionando um relaxamento da estrutura de tecido da carne; e o efeito sobre a força iônica e interações específicas de ânions de fosfato com cátions divalentes e com as proteínas miofibrilares. Esta interação, somada à simultânea ruptura das ligações cruzadas entre a actina e miosina, aumenta a repulsão eletrostática entre as cadeias peptídicas, aumentando a capacidade de retenção de água e, com isso, a água exterior disponível pode ser captada, ficando imobilizada no interior da estrutura proteica distendida.


Além de atuarem evitando a perda de umidade nos produtos, alguns umectantes apresentam outras características que despertam seu interesse na utilização pela indústria, como é o caso do glicerol e do sorbitol, que conferem também doçura ao produto e acabam às vezes substituindo parte dos açúcares nas formulações (RICHTER; LANNES, 2007). Outro exemplo é o uso do lactato de sódio, que pode permitir o controle e a inibição do crescimento de determinados microrganismos durante a estocagem e valorizar o sabor da carne em virtude de seu gosto salgado suave (FRANCESCHINI *et al.*, 2006).

Para auxiliar na fixação do conteúdo aprendido neste capítulo, observe a Figura 24, pois nela são destacados alguns dos principais pontos estudados sobre os aditivos antiumectantes e umectantes.

Figura 24 – Destaques sobre os aditivos antiumectantes e umectantes



DESTAQUES



Antiumectantes e Umectantes

- ✓ Antiumectantes são aqueles que impedem que os alimentos absorvam umidade e que as partículas se agrupem quando entram em contato com a água.
- ✓ Exemplos de antiumectantes: fosfato tricálcico (refrescos, refrigerantes e suco esterilizado (UHT) e em pó), carbonato de cálcio (refrescos e sal de cozinha), dióxido de silício (sais de cura, sopas e temperos em pó) e carbonato de magnésio (sal de cozinha e queijos defumados).
- ✓ Umectantes são aqueles que protegem os alimentos da perda de umidade ou que facilitam a dissolução de uma substância seca em meio aquoso.
- ✓ Exemplos de umectantes: glicerol (refrigerantes, balas, chocolates, bolos e carnes), lactato de sódio (biscoitos, massas frescas, balas e alimentos dietéticos), propileno glicol (produtos de cacau, carnes e doces) e sorbitol (frutas em conservas, pescados, gomas de mascar e recheios).

Fonte: Os autores (2020)



Capítulo 9

Estabilizantes e espessantes

De acordo com Silva *et al.* (2018), um grande desafio enfrentado pela indústria é a capacidade de manter a integridade dos produtos garantindo maior vida útil aos alimentos. Entretanto, assegurar as propriedades características e atrativas requer o uso de substâncias como estabilizantes, espessantes, etc.

Os estabilizantes são produtos que hidratam quando se juntam com a água, formando soluções viscosas ou géis, a fim de assegurar as características físicas de emulsões e suspensões. Neste processo, há a formação de ligações de hidrogênio que, através de todo o líquido, formam uma rede tridimensional que estabiliza a emulsão óleo em água, evitando a coalescência e reduzindo a mobilidade da água. A função dos estabilizantes pode estar representada em emulsões estáveis, como molhos e maioneses (FELLOWS, 2006; ROSS-MURPHY, 2001). E também está relacionada com a estabilização de néctares evitando a separação de fases.

Evangelista (2008) resume que os estabilizantes têm por objetivos principais o favorecimento e a segurança das características físicas das emulsões e suspensões de partículas, além de acrescentarem características de textura e sensação tátil bucal.

No Quadro 8, é possível observar os estabilizantes mais empregados na indústria de alimentos e suas principais propriedades.

Quadro 8 – Tipos e propriedades de estabilizantes mais utilizados na indústria de alimentos

Estabilizantes	Propriedades
Alginato	Capacidade de se hidratar em água quente ou fria para formar soluções viscosas, dispersões ou géis.
Carragena	Habilidade exclusiva de formar uma ampla variedade de texturas de gel a temperatura ambiente. Pode ser utilizada também como agente de suspensão, retenção de água, gelificação, emulsificação e estabilização em outras diversas aplicações industriais.
Caseína	Possui excelente propriedade ativa de superfície, que resulta nas propriedades funcionais de emulsificação e formação de espuma.
Carboximetilcelulose sódica (CMC)	Além de ser hidrossolúvel, suas soluções apresentam viscosidade em elevadas faixas de valor de pH. Funcionam em grande escala como estabilizante em sorvetes, proporcionando boa textura e corpo com boas propriedades de fusão. Em alimentos dietéticos são empregadas como “agentes de corpo”.
Goma xantana	Possui elevada viscosidade em baixas concentrações, bem como sua estabilidade em ampla faixa de temperatura e de pH, mesmo na presença de sais.
Goma guar	Sua principal propriedade é a capacidade de se hidratar rapidamente em água fria e atingir alta viscosidade. É usada como espessante de sopas, alimentos pobres em calorias e para aumentar o poder gelificante de outros espessantes.
Goma jataí	Sua aplicação tem a finalidade de melhorar a textura de certos alimentos como bolos e biscoitos, espessar coberturas para saladas, melhorar características de congelamento e fusão de sorvetes, na palatabilidade dos géis de carragena e para diminuir a dureza e a temperatura de fusão do gel.

Fonte: Adaptado de Aditivos... (2020d)

Os espessantes, muito utilizados em produtos lácteos, têm como principal função realçar, atribuir e manter as características desejáveis como textura, viscosidade e aparência, melhorando os atributos sensoriais do produto final e, além disso, exercer em determinados casos, funções de emulsificantes, estabilizantes e gelificantes (EVANGELISTA, 2008; KOKSOY; KILIC, 2004).

Apesar de Evangelista (2008) considerar que a goma arábica, a guar, a jataí e a xantana são exemplos de estabilizantes utilizados na fabricação de diversos produtos como sorvetes, pós para flans e pudins, há autores que as classificam de acordo com os alimentos e sua funcionalidade. Para Mudgil, Barak e Khatkar (2014) a goma guar pode ser empregada em bebidas como estabilizantes, ou se for adicionada a sorvetes será com a função espessante. De maneira geral, para Sanderson (1981), as gomas são utilizadas com função espessante e, além disso, podem ser empregadas para efeitos secundários como estabilização de emulsões e controle de cristalização.

O Quadro 9 traz os principais espessantes encontrados no mercado e suas aplicações.

Quadro 9 – Principais espessantes utilizados na indústria de alimentos e aplicações

Espessantes	Aplicações
Polissacarídeos: agar-agar, alginatos e carragena	Agar-agar: utilizado em gelados, compotas, derivados de carnes, de peixes e de leites; Alginatos: suas aplicações usuais estão no uso em sorvetes, produtos lácteos e misturas para bolos. Possuem aplicação também na indústria de bebidas a fim de melhorar as características sensoriais dos produtos. Carragena: geleias, molhos e sopas.
Pectinas ATM* e BTM*	ATM: pode ser utilizada em geleias com pedaços ou polpa de frutas, iogurte líquido, sucos concentrados, bebidas lácteas acidificadas, sorvetes de frutas, entre outros. BTM: pode ser utilizada em geleias de baixo teor de sólidos (15% a 60%), geleias dietéticas, iogurtes, doces de leite, entre outros.
Gelatina	É utilizada em numerosas aplicações industriais. Frequentemente, é usada como agente espessante, podendo também exercer funções como agente gelificante, estabilizante, emulsificante, aerador, formador de filmes, para prevenção de sinérese e para dar cremosidade aos mais diferentes produtos.
Gomas	Possuem diversas aplicações na indústria, todas relacionadas, principalmente, à melhoria da textura dos alimentos.
Amidos modificados	A alteração do amido permite a obtenção de misturas de grande aplicação comercial, como maltodextrinas, maltose e xaropes concentrados em glucose. Esses produtos são bastante utilizados na indústria alimentícia, especialmente em doces.
Derivados de celulose: celulose microcristalina e CMC*	Celulose microcristalina: usada em conjunto com gomas e tem como finalidade aumentar a resistência à floculação. CMC: amplamente utilizada em sorvetes.

*Legenda: ATM – alto teor de metoxilas; BTM – baixo teor de metoxilas; CMC – carboximetilcelulose.


Fonte: FiB (2020)

As gelatinas comestíveis disponíveis comercialmente possuem características importantes para a indústria de alimentos na formulação de produtos. Estão relacionadas principalmente à melhoria da aparência, textura e sabor dos alimentos. Além disso, são utilizadas também com caráter nutricional quando adicionadas como ingrediente. Frequentemente, são empregadas como agente espessante, mas podem exercer propriedades secundárias, como foi apresentado no Quadro 9 (FiB, 2020).


De maneira geral, as aplicações tecnológicas dos espessantes na indústria de alimentos estão relacionadas a diversos setores. Por exemplo, nos alimentos açucarados, os espessantes são usados como agentes aglutinantes, já na panificação, o uso do alginato e da carboximetilcelulose permitem a obtenção de uma massa de estrutura mais esponjosa, suave e uniforme. Em sorvetes, os espessantes estabilizam e tornam o sistema complexo de ar, água e gordura visualmente homogêneo; e no iogurte com frutas, os alginatos, em mistura com a pectina facilitam como espessantes o poder de suspensão (FiB, 2020).

Para auxiliar na fixação do conteúdo aprendido neste capítulo, observe a Figura 25, pois nela são destacados alguns dos principais pontos estudados sobre os aditivos estabilizantes e espessantes.

Figura 25 – Destaques sobre os aditivos estabilizantes e espessantes



DESTAQUES



Estabilizantes e Espessantes

- ✓ Estabilizantes são compostos que facilitam a dissolução, aumentam a viscosidade dos ingredientes, ajudam a evitar a formação de cristais e mantêm a aparência homogênea dos produtos.
- ✓ Exemplos de estabilizantes: alginatos, carragenas, caseínas, carboximetilcelulose sódica, goma xantana, goma guar e goma jataí.
- ✓ Espessantes são aqueles que contribuem para o favorecimento e a segurança das características físicas das emulsões e suspensões de partículas, além de acrescentarem características de textura e sensação tátil bucal.
- ✓ Exemplos de espessantes: agar-agar, alginatos, carragena, pectinas, gelatina, gomas, amidos modificados, celulose microcristalina e carboximetilcelulose.

Capítulo 10

Aditivos e clean label

Nos últimos anos, com o crescimento e a facilidade de obtenção de informações, as pessoas têm se preocupado cada vez mais com a saúde e, a partir disso, com a qualidade dos alimentos que são consumidos. Essa qualidade diz respeito não só à origem dos alimentos, mas também ao tipo de processamento e ao conjunto de ingredientes que são utilizados para a formulação do produto final (SAMOGGIA; RIEDEL, 2020).

Com o crescimento da agricultura orgânica, as indústrias de alimentos perceberam os interesses específicos dos consumidores em se atentar para o fato de um determinado produto ser ou não produzido utilizando um método de produção mais “natural”, ou seja com ingredientes provenientes de agricultura orgânica (ASIOLI *et al.*, 2017).

A busca por alimentos saudáveis movimentou o mercado de produtos naturais e fez com que a indústria criasse estratégias para se adaptar às novas necessidades dos consumidores (SHAMSI; NAJABADI; HOSSEINI, 2020). Uma dessas estratégias é o chamado *clean label*, ou “alimentos de rótulo limpo” que referem-se não só à substituição de aditivos artificiais pelos naturais, mas também a necessidade de eles serem processados por tecnologias menos invasivas mantendo a qualidade (ASIOLI *et al.*, 2017; YI *et al.*, 2018). Além disso, esses alimentos possuem as informações claras sobre os ingredientes utilizados, descritos no rótulo. Desta forma, o consumidor consegue entender melhor sua composição.

Em outras palavras, a estratégia criada foi de garantir ao consumidor que, por exemplo, quando ele estiver ingerindo um iogurte de beterraba, além de consumi-lo sem aditivos sintéticos, ele terá a certeza que a beterraba foi produzida sem a utilização de agrotóxicos. Os orgânicos de origem vegetal e até animal são os principais representantes da categoria *clean label*, no entanto, a indústria já processa alimentos visando atingir todos os consumidores. Além disso, essa categoria de produtos mostra-se fundamental no desenvolvimento de novos produtos e vai além, podendo influenciar em produtos que não tiveram sucesso no mercado, mas que agora podem ser relançados com características *clean label* (ASCHEMANN-WITZEL; VARELA; PESCHEL, 2019).

De acordo com o Brasil Dairy Trends 2020 (ZACARCHENCO *et al.*, 2017), há controvérsias nas alegações que indicam que o produto é todo natural pelo fato de não ficar claro e/ou não ser possível diferenciar quais ingredientes são oriundos ou não da natureza ou completamente orgânicos.

A ANVISA, órgão que estabelece quais as informações devem constar nos rótulos dos alimentos, ainda não disponibiliza uma portaria que diz respeito ao conceito *clean label*, ou “produtos de rótulo limpo”.

Para auxiliar na fixação do conteúdo aprendido neste capítulo, observe a Figura 26, pois nela são destacados alguns dos principais pontos estudados sobre o conceito *clean label*.

Figura 26 – Destaques sobre o conceito *clean label*



DESTAQUES

Clean Label

- ✓ *Clean label*, ou também chamada de “alimentos de rótulo limpo”, é uma estratégia que se refere à substituição de aditivos artificiais pelos naturais e à necessidade de eles serem processados por tecnologias menos invasivas, mantendo a qualidade.
- ✓ A descrição dos rótulos traz informações mais claras sobre os ingredientes e o consumidor consegue entender melhor sua composição.
- ✓ A ANVISA ainda não disponibilizou uma portaria que diz respeito ao conceito *clean label*.

Fonte: Os autores (2020)

Capítulo 11

Óleos essenciais como aditivos alimentares

Os óleos essenciais são aditivos naturais de origem vegetal, aplicados inicialmente em alimentos, devido à sua elevada quantidade de compostos voláteis, como condimentos aromatizantes, ou seja, são um tipo de aromatizante natural, conforme a Resolução – RDC nº 2, de 15 de janeiro de 2007 (ANVISA, 2007). Entretanto, têm sido aplicados em alimentos para prolongar a validade dos produtos considerando sua composição em bioativos com atividade antimicrobiana e antioxidante (ESPINA *et al.*, 2001; RIBEIRO; ESQUÍVEL; BERNARDO-GIL, 2007).

Esses líquidos viscosos podem ou não exalar odor e são chamados de essenciais devido ao aroma agradável e intenso de grande parte de seus constituintes (BELL; CHARWOOD, 1980; SARTORATTO *et al.*, 2004). São obtidos a partir do metabolismo secundário das plantas (GONÇALVES *et al.*, 2003) que constituem os elementos essenciais, normalmente concentrados na casca, caule, flores, folhas, frutos, rizomas e sementes. Estão relacionados com funções necessárias à sobrevivência vegetal, como na defesa contra microrganismos (SIQUI *et al.*, 2000).

São também chamados de misturas complexas naturais que podem conter cerca de 20-60 componentes em concentrações muito diferentes (BAKKALI *et al.*, 2008). Esses são caracterizados por dois ou três grandes componentes em concentrações elevadas (20-70%), que geralmente determinam as propriedades antimicrobianas e antioxidantes. Por exemplo, linalol (68%) é o principal componente do óleo essencial de *Coriandrum sativum* (coentro); carvacrol (30%) e timol (27%) são os principais componentes do óleo essencial de *Origanum compactum* (orégano), mentol (59%) e mentona (19%) do óleo essencial de *Mentha piperita* (hortelã-pimenta).

A caracterização dos componentes dos óleos essenciais envolve além de sua composição, uma série de parâmetros físicos e sua determinação dependerá da técnica empregada. Para a determinação da composição dos óleos essenciais, têm sido amplamente usada a cromatografia gasosa, sendo o desenvolvimento desta metodologia estudado e aplicado em muitas pesquisas na área (KAWASE *et al.*, 2011; SANTOS; KAWASE; COELHO, 2011).

Com a crescente consciência dos consumidores em relação à segurança dos aditivos alimentares, ao aumento de pesquisas relacionando-os a casos de toxicidade e alergias e, a maior

exigência em relação aos níveis permitidos e da IDA por órgãos responsáveis como a ANVISA, diversas pesquisas têm sido realizadas relacionadas à obtenção e aplicação desses compostos bioativos a partir de fontes naturais. Dessa forma, certas indústrias, inclusive, já substituem os aditivos sintéticos pelos óleos essenciais.

Aplicação dos óleos essenciais como aditivos

Muitos óleos essenciais utilizados como aromatizantes são derivados diretamente dos alimentos (como óleo de limão, azeite de manjeriço e óleo de cardamomo); os complexos extraídos de plantas não consumidos habitualmente como alimento (por exemplo, óleo de folha de cedro ou bálsamo) são menos empregados.

De acordo com Bhavanani e Ballow (1992) aproximadamente 60% dos óleos essenciais possuem propriedades antifúngicas e 35% propriedades antibacterianas.

Os óleos essenciais são potenciais agentes naturais para aplicação na conservação de alimentos, por poderem apresentar uma versátil composição e, conseqüentemente, amplo espectro antimicrobiano associado à sua baixa toxicidade (CONNER, 1993 *apud* SANDRI *et al.*, 2007).

Normalmente, a atividade antimicrobiana dos diferentes óleos essenciais de vegetais é maior contra bactérias Gram-positivas que contra bactérias Gram-negativas (NOSTRO *et al.*, 2000; OUATTARA *et al.*, 1997; SANDRI *et al.*, 2007). Isso pode ser explicado pela presença da membrana fosfolipídica exterior quase impermeável a compostos lipofílicos, nas bactérias Gram-negativas (NIKAIDO; VAARA, 1985). A ausência dessa barreira nas bactérias Gram-positivas permite o contato direto dos componentes hidrofóbicos do óleo essencial com a bicamada fosfolipídica da membrana celular, onde provocam seus efeitos contra esses microrganismos (COWAN, 1999; WENDAKOON; SAKAGUCHI, 1995).

A atividade antimicrobiana de *Salvia officinalis* (sálvia-comum) foi reconhecida há décadas (JALSENJAK; PELJNAJK; KUSTRAK, 1987) e foi atribuída à presença de 1,8-cineol e ao tujeno e cânfora (SUR; TULJUPA; SUR, 1991). O óleo essencial da *Salvia triloba*, coletado na Grécia, também se caracteriza por elevadas concentrações de 1,8-cineol, tujeno e cânfora, com atividade antimicrobiana comprovada (SIVROPOULOU *et al.*, 1997).

Oussalah e seus colaboradores (2007) relatam as atividades antimicrobianas de 28 diferentes tipos de óleos essenciais contra *Escherichia coli* 157-H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella Typhimurium* e *Staphylococcus aureus*.

Os fungos são dificilmente inibidos devido à sua complexa estrutura. Entretanto, alguns trabalhos demonstram a aplicação de óleos essenciais contra esses microrganismos. Como exemplos: o óleo essencial de canela contra *Aspergillus flavus* em embalagens para alimentos (MANSO *et al.*, 2013); o óleo essencial de camomila contra *Aspergillus niger* (TOLOUEE *et al.*, 2010) e, o óleo essencial de cravo e canela, que apresentaram atividade antimicrobiana para os fungos *Penicillium commune*, *P. roqueforti*, *Aspergillus flavus* e *Endomyces fibuliger* (NIELSEN; RIOS, 2000).

Diversas pesquisas têm sido realizadas com produtos naturais buscando-se compostos com propriedade antioxidante. O efeito antioxidante de especiarias e ervas foi inicialmente elucidado por Chipault e seus colaboradores (1952), em 32 especiarias, sendo o alecrim e a sálvia consideradas as mais eficazes.

Como exemplos de aplicações e comercialização dos óleos essenciais com função de conservadores e antioxidantes, podem ser citados: o “DMC Base Natural”, produzido na Espanha pela DOMCA S.A., que inclui 50% de óleos voláteis de alecrim, sálvia e cítricos e 50% de glicerol (MENDONZA-YEPES *et al.*, 1997), como conservadores para alimentos; e como antioxidantes

naturais em extrato de alecrim desodorizado que pode ser usada em produtos cárneos (ROCHA, 2008), da empresa americana, “Kemin”.

O uso de óleos essenciais naturais ou extratos vegetais aromáticos em alimentos pode evitar o risco de muitas doenças causadas por radicais livres, além de ser uma alternativa aos aditivos sintéticos e alternativa conservante *clean label* (DURÇO *et al.*, 2019; MILAN, 2006). Entretanto, cabe ressaltar a importância de estudos com aplicação de diferentes óleos essenciais em associação, bem como outras formas de utilização como encapsulados ou em nanoemulsão, considerando a forte característica aromática e o possível impacto negativo na aceitação sensorial (DURÇO *et al.*, 2019; GOVARIS *et al.*, 2010).

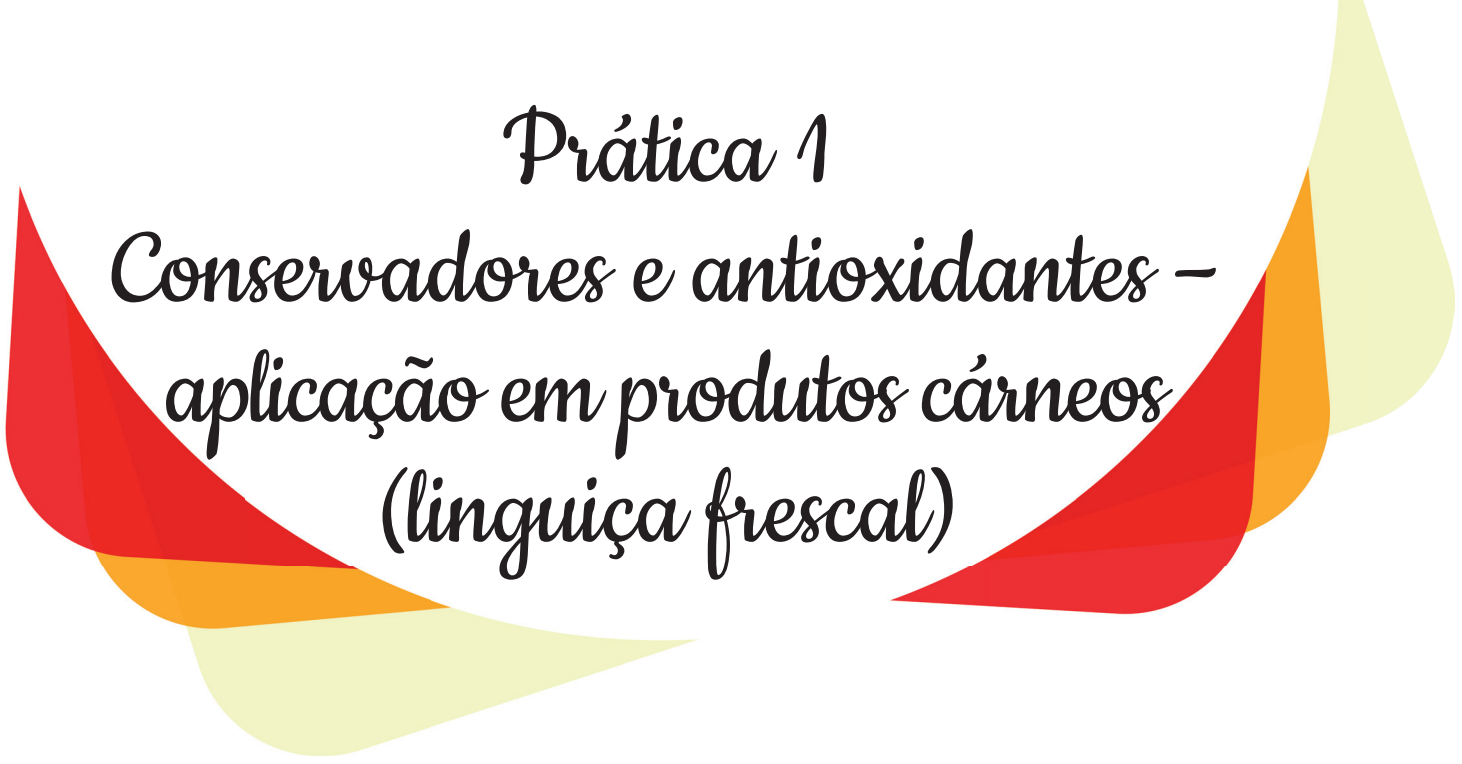
Para auxiliar na fixação do conteúdo aprendido neste capítulo, observe a Figura 27, pois nela são destacados alguns dos principais pontos estudados sobre os óleos essenciais.

Figura 27 – Destaques sobre os óleos essenciais

The infographic features a yellow background with a white wavy line separating the title from the content. The title 'DESTAQUES' is in large, bold, black letters, with 'Óleos Essenciais' below it in a slightly smaller font. Four lightbulb icons are arranged around the title. The main content consists of four bullet points, each preceded by a checkmark icon.

- ✓ Além de apresentarem função como aromatizantes naturais, têm sido aplicados em alimentos para prolongar a validade dos produtos, por possuírem compostos bioativos com atividade antimicrobiana e antioxidante.
- ✓ São chamados de essenciais devido ao aroma agradável e intenso de grande parte de seus constituintes.
- ✓ Estão concentrados, normalmente, na casca, caule, flores, folhas, frutos, rizomas e sementes, de vegetais como o coentro, orégano, menta, alecrim, sálvia, dentre outros.
- ✓ O uso de óleos essenciais naturais em alimentos pode evitar o risco de muitas doenças causadas por radicais livres, além de ser uma alternativa aos aditivos sintéticos, podendo ser considerado como um conservante *clean label*.

Fonte: Os autores (2020)



Prática 1

Conservadores e antioxidantes – aplicação em produtos cárneos (linguiça fresca)

Introdução


As linguiças são produtos cárneos processados, denominados embutidos. São produzidas com carnes fragmentadas adicionadas de tecido adiposo e ingredientes para mistura, sendo os condimentos para realçar sabor e aditivos para conservação. Posteriormente, são embutidas em envoltórios (tripas) naturais ou sintéticos, cozidos ou não.

Nesses produtos, a utilização de aditivos é necessária por serem altamente perecíveis. Esses aditivos evitam a oxidação lipídica e proliferação de microrganismos, prolongando sua vida útil.

Os sais de cura (nitratos e nitritos) além de antimicrobianos são de extrema importância no desenvolvimento das principais características dos embutidos, intervindo na sua cor característica.

Objetivo da aula prática

Compreender a aplicação dos aditivos conforme a legislação vigente e características dos produtos/aditivos.



Prática 2

Formação de emulsão: efeito de componentes

Introdução

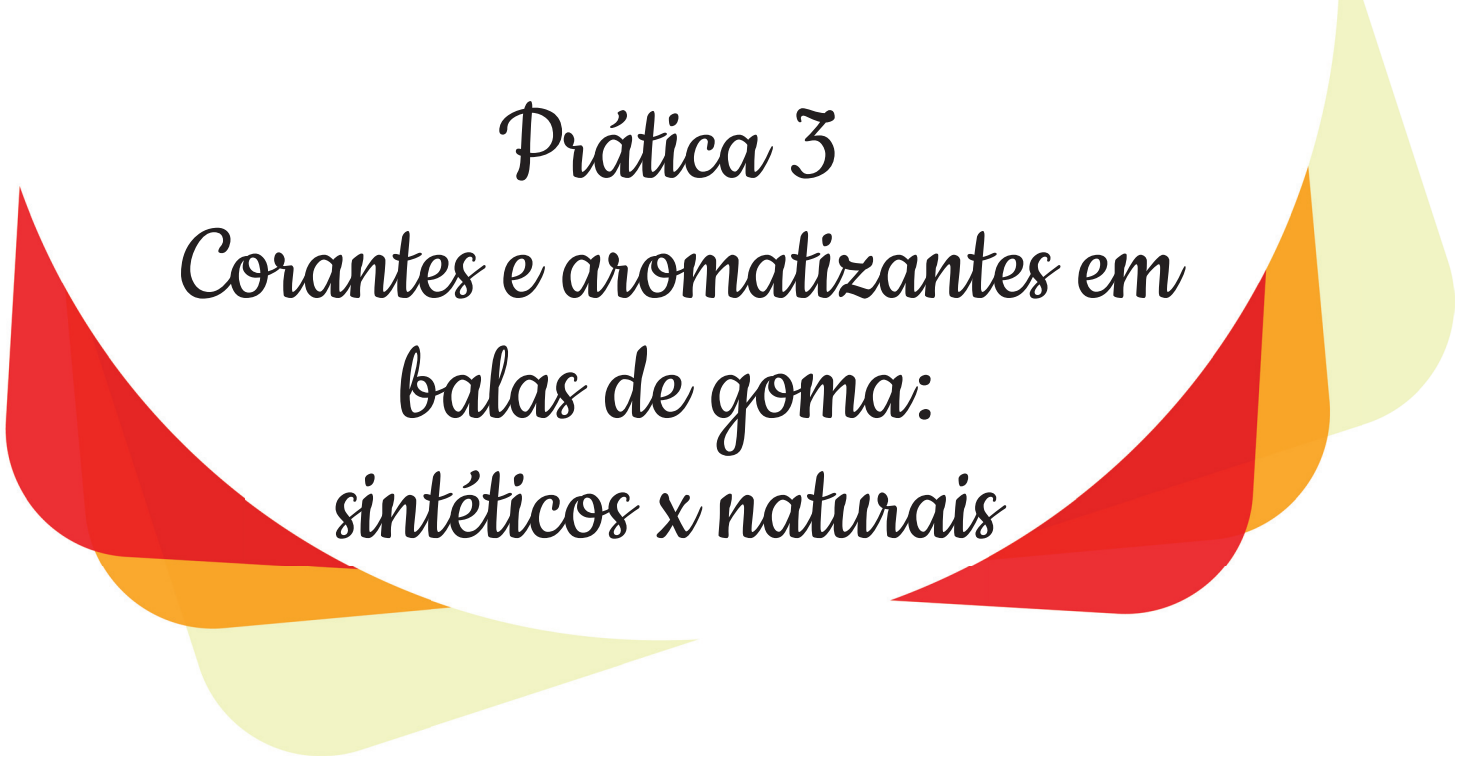
A emulsão é um sistema heterogêneo (com aparência homogênea) consistindo em um líquido imiscível completamente difuso em outro. A formação de uma emulsão requer energia para manter as gotículas dispersas na fase contínua. Tal processo apresenta estabilidade mínima, entretanto pode ser aumentada pela adição de agentes como os emulsificantes.

A maionese é basicamente uma emulsão composta de óleo, ovo (ou gema), ácido (acidulante ou vinagre), aditivos alimentares e condimentos. O ácido cítrico, devido à sua acidez, provoca alterações nas proteínas da gema do ovo, que fazem com que a mistura fique mais espessa. Ele impede ainda que as bactérias se reproduzam rapidamente. Já o ovo apresenta na gema um elevado percentual de lecitina, que é um agente emulsificante largamente empregado. Além disso, a proteína albumina, presente na clara, apresenta propriedades emulsificantes e de formação de espuma, que estão relacionadas à capacidade de a proteína se adsorver e formar filmes nas interfaces.

Com relação à fluidez, a maionese é um alimento considerado de baixa fluidez por ter uma consistência que permite fluir ou escorrer com dificuldade do recipiente. Essa fluidez está relacionada à interação física entre as moléculas que o compõem dependendo principalmente das forças de atração e repulsão entre elas.

Objetivo da aula prática

Avaliar a influência dos ingredientes utilizados na formação da emulsão sobre as características do produto final.



Prática 3

Corantes e aromatizantes em balas de goma: sintéticos x naturais

Introdução

Bala é o produto constituído por açúcar e ou outros ingredientes, como, por exemplo, aditivos que conferem sabor e cor. Por causa do apelo mais saudável, quando comparada às balas tradicionais, as balas de gelatina ou de goma tem apresentado mais aceitação. Entretanto, o uso de corantes e aromatizantes sintéticos pode influenciar na diminuição dessa aceitação.

À base de açúcar e gelatina, as balas de goma são sistemas de gel simples, com a textura dependente do agente gelificante/espessante utilizado. A gelatina é um exemplo de gelificante, amplamente utilizada, confere consistência firme, textura elástica, aspecto transparente e brilhante à bala.

Apesar da demanda dos consumidores por alimentos *clean label* (rótulo limpo), o custo aplicado dos corantes naturais, a instabilidade ao baixo pH e a sensibilidade ao calor, são barreiras para aplicação destes corantes nas indústrias. Para balas de gomas podem ser usados como fontes de corantes naturais as frutas e os vegetais, bem como o uso de microrganismos como a *Spirulina* sp.

Objetivo da aula prática

Comparar as características tecnológicas/sensoriais das balas de goma produzidas com corantes e aromatizantes sintéticos e de fonte natural.

Equipamentos, vidrarias e utensílios

- Refratômetro;
- Liquidificador;
- Medidor de pH (pHmetro) ou fitas para medir pH (0-14);
- Panela e fogão ou banho termostático;
- Becker 500 mL;
- Colheres ou bastão de vidro/espátula;
- Sacos plásticos (polietileno de baixa densidade) de 4x24 cm ou similar.

Insumos

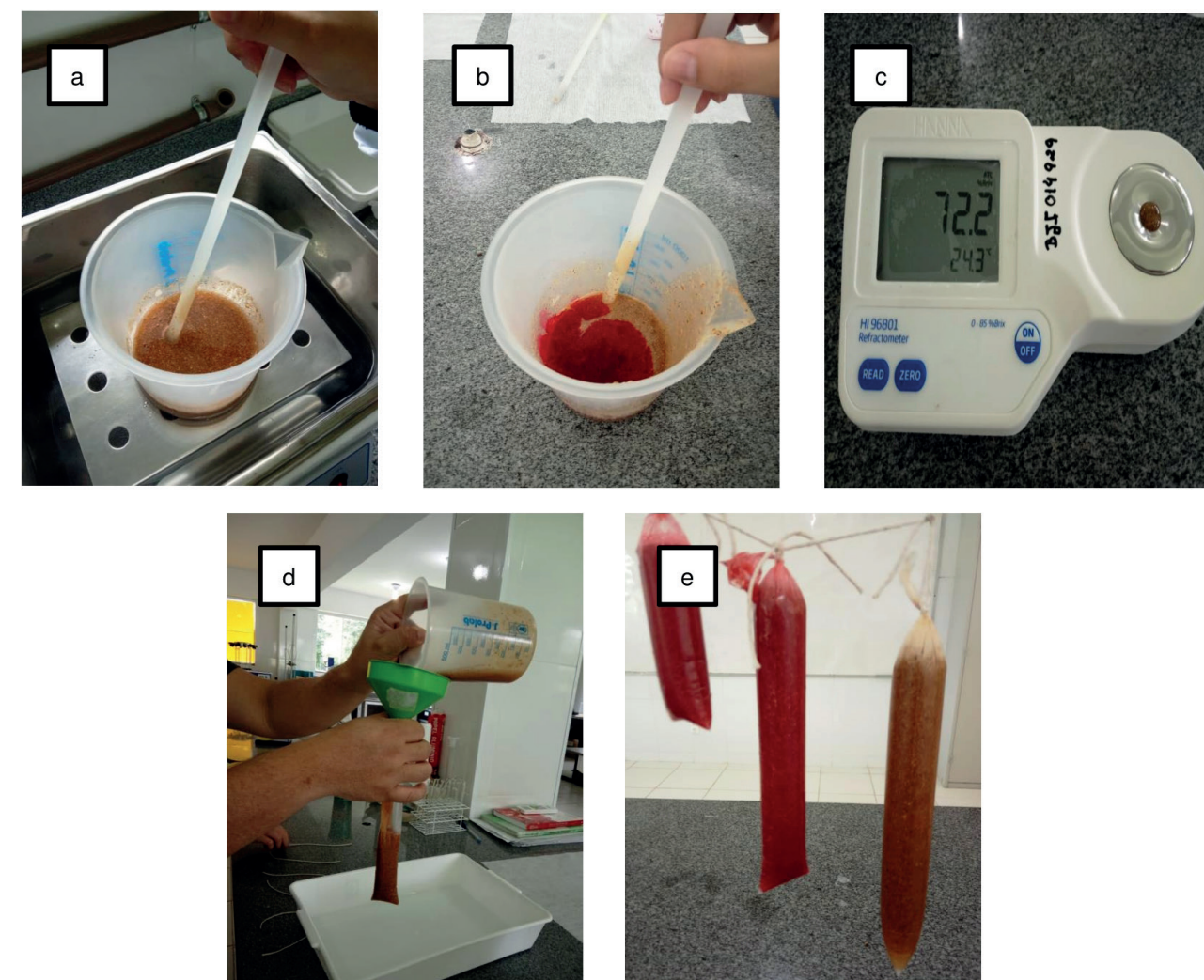
1. Água filtrada;
2. morango;
3. açúcar cristal ou refinado;
4. ácido cítrico;
5. gelatina incolor;
6. essência (aromatizante sintético) de morango;
7. corante sintético para fins alimentício (vermelho morango ou vermelho natural).

Técnica

Aquecer a água ou suco (morango triturado) até 85 °C, que pode ser em banho termostático (Figura 28a). Adicionar os ingredientes na seguinte ordem: parte do açúcar (metade) até dissolver; ácido cítrico; pré-mix (outra parte do açúcar e gelatina); corante (Figura 26b) e; aromatizante. Aquecer e mexer até pH 4,5 e ° Brix de no mínimo 65, sendo ideal acima de 70 (Figura 28c).

Adicionar a massa em embalagem plástica (Figuras 28d e 28e) e esperar endurecer por pelo menos 1 dia. Cortar e adicionar açúcar.

Figura 28 – Etapas de produção de bala de goma – Projeto “Balas de Goma com Resíduo Agroindustrial” (FERREIRA et al., 2019): a) Aquecimento da água e os ingredientes até 85° C. b) Adição de corante. c) O Brix deve ser superior a 70. d) Adicionar a massa em embalagem plástica. e) Pendurar as embalagens com a bala até endurecer ou por 1 dia



Fonte: Os autores (2020)

Seguir as formulações da Tabela 4.

Tabela 4 – Formulações das balas de goma

Ingredientes	Bala 1	Bala 2	Bala 3
Água	100 mL	–	–
Suco de morango	–	110 –150 mL	110 –150 mL
Açúcar	230 g	230 g	230 g
Ácido cítrico	0,85 g	0,85 g	0,85 g
Gelatina incolor	27 g	27 g	27 g
Aromatizante	2 mL	–	2 mL
Corante	0,10 g ou 4 gotas	–	0,5 g ou 2 gotas

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997. Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares: definições, classificação e emprego. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, 28 out. 1997. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/391619/PORTARIA_540_1997.pdf/3c55fd22-d503-4570-a98b-30e63d85bdad. Acesso em: 10 maio 2020.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 1004, de 11 de dezembro de 1998. Regulamento Técnico: “Atribuição de Função de Aditivos, Aditivos e seus Limites Máximos de uso para a Categoria 8 - Carne e Produtos Cárneos”. **Diário Oficial da União**, Brasília, 11 dez. 1998. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/391619/Portaria+n%C2%BA+1004%2C+de+11+de+dezembro+de+1998.pdf/41e1bc8f-b276-4022-9afb-ff0bb3c12c0c>. Acesso em: 10 maio 2020.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 2, de 15 de janeiro de 2007**. Regulamento Técnico sobre Aditivos Aromatizantes, 2007. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_02_2007_COMP.pdf/c966caff-1c19-4a2f-87a6-05f7a09e940b. Acesso em: 17 maio 2020.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 2, de 15 de janeiro de 2007. Atribuição de Aditivos e seus Limites Máximos para a Categoria de Alimentos 16.2: Bebidas Não Alcoólicas, Subcategoria 16.2.2: Bebidas Não Alcoólicas Gaseificadas e Não Gaseificadas. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, 15 jan. 2007. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_05_2007_COMP.pdf/39e3737d-a1f5-49e6-84a1-c60f8475c1f7?version=1.0. Acesso em: 10 maio 2020.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de Procedimentos para Pedidos de Inclusão e Extensão de Uso de Aditivos Alimentares e Coadjuvantes de Tecnologia de Fabricação na Legislação Brasileira**. 2. ed. Brasília, DF: ANVISA, abr. 2015.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 272, 14 de março de 2019. Estabelece os aditivos alimentares autorizados para uso em carnes e produtos cárneos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, 18 mar. 2019. Disponível em http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/3437262/RDC_272_2019_.pdf/b39e2979-4b68-4f9c-adbd-d8be6c0be543. Acesso em: 15 jun. 2020.

ARANHA, F. Q. et al. O papel da vitamina C sobre as alterações orgânicas no idoso. **Revista Nutrição**, v. 13, p. 89-97, 2000.

ARAÚJO, D. B.; ARAÚJO, M. T. B.; ARAÚJO, R. P. C. Análise das características de produtos contendo aspartame comercializados em Salvador, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada**, v. 8, p. 223-228, 2008.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 5.ed. Viçosa: UFV, 2011. 416p.

ARAÚJO, W. M. C. et al. **Alquimia dos Alimentos**. Brasília, DF: Editora Senac, 2007. 560p. (Série Alimentos e Bebidas, v. 2).

ARDALAN, M. R. et al. Nephrotoxic Effect of Aspartame as an Artificial Sweetener. **Iranian Journal of Kidney Diseases**, v. 11, n. 5, p. 339-343, 2017.

ASCHEMANN-WITZEL, J.; VARELA, P.; PESCHEL, A. O. Consumers' categorization of food ingredients: Do consumers perceive them as 'clean label' producers expect? An exploration with projective mapping. **Food Quality and Preference**, v. 71, p. 117-128, 2019.

ASIOLO, D. et al. Making sense of the “clean label” trends: A review of consumer food choice behavior and discussion of industry implications. **Food Research International**, v. 99, p. 58-71, 2017.

BACUS, J. Natural ingredients for cured and smoked meats. In: PROCEEDINGS OF THE 59TH RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, Champaign-Urbana, IL, USA, June, 2006. p. 77-78.

BAIRD-PARKER, A. C. **Ácidos orgânicos**. JH Silliker (Ed.), Ecologia microbiana dos alimentos, Academic Press, New York, 1980. p. 126-135.

BAKKALI, F. et al. Biological effects of essential oils: A review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, p. 446-475, 2008.

BALBANIA, P. S.; STELZERL, B.; MONTOVANI, J. C. Pharmaceutical excipients and the information on druglabels. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 72, n. 3, p. 400-406, 2006.

BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. et al. **Conservación no Térmica de Alimentos**. Zaragoza, ES: Acribia, 1999. 280p.

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1998. v. 3, 317p.

BELL, E. A.; CHARLWOOD, B. V. **Secondary Plants Products**. New York: Springer Verlag, 1980. 674p.

BHAVANANI, S. M.; BALLOU, C. H. New agents for Gram-positive bacteria. **Current Opinion in Microbiology**, v. 13, p. 528-534, 1992.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.

BRASIL. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. **Resolução CNS/MS nº 04, de 24 de novembro de 1988**. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/391619/Resolucao_04_1988.pdf/7311a4d9-d5db-44d6-adbd-c7e6891d079d. Acesso em: 26 ago. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de atenção à saúde, Departamento de Atenção Básica. **Guia Alimentar para a População Brasileira**. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf. Acesso em: 9 maio 2020.

BRASIL. Decreto Lei nº 986, de 21 de outubro de 1969. Institui normas básicas sobre alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 21. out. 1969. p. 008935 3. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/Del0986.htm. Acesso em: 10 maio 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Desmistificando dúvidas sobre alimentação e nutrição: material de apoio para profissionais de saúde**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; Brasília: Ministério da Saúde, 2016. 164 p. Disponível em: http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/publicacoes/desmistificando_duvidas_alimentacao.pdf. Acesso em: 7 maio 2020.

BRASIL. Resolução RDC ANVISA/MS nº 259, de 20 de setembro de 2002. Regulamento Técnico para Rotulagem de Alimentos Embalados. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Brasília, DF, 23 set. 2002. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0259_20_09_2002.html. Acesso em: 10 maio 2020.

BRASIL. **Resolução RDC nº 18, de 24 de março de 2008**. Regulamento Técnico que autoriza o uso de aditivos edulcorantes em alimentos, com seus respectivos limites máximos. Brasília, 2008. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/391619/Microsoft+Word+Resolu%C3%A7%C3%A3o+RDC+n%C2%BA+18%2C+de+24+de+mar%C3%A7o+de+2008.pdf/4b266cfd-28bc-4d60-a323-328337bfa70e>. Acesso em: 7 maio 2020.

BRASIL. **Resolução RDC nº 239, de 26 de julho de 2018**. Regulamento Técnico que estabelece os aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia autorizados para uso em suplementos alimentares. Brasília, 2018. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/3898839/RDC_239_2018_.pdf/05e2f081-e98f-4afd-af5d-04392e176717. Acesso em: 7 maio 2020.

BRETERNITZ, N. R.; BOLINI, H. M. A.; HUBINGER, M. D. Sensory acceptance evaluation of a new food flavoring produced by microencapsulation of a mussel (*Perna perna*) protein hydrolysate. **LWT Food Science and Technology**, v. 83, p. 141-149, 2017.

BROWN, R. J.; DE BANATE, M. A.; ROTHER, K. I. Artificial sweeteners: a systematic review of metabolic effects in youth. **International Journal of Pediatric Obesity**, v. 5, n. 4, p. 305-312, 2010.

BRUL, S.; COOTE, P. Preservatives Agents in Foods. Mode of Action and Microbial Resistende Mechanisms. **International Journal of Food Microbiology**, v. 50, n. 1-2, p. 1-17, 1999.

CÂNDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. **Alimentos para fins especiais**: Dietéticos legislação, mercado, adoçantes e edulcorantes, substitutos de gordura, sucedâneos do sal. Rio de Janeiro: Varela, 1996. 423p.

CAROCHO, M. *et al.* Adding molecules to food, pros and cons: a review on synthetic and natural food additives. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 13, p. 377-399, 2014.

CAROCHO, M.; MORALES, P.; FERREIRA, I. C. F. R. Natural food additives: *Quo vadis?* **Trends in Food Science & Technology**, v. 45, p. 284-295, 2015.

CHANTARASUWAN, C.; BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W. The effects of sodium bicarbonate on conformational changes of natural actomyosin from Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). **Food Chemistry**, v. 129, n. 4, p. 1636-1643, Dez., 2011.

CHATTOPADHYAY, S.; RAYCHAUDHURI, U.; CHAKRABORTY, R. Artificial sweeteners: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 4, p. 611-621, 2014.

CHIPAULT, J. R. *et al.* The antioxidant properties of natural spices. **Food Research**, v. 17, p. 46-55, 1952.

CHIPLEY, J. R. Sodium benzoate and benzoic acid. *In*: DAVIDSON, P. M.; BRANEN, A. L. (ed.). **Antimicrobials in foods**. New York: Marcel Dekker, 1993. p. 11-48.

CHOUDHARY, A. K.; PRETERIUS, E. Revisiting the safety of aspartame. **Nutrition Reviews**, v. 75, n. 9, p. 718-730, 2017.

CHUNG, C.; MCCLEMENTS, D. J. Structure–function relationships in food emulsions: Improving food quality and sensory perception. **Food Structure**, Massachusetts, n. 7, p. 21, 2013.

COWAN, M. M. Plant products as antimicrobial agents. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 12, p. 564–582, 1999.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900p.

DAUGSCH, A.; PASTORE, G. Obtenção de vanilina: oportunidade biotecnológica. **Química Nova**, v. 28, n. 4, p. 642-645, 2005.

DELAZAR, A. *et al.* Chrozophorin: a new acylated flavone glucoside from *Chrozophora tinctoria* (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, p. 286-290, 2006.

DURÁN, R. M.; PADILLA, B. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos. **Grasas y Aceites**, v. 44, n. 2, p. 101-106, 1993.

DURÇO, B. B. *et al.* Uso de óleos essenciais como alternativa conservante clean label em produtos lácteos. **Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, v.1, n. 1, p. 83-102, 2019.

DZIEZAK, J. D. Acids: Natural Acids and Acidulants. **Encyclopedia of Food and Health**, v. 1, p. 15–18, 2016.

ESPINA, L. *et al.* Chemical composition of commercial citrus fruit essential oils and evaluation of their antimicrobial activity acting alone or in combined processes. **Food Control**, v. 22, p. 896-902, 2001.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2008. 680p.

FAGUNDES, R. L. M. *et al.* Utilização de produtos “light” no tratamento dietético de pacientes obesos: tabela de composição centesimal. **Revista Higiene Alimentar**, v. 15, p. 25-30, 2001.

FAHLBUSCH, K. *et al.* Horst Surburg “Flavors and Fragrances”. **Ullmann’s Encyclopedia of Industrial Chemistry**, Wiley-VCH, Weinheim, 2002 DOI: 10.1002/14356007.a11_141.

FATIBELLO-FILHO, O. *et al.* Adoçantes Artificiais. **Química Nova**, v. 19, n. 3, p. 248-260, 1996.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos**: Princípios e Prática. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602p.

- FERREIRA, F. S. Aditivos alimentares e suas reações adversas no consumo infantil. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 13, n. 1, p. 397-407, 2015.
- FERREIRA, L. R. *et al.* Bala de goma com resíduo agroindustrial. *In*: XIII FECTI - FEIRA DE CIÊNCIAS TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, 2019, Rio de Janeiro, RJ. **Anais [...]**. Rio de Janeiro, 2019.
- FIB. Food Ingredients Brasil. **Acidulantes**. 2011. Disponível em: https://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060045028001467202209.pdf. Acesso em: 29 jun. 2020.
- FIB. Food Ingredients Brasil. **Espessantes**. 2020. Disponível em: <https://revista-fi.com.br/artigos/artigos-editoriais/espessantes>. Acesso em: 29 jun. 2020.
- FoRC. **Centro de Pesquisa em Alimentos**. Alimentos sem mito. 2020. Disponível em: <https://alimentossemmitos.com.br/corante-caramelo>. Acesso em: 8 ago. 2020.
- FRANCESCHINI, R. *et al.* Caracterização sensorial de salsicha ovina. **Revista de Nutrição**, v. 17, n. 2, p. 127-135, abr./jun. 2006.
- FRANCIS, F. J. **Encyclopedia of food science and technology**. New York: John Wiley & Sons, 2000. p. 1707-1715.
- FRANTIANNI, A. *et al.* Carotenoids, tocopherols and retinols evolution during egg pasta – making processes. **Food Chemistry**, v. 131, p. 590-595, 2012.
- FREESE, E.; SHEU, C. W.; GALLIERS, E. Function of lipophilic acids as antimicrobial food additives. **Nature**, v. 241, p. 321-325, 1973.
- FRÍAS, I. *et al.* Aspectos Bromatológicos y Toxicológicos de los Conservantes Benzoico y Sorbico. **Alimentaria**, Madrid, v. 273, p. 109-114, 1996.
- FU, B. X. *et al.* Pigment loss from semolina to dough: Rapid measurement and relationship with pasta color. **Journal of Cereal Science**, v. 57, p. 560-566, 2013.
- GAN, Z. *et al.* Occurrence of seven artificial sweeteners in the aquatic environment and precipitation of Tianjin, China. **Water Research**, v. 47, p. 4928-4937, 2013.
- GAVA, A. J. **Tecnologia de alimentos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Nobel, 2014. 512p.
- GONÇALVES, L. A. *et al.* Produção e composição do óleo essencial de alfavaquinha (*Ocimum selloi* Benth.) em resposta a dois níveis de radiação solar. **Revista Brasileira de Plantas Medicináveis**, v. 6, p. 8-14, 2003.
- GONÇALVES, A. A.; RIBEIRO, J. L. D. Optimization of the freezing process of red shrimp (*Pleoticus muellerii*) previously treated with phosphates. **International Journal of Refrigeration**, v. 31, n. 7, p. 1134-1144, 2008.
- GOVARIS, A. *et al.* The antimicrobial effect of oregano essential oil, nisin and their combination against *Salmonella* Enteritidis in minced sheep meat during refrigerated storage. **International**

- Journal of Food Microbiology**, v. 137, p. 175-180, 2010.
- GREEN, C. H.; SYN, W. K. Non-nutritive sweeteners and their association with the metabolic syndrome and non-alcoholic fatty liver disease: a review of the literature. **European Journal of Nutrition**, v. 58, p. 1785-1800, 2019.
- GUERREIRO, L. Adoçantes: Dossiê Técnico. **BRT Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas**, 21 p., nov. 2007.
- GUILLAND, J. C.; LEQUEU, B. **As vitaminas do nutriente ao medicamento**. São Paulo: Santos, 1995. 375p.
- HAGEN, T. M. *et al.* (R)-alpha-lipoic acid supplemented old rats have improved mitochondrial function, decreased oxidative damage, and increased metabolic rate. **FASEB Journal**, v. 13, p. 411-418, 1999.
- HARRIS, N. D.; KARAHADIAN, C.; LINDSAY, R. C. Musty aroma compounds produced by selected molds and actinomycetes on agar and whole wheat bread. **Journal of Food Protection**, v. 49, p. 964-970, 1986.
- HONIKEL, K. O. Curing agents. *In*: KENSEN, W. K.; DEVINE, C.; DIKEMAN, M. (ed.). **Encyclopedia of meat sciences**. Oxford, UK: Elsevier, 2004. p. 195-201.
- HUGGETT, D. B.; STODDARD, K. Effects of the artificial sweetener sucralose on *Daphnia magna* and *Americanis bahia* survival, growth and reproduction. **Food Chem Toxicol**, v. 49, n. 10, p. 2575-2579, 2011.
- IARC. Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer. 2020. Disponível em: <https://www.iarc.fr/>. Acesso em: 26 ago. 2020.
- ISLAM, K. M. S.; SCHWEIGERT, F. J. Comparison of three spectrophotometric methods for analysis of egg yolk carotenoids. **Food Chemistry**, v. 172, p. 233-237, 2015.
- JALSENJAK, V.; PELJNAJK, S.; KUSTRAK, D. Microcapsules of sage oil: essential oils content and antimicrobial activity. **Pharmazie**, v. 42, p. 419-420, 1987.
- JAY, J. M. **Microbiologia de Alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711p.
- KALT, W. *et al.* Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 47, p. 4638-4644, 1999.
- KAWASE, K. Y. F. *et al.* Extração de óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) com CO₂ supercrítico e métodos convencionais. **Revista Analytica**, v. 53, p. 58-67, 2011.
- KAWASE, K. Y. F.; LUCHESE, R. H.; COELHO, G. L. V. Micronized benzoic acid decreases the concentration necessary to preserve acidic beverages against *Alicyclobacillus*. **Journal of Applied Microbiology**, v. 115, p. 466-474, 2013.
- KESHAVARZI, F. *et al.* Serum ischemia modified albumin is a possible new marker of oxidative stress in phenylketonuria. **Metabolic Brain Disease**, v. 33, n. 3, p. 675-680, 2017.

KHOYRATTY, S.; KODJA, H.; VERPOORTE, R. Vanilla flavor production methods: A review. **Industrial Crops and Products**, v. 125, p. 433-442, 2018.

KOKSOY, A.; KILIC, M. Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. **Food Hydrocolloids**, v. 18, p. 593-600, 2004.

LAGUERRE, M.; LECOMTE, J.; VILLENEUVE, P. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: existing methods, new trends and challenges. **Progress in Lipid Research**, v. 46, n. 5, p. 244-82, 2007.

LEITÃO, M. F. F. Microrganismos patogênicos na carne e derivados. **Boletim do ITAL**, Campinas, v. 59, p. 15-48, 1978.

LEISTNER, L.; VUKOVIC, I.; DRESEL, J. Meat products with minimal nitrite addition, storable without refrigeration. *In: EUROPEAN MEETING OF MEAT RESEARCH WORKERS*, 26., 1980. p. 230-231.

LUCK, D. J. L.; PIPERNO, G. Cell Movement. *In: WARNER, F. D.; SATIV, P.; GIBBONS, I. R. (ed.) The Dynein ATP uses*. New York: Alan R. Liss, 1989. v. 1, p. 49-60.

MALIK, V. S.; SCHULZE, M. B.; HU, F. B. Intake of sugar-sweetened beverages and weight gain: a systematic review. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 84, p. 274-288, 2006.

MANSO, S. *et al.* Combined analytical and microbiological tools to study the effect on *Aspergillus flavus* of cinnamon essential oil contained in food packaging. **Food Control**, v. 30, p. 370-378, 2013.

MARÇO, P. H.; POPPI, R. J.; SCARMINIO, I. S. Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais. **Química Nova**, v. 31, n. 5, p.1218-1223, 2008.

MCDONALD, P.; HENDERSON, N.; HERON, S. **The Biochemistry of Silage**. 2 ed. New York: Chalcombe Publications, 1991. 340p.

MENDONZA-YEPES, M. J. *et al.* Inhibition of *Listeria monocytogenes* and other bacteria by a plant essential oil (DMC) in Spanish soft cheese. **Journal of Food Safety**, v. 17, p. 47-55, 1997.

MESQUITA, S. S.; TEIXEIRA, C. M. L. L.; SERVULO, E. F. C. Carotenoides: Propriedades, Aplicações e Mercado. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 2, 2017

MILAN, S. Spice antioxidants isolation and their antiradical activity: A review. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, p. 531-537, 2006.

MØLLER, J. K. S.; SKIBSTED, L. H. Nitric oxide and myoglobins. **Chemical Reviews**, v. 102, p. 1167-1178, 2002.

MOREIRA, C. Aditivo alimentar. **Revista de Ciência Elementar**, v. 2, n 4, p. 238, 2014.

MOREIRA, R. F. A.; TRUGO, L. C.; DE MARIA, C. A. B. Componentes voláteis do café torrado. parte ii. compostos alifáticos, alicíclicos e aromáticos. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 195-203, 2000.

MORO, C. B. *et al.* Sensibilidade de *Penicillium roqueforti* aos principais conservantes de pães. *In: SIMPÓSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR*, 6., 2018, Gramado, RS.

MUDGIL, D.; BARAK, S.; KHATKAR, B. S. Guar gum: processing, properties and food applications: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 3, p. 409-418, 2014.

NAMIKI, M. Antioxidants/antimutagens in food. **Journal of Nutrition**, Boca Raton, v. 29, n. 4, p. 273-300, 1990.

NATIVIDADE, D. P. **Uso de adoçantes dietéticos**: orientações para profissionais de saúde e de ensino. 2011. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente) - Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, 2011.

NIELSEN, P. V.; RIOS, R. Inhibition of fungal growth on bread by volatile components from spices and herbs, and the possible application in active packaging, with special emphasis on mustard essential oil. **International Journal of Food Microbiology**, v. 60, p. 219-229, 2000.

NIKAIDO, H.; VAARA, M. Molecular basis of bacterial outer membrane permeability. **Microbiology Reviews**, v. 49, p. 1-32, 1985.

NOSTRO, A. *et al.* Extraction methods and bioautography for evaluation of medicinal plant antimicrobial activity. **Letters in Applied Microbiology**, v. 30, p. 379-384, 2000.

OLIVEIRA, L. M. Embalagens ativas e inteligentes para produtos cárneos. **Revista Nacional da Carne**, n. 329, p. 54-64, 2004.

ORDÓNEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos**: componentes dos alimentos e processos. São Paulo: Artmed, 2005. 294p.

OUATTARA, B. *et al.* Antibacterial activity of selected fatty acids and essential oils against six meat spoilage organisms. **International Journal of Food Microbiology**, v. 37, p. 155-162, 1997.

OUSSALAH, M. *et al.* Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: *E. coli* O157:H7, *Salmonella* Typhimurium, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. **Food Control**, v. 62, n.2, p. 414-20, 2007.

PEGG, R. B.; SHAHIDI, F. **Nitrite curing of meat**: The n-nitrosamine problem and nitrite alternatives. Trumbull, CT: Food and Nutrition Press Inc., 2000.

PINHEIRO, M. V. S.; PENNA, A. L. B. Substitutos de gordura: tipos e aplicações em produtos lácteos. **Alimentos Nutritivos**, Araraquara, v. 15, n. 2, p. 175-186, 2004.

PÖLÖNEM, I. **Preservation efficiency of formic acid and benzoic acid in the ensiling of slaughterhouse by-products and their subsequent metabolism in farmed for animal**. 2000. 113f. Dissertação (Mestrado em Química) - Faculty of Agriculture and Forestry, University of Helsinki, Helsinki, 2000.

POLÔNIO, M. L. T.; PERES, F. Consumo de aditivos alimentares e efeitos à saúde: desafios para a

- saúde pública brasileira. **Caderno de Saúde Pública**, v. 25, n. 8, p. 1653-1666, ago. 2009.
- QUIROGA, A. L. B. Edulcorantes: Dossiê edulcorantes. **Food Ingredients**, Brasil, n. 24, 2013.
- RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, p.755-760, 2006.
- RAO, M. A. Viscoelastic properties of mayonnaises and salad dressings. In: RAO, M. A.; STEFFE, J. F. **Viscoelastic properties of foods**. New York: Elsevier Applied Science, p. 355-370, 1992.
- REIS, R. C.; MINIM, V. P. R. Testes de aceitação. In: MINIM, V. P. R. (ed.). **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. 308p.
- RIBEIRO, M. A.; ESQUÍVEL, M. M.; BERNARDO-GIL, M. G. A extração supercrítica e os antioxidantes naturais. **Ingenium**, p. 141-143, mar./abr. 2007.
- RICHTER, M.; LANNES, S. C. S. Ingredientes usados na indústria de chocolates. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 27, n. 1, p. 193-200, 2007.
- RINALD, R. *et al.* Síntese de biodiesel: uma proposta contextualizada de experimento para laboratório de química geral. **Química Nova**, Campinas, v. 30, n. 5, p. 1374-1380, 2007.
- RIVAS, H. J.; SHERMAN, P. Soy and meat proteins as food emulsion stabilisers. 1. Viscoelastic properties of corn-oil-in water emulsions incorporating soy or meat proteins. **Journal of Texture Studies**, China, v. 14, p. 251-265, 1982.
- ROCHA, J. Antioxidantes Naturais: Mantendo o frescor naturalmente. **Revista Food Ingredients**, n. 4, p. 44-46, 2008.
- RODRIGUES, F. R.; SALDANHA, T.; BARBOSA, M. I. M. J. Avaliação da presença de edulcorantes nos rótulos de produtos alimentícios. **Acta tecnológica**, v. 7, n. 1, p. 38-43, 2012.
- ROJAS, M. C.; BREWER, M. S. Effect of natural antioxidants on oxidative stability of cooked, refrigerated beef and pork. **Journal of Food Science**, Oxford, UK, v. 72, n. 4, p. S282-S288, May 2007.
- ROMEIRO, S.; DELGADO, M. Aditivos Alimentares: Conceitos Básicos, Legislação e Controvérsias. **Revista Nutricias**, v. 18, p. 22-26, 2013.
- ROSS-MURPHY, S.B. Globular protein gelatin: theory and experiment. **Food Hydrocolloids**, Flórida, CRC press INC, v. 15, n. 4-6, p. 383-400, 2001.
- RUTH, S. V. *et al.* Authentication of organic and conventional eggs by carotenoid profiling. **Food Chemistry**, v. 126, p. 1299-1305, 2011.
- SAAD, B. *et al.* Determination of synthetic phenolic antioxidants in food items using reversed-phase HPLC. **Food Chemistry**, v. 105, p. 389-394, 2007.
- SALES, I. M. S. *et al.* Toxicity of synthetic flavorings, nature identical and artificial, to

- hematopoietic tissue cells of rodents. **Brazilian Journal of Biology**, v. 78, n. 2, p. 306-310, 2018.
- SAMOGGIA, A.; RIEDEL, B. Assessment of nutrition-focused mobile apps' influence on consumers' healthy food behaviour and nutrition knowledge, **Food Research International**, v. 128, 2020.
- SANDERSON, G.R. Polysaccharides in foods. **Food Technology**, USA, v. 35, n. 5, p. 50- 57, 1981.
- SANDRI, I. G. *et al.* Antimicrobial activity of the essential oils of Brazilian species of the genus *Cunila* against food borne pathogens and spoiling bacteria. **Food Chemistry**, v. 103, p. 823-828, 2007.
- SANTANA, F. C. *et al.* Impacto do tipo de edulcorante sobre a aceitação de biscoitos dietéticos junto a consumidores portadores e não portadores de diabetes mellitus. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 30, n. 2, p. 287-300, 2012.
- SANTOS, A. L. F.; KAWASE, K. Y. F.; COELHO, G. L. V. Enzymatic saccharification of lignocellulosic materials after treatment with supercritical carbon dioxide. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 56, p. 277-282, 2011.
- SARON, C.; FELISBERTI, M. I. Ação de colorantes na degradação e estabilização de polímeros. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p. 124-128, 2006.
- SARTORATTO, A. *et al.* Composition and antimicrobial activity of essential oils from aromatic plants used in Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 35, p. 275- 280, 2004.
- SCHILDREMAN, P. A. E. L. *et al.* Induction of oxidative DNA damage and early lesions in rat gastrointestinal epithelium in relation to prostaglandin H synthase-mediated metabolism of butylated hydroxyanisole. **Food Chemistry Toxicology**, v. 33, p. 99-109, 1995.
- SERRANO, J.; GOÑI, I.; SAURA-CALIXTO, F. Food antioxidant capacity determined by chemical methods may underestimate the physiological antioxidant capacity. **Food Research International**, v. 40, p. 15-21, 2007.
- SHAMSI, H. R.; NAJAFABADI, M. O.; HOSSEINI, S. J. F. Designing a three-phase pattern of organic product consumption behaviour. **Food Quality and Preference**, v. 79, e103374, 2020.
- SHIBAO, J. *et al.* **Edulcorantes em alimentos**. São Paulo: Phorte Editora, 2009. 112p.
- SILVA, R. R. *et al.* Efeito da utilização de gomas na viscosidade e nas características sensoriais de *shake* à base de farinha de banana verde. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, e2016052, 2018.
- SIQUI, A. C. *et al.* Óleos essenciais: potencial anti-inflamatório. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, v. 16, p. 38-43, 2000.
- SIVROPOULOU, A. *et al.* Antimicrobial, cytotoxic, and antiviral activities of *Salvia fruticosa* essential oil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, p. 3197-3201, 1997.
- SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, v. 15, p. 71-81, 2002.

- SOFOS, J. N. **Sorbate food preservatives**. CRC Press, Boca Raton, Fla, 1989. 248 p.
- STRATFORD, M.; ANSLOW, P. A. Evidence that sorbic acid does not inhibit yeast as a classic weak acid preservative. **Letters in Applied Microbiology**, England, v. 27, p. 203-206, 1998.
- SUHR, K. I.; NIELSEN, P. V. Effect of weak acid preservatives on growth of bakery product spoilage fungi at different water activities and pH values. **International Journal of Food Microbiology**, v. 95, p. 67-78, 2004.
- SUPPAKUL, P. *et al.* Active Packaging Technologies with an Emphasis on Antimicrobial Packaging and its Applications. **Journal of Food Science**, v. 68, p. 408-420, 2003.
- SUR, S. V.; TULJUPA, F. M.; SUR, L. I. Gas chromatographic determination of monoterpenes in essential oil medicinal plants. **Journal of Chromatography**, v. 542, p. 451-458, 1991.
- TEIXEIRA, P.; SARDINHA, L. B.; BARATA, J. L. **Nutrição, Exercício e Saúde**. Lisboa: Lidel, 2008. 361p.
- TEIXEIRA, S.; GONÇALVES, J.; VIEIRA, E. Edulcorantes: Uso e aplicação na alimentação, com especial incidência na dos diabéticos. **Sociedade Portuguesa de Ciências da Nutrição e Alimentação**, Porto, v. 17, n. 1, p.47-54, set. 2011.
- TFOUNI, S.A.V.; TOLEDO, M.C.F. Conservadores ácido benzoico e ácido sórbico: uma revisão. **Revista da Sociedade Brasileira de Ciência de Alimentos**, v. 35, n. 1/2, p. 41-53, 2001.
- TOLEDO, M. C. F. Aditivos Alimentares. *In*: OGA, S. (ed.). **Fundamentos de Toxicologia**. São Paulo: Ed Atheneu, 1996. p. 405-39.
- TOLOUEE, M. *et al.* Effect of Matricaria chamomilla L. flower essential oil on the growth and ultrastructure of *Aspergillus niger* van Tieghem. **International Journal of Food Microbiology**, v. 139, p. 127-133, 2010.
- TORLONI, M. R. *et al.* O uso de adoçantes na gravidez: uma análise dos produtos disponíveis no Brasil. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, v. 29, n. 5, p. 267-273, 2007.
- USRDA. United States Recommended Daily Allowance. **Edulcorantes**. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/adocantes.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2020.
- VELOSO, A. C. A. *et al.* Perception of olive oils sensory defects using a potentiometric taste device. **Talanta**, v. 176, p. 610-618, 2018.
- WALKER, M.; PHILLIPS, C. A. The effect of preservatives on *Alicyclobaillus acidoterrestris* and *Propionibacterium cyclohexanicum* in fruit juice. **Food Control**, Oxford, v. 19, n. 10, p. 974-981, 2007.
- WANASUNDARA, U. N.; SHAHIDI, F. Antioxidant and pro-oxidant activity of green tea extracts in marine oils. **Food Chemistry**, v. 63, p. 335-342, 1998.
- WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R. L. Total antioxidant capacity of fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 44, p. 701-705, 1996.

- WENDAKOON, C. N.; SAKAGUCHI, M. Inhibition of amino acid decarboxylase activity of *Enterobacter aerogenes* by active components of spices. **Journal of Food Protection**, v. 58, p. 280-283, 1995.
- WÜRTZEN, G. Shortcomings of current strategy for toxicity testing of food chemicals: antioxidants. **Food Chemistry and Toxicology**, v. 28, n. 11, p. 743-745, 1990.
- YI, J. *et al.* The potential of kiwifruit puree as a clean label ingredient to stabilize high pressure pasteurized cloudy apple juice during storage, **Food Chemistry**, v. 255, p. 197-208, 2018.
- ZACARCHENCO *et al.* **Brasil Dairy Trends 2020**. 1. ed. Campinas: ITAL, 2017.
- ZELINSKI, D. W. **Degradação fotocatalítica de edulcorantes artificiais em solução aquosa**. 2017. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2017.



Biografias

M. Sc. Lucas Martins da Silva

Cientista de Alimentos pelo Instituto Federal Fluminense *Campus* Bom Jesus do Itabapoana, mestre em Ciência e Tecnologia Alimentos pela Universidade Federal do Espírito Santo e, atualmente, doutorando do Programa de Produção Vegetal da Universidade Estadual do Norte Fluminense. Integra, junto às demais autoras deste livro, uma equipe envolvida no desenvolvimento de uma patente de inovação, premiada e apresentada em eventos internacionais a convite do Ministério da Educação. *“É um prazer fazer parte mais uma vez desta equipe. São vários anos de constante aprendizado para oferecermos o melhor e retribuir à educação brasileira”*. Lucas sempre almejou a carreira acadêmica e extensionista. Atua como pesquisador voluntário da Faculdade Metropolitana São Carlos e participa do Grupo de Pesquisa Interinstitucional de Desenvolvimento Municipal-Regional ITEP-UENF RJ/UNIFLU/CNPq. *“Acredito que a educação de jovens deve ser feita por aqueles que tem o dom do magistério, que nascem com o poder de ensinar. Um jovem com conhecimento e senso crítico pode mudar os rumos do planeta em todas as áreas e aspectos.”*

M. Sc. Krystal Cardoso Soares Estefan de Paula

Cientista de Alimentos pelo Instituto Federal Fluminense *campus* Bom Jesus do Itabapoana – RJ, mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Espírito Santo e especialista em Controle de Qualidade e Segurança de Alimentos pelo Instituto Federal do Espírito Santo. Possui pesquisas nas áreas de otimização de processos de secagem de alimentos, aproveitamento tecnológico de coprodutos agroindustriais, desenvolvimento de novos produtos, análises de alimentos e qualidade. Krystal fez parte das gestões de 2018 e 2019 da Associação dos Profissionais Cientistas de Alimentos (APCAL) como Vice-Presidente e contribuiu em 2020 como Conselheira Fiscal. Atualmente trabalha na área da qualidade em indústria processadora

de pescados e é colaboradora em projetos de pesquisa e de extensão da Universidade Federal do Rio de Janeiro *campus* Macaé. Krystal possui identidade forte em uma carreira acadêmica e profissional movida, sobretudo, pela paixão à pesquisa e ao poder transformador do conhecimento. *“Acredito que difundir o conhecimento é uma missão para todos os professores, pesquisadores e profissionais da indústria de alimentos e sou convicta que pela educação dos jovens é possível que tenhamos maior desenvolvimento em todos os setores sociais no Brasil”*.

Prof. Dra. Kátia Yuri Fausta Kawase

Engenheira de Alimentos e Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Doutora em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Escola de Química/Universidade Federal do Rio de Janeiro - EQ/UFRJ, graduanda na Licenciatura em Química pela Universidade Cruzeiro do Sul, sempre teve o sonho de se tornar professora e pesquisadora e estar inserida na educação de jovens. É professora do curso Técnico em Alimentos e do curso superior em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal Fluminense *Campus* Bom Jesus do Itabapoana – RJ. Além disso, possui pesquisas, orientações e artigos publicados nas áreas de microbiologia de alimentos, aditivos alimentares e reaproveitamento de resíduos da indústria de alimentos. Desenvolveu projetos aprovados e financiados pelo CNPq e FAPERJ, com depósito de patente na área de Alimentos. Kátia acredita que a formação tecnológica do jovem abre oportunidades para ele em um mercado de trabalho competitivo e cada vez mais informado e, desta forma, poder contribuir para o crescimento e o sucesso dos estudantes é o bem mais precioso que um verdadeiro professor pode querer. Atualmente, é Diretora da Assistência Estudantil do IFF *Campus* Bom Jesus do Itabapoana, o que a ajuda a entender sua paixão pelo desenvolvimento acadêmico e social dos jovens. *“Ver meus alunos e orientados superando suas dificuldades e trilhando caminhos de sucesso me motiva a continuar lutando por uma formação mais cidadã, uma formação integral do aluno”*.



Essentia
EDITORA
IFFLUMINENSE

Tipologia Capa Cookie
Tipologia Miolo Cookie
Fira Sans
Formato 21 x 29,7 cm (A4 - retrato)