

AMANDA FERNANDES DOS SANTOS RODRIGUES
ANA LAURA PEREIRA PASSOS
BIANCA ULIANA PICOLO
BOSCOLLI BARBOSA PEREIRA | Org.
CARLOS FERNANDO CAMPOS
CÁSSIO RESENDE DE MORAIS
CÉLIO DIAS SANTOS JÚNIOR
DÃO PEDRO DE CARVALHO NETO
FERNANDA FERNANDES DOS SANTOS RODRIGUES
ISABELA LEMOS DE LIMA
JÉSSICA REGINA DA COSTA SILVA
MANUELLA SOUZA SILVERIO
MARCO AURÉLIO BERNARDES VIEIRA
MARIANA ALVES PEREIRA ZÓIA
MARIANA FERREIRA CARRIJO
VIRGÍNIA VERÔNICA CARDOSO DE MELO

ADITIVOS

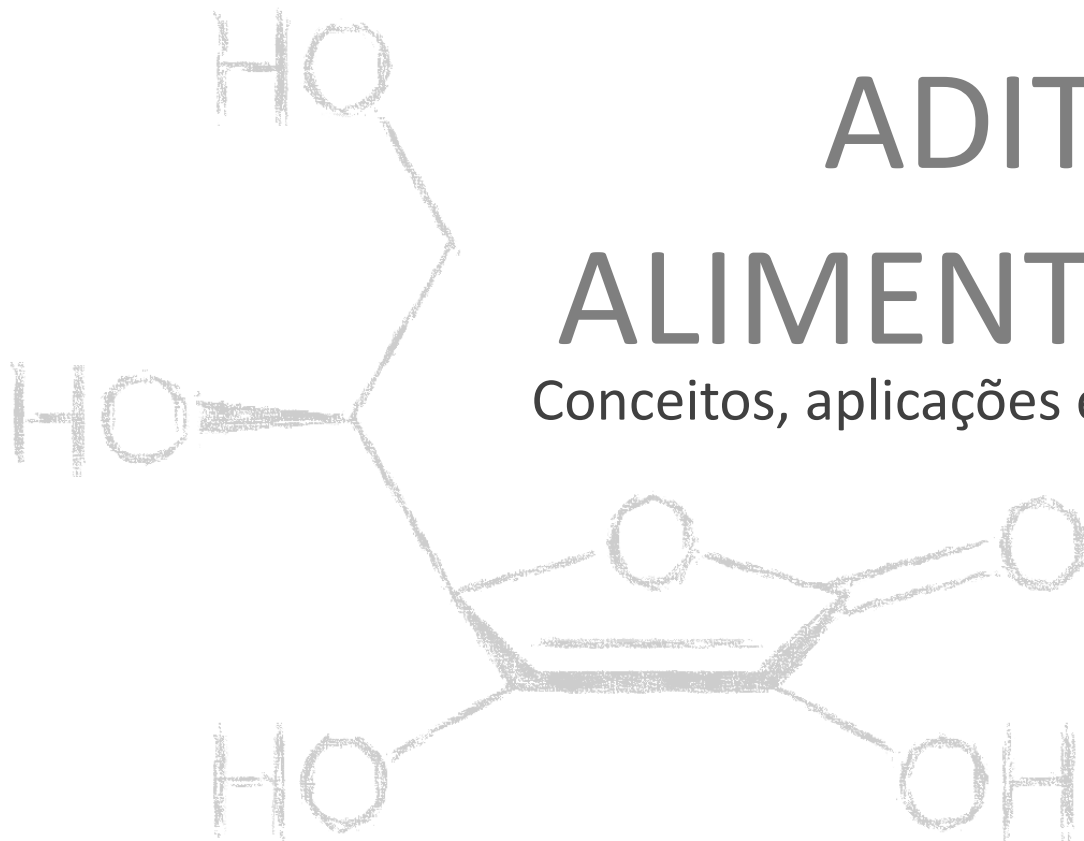
ALIMENTARES

Conceitos, aplicações e toxicidade

ADITIVOS

ALIMENTARES

Conceitos, aplicações e toxicidade



© 2013 Boscolli Barbosa Pereira, Amanda Fernandes dos Santos Rodrigues, Ana Laura Pereira Passos, Bianca Uliana Picolo, Carlos Fernando Campos, Cássio Resende de Moraes, Célio Dias Santos Júnior, Dão Pedro de Carvalho Neto, Fernanda Fernandes dos Santos Rodrigues, Isabela Lemos de Lima, Jéssica Regina da Costa Silva, Manuella Souza Silvério, Marco Aurélio Bernardes Vieira, Mariana Alves Pereira Zóia, Mariana Ferreira Carrijo, Virgínia Verônica Cardoso de Melo

Todos os direitos reservados aos autores. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e que não seja para venda ou qualquer fim comercial. A postagem (ou compartilhamento) desse material em blogs, perfis pessoais, redes sociais e demais veículos não é autorizada pela editora. O(s) autor(es) de cada capítulo se responsabilizam pelos direitos autorais de textos e imagens dessa obra e se colocam à disposição para dar os devidos créditos a qualquer autor que se sentir descreditado.

Elaboração, distribuição e informações:

EDITORA FUCAMP

Av. Brasil Oeste, s/n – Jardim Zenith
38500-000 – Monte Carmelo – MG
Tel.: (34) 3842-5272
fucamp@fucamp.edu.br
www.fucamp.edu.br/instituicao/editora

Coordenação do Conselho Editorial: Cristina Soares de Sousa

Edição e Capa: Boscolli Barbosa Pereira
Revisão: Os autores

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Pereira, Boscolli Barbosa

Aditivos alimentares [livro eletrônico]: conceitos, aplicações e toxicidade /

Boscolli Barbosa Pereira, Org. - -

Vários autores.

Monte Carmelo, MG : Editora FUCAMP, 2013.

1,9 MB ; PDF

Bibliografia

ISBN 978-85-99252-09-3

1. Alimentos – Aditivos 2. Alimentos - Aditivos - Leis e legislação - Brasil 3. Alimentos - Aditivos - Toxicologia

4. Indústria alimentícia - Brasil.

II. Título.

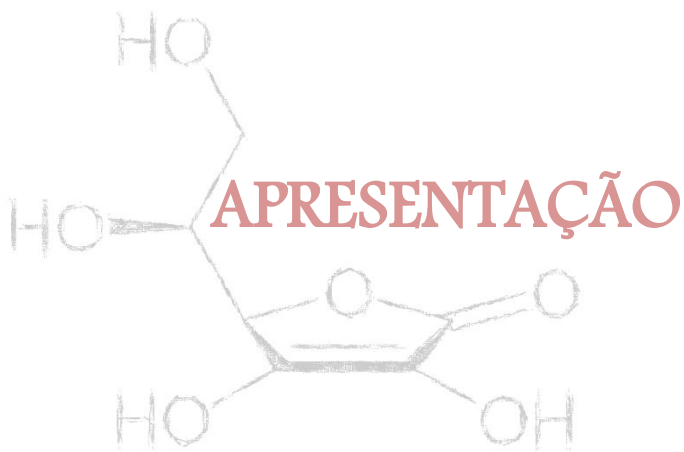
13 – 11395

CDD – 664.06

Índices para catálogo sistemático:

Aditivos alimentares:

Legislação, conceitos, aplicações e toxicidade de aditivos utilizados em biotecnologia de alimentos: Tecnologia (Ciências aplicadas): 664.06

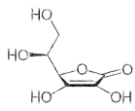


O uso de aditivos químicos e biológicos para modificação de alimentos é um tema controverso. Para muitos, representa risco e ameaça. Para outros, consiste em uma prática segura e nutritiva. Como o debate tem se expandido, é papel dos cientistas fomentar essas discussões, mantendo o foco na ciência e estimulando a vigilância contínua, de modo a render conhecimento e segurança à população.

É nesse sentido que apresentamos “Aditivos alimentares – conceitos, aplicações e toxicidade”. Elucidamos que a presente obra não se trata de um roteiro que elenca o que se pode ou não pode consumir. Antes, entendemos que somente pelo uso racional dos aditivos, suplementos e produtos naturais adicionados aos alimentos é possível reduzir males como intoxicações e até mesmo o câncer.

Assim, o presente livro destina-se a professores, universitários e profissionais da saúde, bem como a todos aqueles que tenham interesse em conhecer um pouco mais sobre os aditivos alimentares.

Os autores.



Sumário

Apresentação..... 05

Capítulo 1

Suplementos alimentares de origem vegetal, fitoquímicos e plantas medicinais: diálogos entre benefícios à saúde e toxicidade

BOSCOLLI BARBOSA PEREIRA

FERNANDA FERNANDES DOS SANTOS RODRIGUES

AMANDA FERNANDES DOS SANTOS RODRIGUES..... 07

Capítulo 2

Aditivos nutricionais: tecnologia do incremento de sódio, iodo e vitaminas

BIANCA ULIANA PICOLO

JÉSSICA REGINA DA COSTA SILVA..... 21

Capítulo 3

Aditivos antimicrobiais aplicados à biotecnologia de alimentos

CELIO DIAS SANTOS JÚNIOR 41

Capítulo 4

Emprego de corantes, flavorizantes e adoçantes como agentes sensoriais

ANA LAURA PEREIRA PASSOS

DÃO PEDRO DE CARVALHO NETO

ISABELA LEMOS..... 77

Capítulo 5

Antioxidantes como agentes preservativos

MARCO AURÉLIO BERNARDES VIEIRA

MARIANA FERREIRA CARRIJO 96

Capítulo 6

Agentes processantes: considerações sobre a adição de emulsificantes, estabilizantes, espessantes, quelantes e umectantes aos alimentos

VIRGÍNIA VERÔNICA CARDOSO DE MELO

MANUELLA SOUZA SILVERIO

MARIANA ALVES PEREIRA ZÓIA..... 109

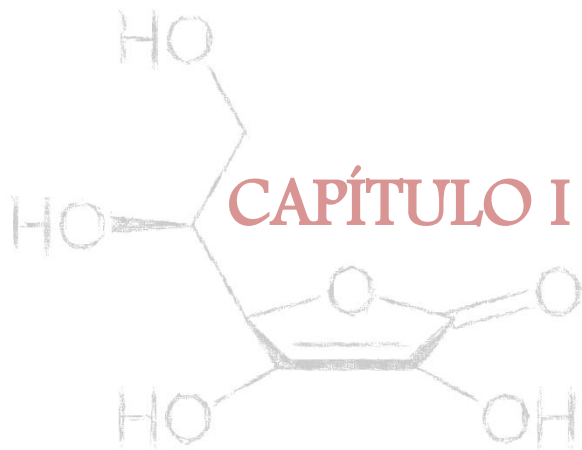
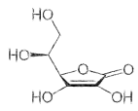
Capítulo 7

Aplicações de probióticos e prebióticos na biotecnologia de alimentos

CÁSSIO RESENDE DE MORAIS

CARLOS FERNANDO CAMPOS 123

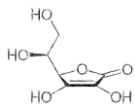
Sobre os autores 147



Boscolli Barbosa Pereira

Fernanda Fernandes dos Santos Rodrigues

Amanda Fernandes dos Santos Rodrigues



Suplementos alimentares de origem vegetal, fitoquímicos e plantas medicinais: diálogos entre benefícios à saúde e toxicidade

Fitoquímicos e benefícios à saúde

Diversas classes de substâncias encontradas nos vegetais são apontadas como responsáveis pelo efeito protetor contra o câncer e outras enfermidades, que vão da baixa à alta complexidade da atenção a saúde.

Os mecanismos gerais de proteção dos fitonutrientes estão associados a efeitos como, proteção antioxidativa (Quadro 1), proteção antimutagênica, modulação do sistema imunológico e regulação hormonal.

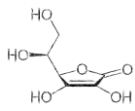
Nesse sentido, embora muitos fitoquímicos de vegetais tenham sido isolados e estudados quanto às propriedades benéficas à saúde, muitas espécies vegetais têm sido administradas sem orientação ou prescrição adequada.

É necessário, de antemão, compreender que as plantas medicinais são agentes xenobióticos, ou seja, tratam-se de compostos estranhos ao organismo e que, potencialmente, podem apresentar produtos de biotransformação com ação tóxica.

Assim, há que se considerar não somente os efeitos imediatos e facilmente correlacionados com a ingestão de plantas medicinais, mas também efeitos que se manifestam em longo prazo ou que são assintomáticos.

Dessa compreensão decorrem os riscos da utilização não racional das plantas medicinais e fitoterápicos, especialmente para o tratamento de problemas moderados tais como insônia, dores em articulações, hemorroidas, obesidade, constipações intestinais, diarreias e outros agravos em que fitoquímicos são ingeridos por várias semanas ou meses de tratamento.

Outro cenário importante que envolve a utilização de plantas como suplemento nutricional ou com fim medicinal é o da automedicação, pois o uso irracional de um produto pode induzir problemas graves, principalmente, quando já existem fatores de risco como doenças graves ou contra-indicações e uso concomitante de outros medicamentos.



Quadro 1 | Mecanismos de proteção antioxidativa dos fitonutrientes

A proteção antioxidante merece destaque dentre os mecanismos de ação dos fitoquímicos, pois a defesa contra danos causados por radicais livres é vital para a integridade das macromoléculas e das estruturas celulares e teciduais.

A senescência do organismo (envelhecimento), acrescida da ação de fatores exógenos, está diretamente relacionada à diminuição do potencial de ação dos sistemas bioquímicos que utilizam antioxidantes como defesa e proteção.

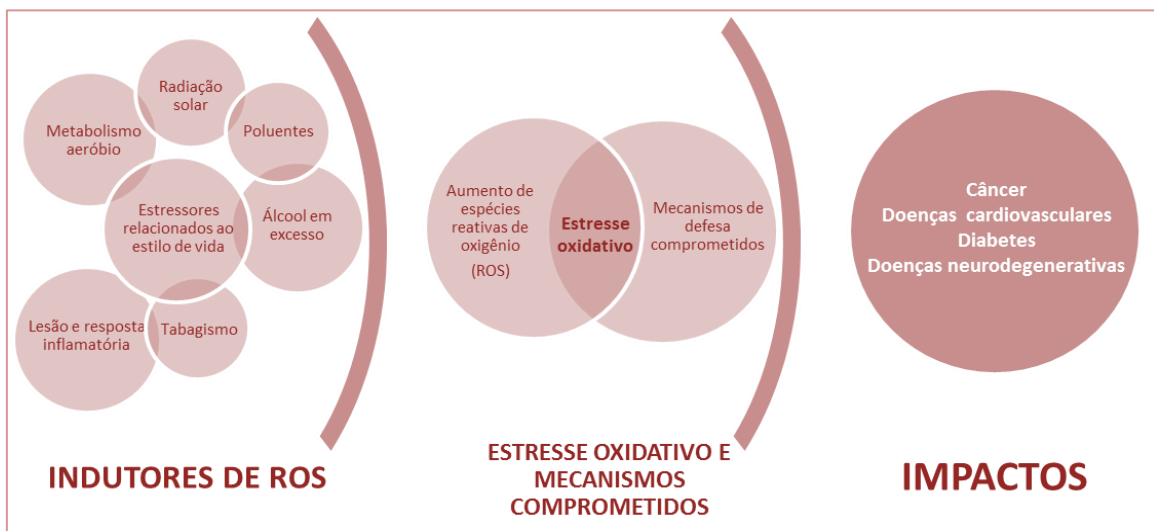
Conforme é ilustrado na figura 1, dentre os fatores exógenos que influenciam negativamente esse efeito protetor destacam-se: (i) fatores comportamentais relacionados ao estilo de vida, como esforço físico, tabagismo, consumo exagerado de álcool; (ii) fatores ambientais, como exposição à radiação solar e aos poluentes do meio e (iii) fatores orgânicos, como a ocorrência de lesões e respostas inflamatórias.

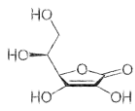
Todos esses fatores estão, em conjunto, associados à formação de espécies reativas de oxigênio (ROS) que têm potencial oxidativo (e, conseqüentemente, destruidor) sobre células e tecidos. As ROSs incluem radicais livres como grupos hidroxila, peróxido, ânion superóxido e outras espécies.

Vale explicitar que o estresse oxidativo decorre de uma relação de desequilíbrio entre a produção de ROS e sua remoção. Enzimas como superóxido dismutase, glutathione peroxidase e antioxidantes (produzidos pelo organismo ou obtidos pela dieta) constituem os principais mecanismos de defesa usados pelo organismo para remoção de ROS.

Conforme já citado, o estresse oxidativo está diretamente vinculado a danos em macromoléculas como proteínas, lipídeos e DNA. Em alguns estudos, no entanto, tem sido revelado que é possível estabilizar e até reverter os danos oxidativos por meio de suplementos alimentares compostos por fitoquímicos antioxidantes.

Figura 1 | Estresse oxidativo e impactos na saúde.





Suplementos alimentares de origem vegetal e plantas medicinais

Plantas com propriedades medicinais são utilizadas há muito no tratamento de diversos agravos à saúde ao redor do mundo. Estima-se que 80% das famílias no mundo façam uso de terapias com plantas medicinais e fitoterápicos.

A epidemiologia nutricional tem embasado diversas pesquisas que enfatizam a relação entre o baixo consumo de frutas e vegetais à elevados índices de doenças cardiovasculares e câncer.

A busca pela prevenção de doenças e promoção da saúde tornou os produtos herbáceos e as drogas vegetais muito populares no mercado internacional. Isso sem mencionar os países que já possuem longo e tradicional histórico de uso de plantas medicinais como China, Índia, Japão e Alemanha.

Estima-se que existam 750.000 espécies de plantas distribuídas nos diferentes biomas do planeta. Destas, 300.000 espécies já foram identificadas. Outra estimativa importante refere-se à expectativa de que haja entre 30.000 e 75.000 plantas com propriedades medicinais dentre todas as espécies vegetais disponíveis no mundo. A Organização Mundial da Saúde (OMS) já registrou 20.000 delas e reconhece que apenas 400 plantas medicinais são amplamente comercializadas em diferentes países.

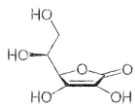
Biodisponibilidade de compostos bioativos

Nenhum médico, farmacêutico, empresário ou conhecedor tradicional de plantas medicinais pode assegurar que a dose de princípios ativos ingerida será disponibilizada pelo organismo. Dois indivíduos que tomam a mesma dose de um composto podem absorver quantidades diferentes. Essa disparidade se deve a diferenças interindividuais de absorção, distribuição, metabolismo e excreção dos princípios ativos presentes na dose ingerida.

À quantidade de um princípio ativo, nutriente, fitoquímico ou nutracêutico encontrada no organismo atribui-se o conceito de **biodisponibilidade**. Como já foi discutida, a biodisponibilidade é variável entre os indivíduos de uma população e isso é um problema quando é necessário precisar a dose para uma resposta fisiológica individual.

Diante desse cenário multifacetado, há que se considerar que o percurso metabólico de diversos compostos bioativos precisa ser elucidado para que a biodisponibilidade sirva de parâmetro para a prescrição e uso de dietas e terapias com base em plantas medicinais.

Se por um lado alguns indivíduos apresentam baixa biodisponibilidade de determinados compostos ingeridos, outros podem acumular concentrações



demasiadamente elevadas de compostos que, dependendo da dose, tornam-se tóxicos ao organismo.

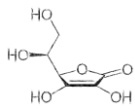
Existe uma considerável variedade de plantas que naturalmente apresentam compostos tóxicos e antinutricionais provenientes de séculos de seleção natural que, evolutivamente, garantem proteção contra predadores e organismos competidores. O quadro 2 lista algumas dessas toxinas e as respectivas espécies em que são encontradas.

Quadro 2 | Toxinas presentes naturalmente em espécies vegetais utilizadas como alimento.

TOXINAS	FONTE ALIMENTAR	EFEITOS
Inibidores da protease	Soja, feijão vermelho, feijão branco, grão-de-bico, ervilha, batata doce	Hipertrofia pancreática
Hemaglutinina	Mamona, soja, feijão vermelho, lentilha, ervilha	Aglutinação de eritrócitos
Saponinas	Soja, beterraba, amendoim, espinafre, aspargos	Hemólise de eritrócitos
Glucosinolatos	Repolho, nabo, rabanete, semente de colza, mostarda	Hipotireoidismo e aumento da tireoide
Cianógenos	Ervilhas e feijões; sementes de linhaça, de linho e de frutas; mandioca	Envenenamento por HCN
Latirógenos	Grão-de-bico	Danos ao sistema nervoso central
Cicasina	Nozes do gênero <i>Cycas</i>	Câncer de fígado
Vicina e convicina	Grãos em favas	Anemia hemolítica aguda
Fitoalexinas	Batata-doce	Edema pulmonar, danos ao fígado e rim
Alcaloides de pirrolizidina	Chás de ervas das famílias <i>Compositae</i> e <i>Boraginaccae</i>	Danos ao fígado e pulmões e efeito carcinógeno

Fonte: Pariza, M.W. (1996). Substâncias Tóxicas. Em Food Chemistry, Ed3. New York, NY, pp.825-840 (adaptado).

É relevante alertar que algumas toxinas encontradas em plantas são consideradas carcinogênicas, sendo que as que são lipossolúveis podem ser bioacumulativas, conforme é mostrado no quadro 3.



Quadro 3 | Algumas espécies utilizadas com fins nutricionais/medicinais e ocorrência de carcinógenos.

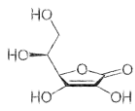
ALIMENTO	CARCINÓGENO
Salsinha, Aipo	5-/8-metoxipsoraleno
Cogumelo	<i>p</i> -hidrazinobenzoato
Repolho, couve-flor, couve-de-bruxelas, mostarda marrom	Sinigrina (isotiocianato alil)
Estragol	Manjericão, Erva-doce
Safrol	Noz moscada
Etil acrilato	Abacaxi
Sesamol	Semente de gergelim
Álcool α -metilbenzílico	Cacau
Manjericão, café (torrado)	Acetato de benzila
Maçã, cenoura, aipo, cereja, berinjela, uva, alface, pêra, ameixa, batata, manjericão, alecrim, sálvia, losna, café (torrado).	Ácido cafeico
Maçã, damasco, brócolis, couve-de-bruxelas, repolho, cereja, pêsego, pêra, ameixa, café (torrado)	Ácido neoclorogênico

Racionalidade na utilização dos vegetais com propriedades medicinais: a tênue linha que separa benefícios e toxicidade

De acordo com a OMS, de 65 a 80% da população mundial confia no tratamento com plantas medicinais. No Brasil, a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares no Sistema Único de Saúde (SUS) foi elaborada no intuito de ampliar as opções terapêuticas oferecidas aos usuários do SUS, com garantia de acesso a plantas medicinais, fitoterápicos e outros serviços relacionados com a segurança, qualidade e eficácia dos produtos.

A fitoterapia no Brasil está em plena expansão. Isso se deve à melhoria no acesso às informações sobre efeitos adversos de fármacos sintéticos e à predileção dos consumidores por tratamentos “naturais”. Outros fatores que contribuem para a ampliação do acesso e procura pelas plantas medicinais consiste no baixo custo, reconhecimento da biodiversidade brasileira e crescente investigação científica das propriedades farmacológicas.

Contudo, a crença na naturalidade dessas terapias pode conduzir a população adepta a situações de risco. A utilização não racional de um produto, mesmo que este seja considerado de baixa toxicidade, pode desencadear reações adversas pelos seus próprios constituintes. Fatores individuais como idade, sexo, condições fisiológicas e



características genéticas dos pacientes também estão relacionadas a efeitos indesejados.

Adicionalmente, diagnósticos equivocados, erros na identificação das espécies e uso irracional de produtos derivados de plantas medicinais podem provocar efeitos adversos e agravos decorrentes de superdosagem ou inefetividade terapêutica.

Em relação às reações indesejadas associadas ao consumo de plantas medicinais, podemos classificá-las em reações intrínsecas (inerentes à constituição química da planta utilizada) e extrínsecas (ocasionadas por falhas durante os processos de fabricação e estocagem).

As reações intrínsecas podem ser provocadas por toxicidade previsível, overdose, interação com outros fármacos ou de natureza idiossincrática.

Os casos relacionados à intoxicações devido ao uso pouco cuidadoso de plantas medicinais, causados por equívocos ou por motivação intencional estão registrados no Sistema Nacional de Informações Tóxico Farmacológicas – SINITOX.

Tomando por base o período de 2000 a 2010, foram notificados 18239 casos, com destaque para os casos de não racionalidade no consumo (erro de administração, automedicação e abuso), que somam 548 notificações (**Tabela 1**).

A utilização de plantas medicinais sem orientação adequada em menores de cinco anos, idosos, gestantes e doentes crônicos aumenta o risco de ocorrência de intoxicações, pois nesses casos, existem variações significativas no metabolismo dos usuários.

São comuns os relatos de morte neonatal por doença oclusiva das vias hepáticas e aborto prematuro por estímulo às contrações uterinas, além das alterações hormonais que podem ser desencadeadas. Nos casos de doenças crônicas, existem notificações de agravos por insuficiência renal, disfunção hepática e efeitos antiplaquetários.

Comprometimentos nas funções hepáticas e renais, bem como danos agudos nesses órgãos ocorrem com frequência em tratamentos que empregam plantas medicinais por semanas ou até mesmo meses. Geralmente, esses efeitos estão relacionados à utilização de plantas que contêm alcaloides pirrolizidínicos, como a babosa (*Aloe barbadensis* Mill), a cavalinha (*Teucrium chamaedrys* L.) e o confrei (*Symphytum officinale*).

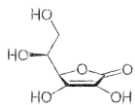
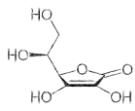


Tabela 1 | Casos registrados de intoxicação humana por plantas medicinais e circunstâncias ocorridas de 2000 a 2010.

ANO	Acidente Individual/Coletivo/Ambiental/Ocupacional	Uso terapêutico	Prescrição Inadequada	Erro de Administração	Automedicação	Abuso	Alimentos	Tentativas de Suicídio/aborto/homicídio	Uso indevido	Ignorada/ outra	Total
2000	1.235/103/5/14	12	-	1	26	36	12	45/67/1	-	29/20	1606
2001	1.214/152/7/19	14	1	3	20	27	17	50/91/2	8	14/33	1672
2002	1.292/156/12/20	10	-	2	20	21	27	52/81/1	9	24/28	1756
2003	1.393/240/9/20	14	-	3	19	29	26	51/80/2	22	44/38	1990
2004	1.264/131/1/18	15	-	4	35	32	24	51/54/3	23	31/18	1704
2005	1.367/248/3/27	16	-	1	35	37	25	35/76/1	26	29/33	1959
2006	1.386/193/5/33	17	1	-	24	29	26	39/51/5	34	16/19	1878
2007	1.259/120/3/25	8	-	3	13	24	54	40/37/2	31	20/18	1657
2008	1.061/99/6/18	1	1	1	7	25	11	24/26/-	27	10/16	1333
2009	1.027/98/11/13	4	-	4	16	16	2	31/22/1	17	12/33	1307
2010	1.067/95/6/11	4	1	-	18	17	14	31/18/2	33	21/38	1377

Fonte: SINITOX



Além dos efeitos relacionados à overdose e uso prolongado, há o risco de ocorrência de interação com outros fármacos, já que as plantas possuem diversos efeitos que podem exacerbar ou inibir os efeitos de medicamentos alopáticos, como em casos de terapias com ansiolíticos (terapia antidepressiva), anticonvulsivantes, anticoagulantes, antiplaquetários e outros.

Dentre as reações extrínsecas, as mais comumente relatadas estão associadas à miscelânea e substituição de espécies vegetais; à falta de padronização no cultivo e uso de produtos; à contaminação e à adulteração, incluindo rotulagem inapropriada.

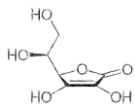
Seja por um equívoco acidental, por imperícia na identificação das espécies, ou por motivação intencional de substituir partes ou plantas inteiras por outros ingredientes mais baratos, algumas substituições e associações entre plantas podem ter efeitos desastrosos.

Dentre os problemas já relatados no SINITOX, estão manifestações imunológicas sob a forma de urticária e choque anafilático; manifestações neuropsiquiátricas e arritmias cardíacas.

Em relação à falta de padronização, deve-se considerar a variabilidade química sazonal que altera o teor de princípios ativos nas plantas medicinais cultivadas; os diferentes processos de extração e a variedade de combinações realizadas entre plantas que, supostamente, exercem o mesmo efeito terapêutico.

Quanto aos problemas causados por contaminação, existem notificações que relatam presença de poluentes tóxicos (químicos ou farmacêuticos) em todos os tipos de preparações e partes de planta (folhas, sementes e raízes).

É necessário considerar que plantas medicinais, ainda que desidratadas, estão sujeitas à decomposição por ação de fungos e bactérias, que podem produzir aflatoxinas causadoras de câncer hepático. Além disso, a ação de preservativos, a manutenção em temperaturas elevadas e o armazenamento inadequado trazem consequências danosas à saúde dos consumidores.



Princípios ativos, toxicidade e uso racional das plantas medicinais: o Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira

Para apoiar a implantação e implementação da Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, destinada a garantir, aos usuários do Sistema Único de Saúde (SUS), fitoterápicos segundo a legislação vigente, a Farmacopeia Brasileira estabeleceu o Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira, 1ª edição, que dará suporte às práticas de manipulação e dispensação de fitoterápicos nos Programas de Fitoterapia no SUS. As formulações relacionadas no Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira, 1ª edição são reconhecidas como farmacopeias, podendo ser manipuladas de modo a estabelecer um estoque mínimo em farmácias de manipulação e farmácias vivas.

Essas formulações foram selecionadas a partir do seminário realizado com os programas de fitoterapia ativos, representando as diversas regiões do país, que foram convidados e apresentaram os produtos e as formas farmacêuticas utilizadas. Das formulações apresentadas de espécies vegetais e formas farmacêuticas comuns nos serviços de fitoterapia, fez-se uma seleção dando preferência para as constantes da relação de espécies vegetais de interesse do SUS (RENISUS).

A tabela 2 apresenta um compilado das informações registradas no Formulário, contendo notas sobre a forma correta de preparo e as indicações e restrições de uso de cada espécie, sendo os requisitos de qualidade definidos nas normas específicas para farmácia de manipulação e farmácias vivas.

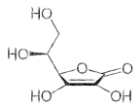
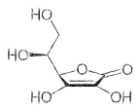


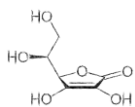
Tabela 2 | Forma de uso, indicações e restrições de uso de cada espécie relacionada no Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira.

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA(S) DE USO	INDICAÇÕES
<i>Achillea millefolium</i> L.	Mil-folhas	Preparações extemporâneas, tintura	Aperiente, antispéptico, anti-inflamatório e antiespasmódico
<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	Macela, marcela e marcela-do-campo	Preparações extemporâneas	Antispéptico, antiespasmódico e anti-inflamatório
<i>Aloe vera</i> (L.) Burman	Babosa	Gel, pomada	Uso externo: cicatrizante
<i>Allium sativum</i> L.	Alho	Tintura	Coadjuvante no tratamento de hiperlipidemia, hipertensão arterial leve, dos sintomas de gripes e resfriados e auxiliar na prevenção da aterosclerose
<i>Alpinia zerumbet</i> (Pers.) B. L. Burtt & Smith	Colônia	Tintura	Diurético e anti-hipertensivo nos casos de hipertensão arterial leve
<i>Arctium lappa</i> L.	Bardana	Preparações extemporâneas	Antispéptico, diurético e anti-inflamatório.
<i>Arnica montana</i> L.	Arnica	Preparações extemporâneas, gel, pomada	Uso externo: anti-inflamatório em contusões e distensões, nos casos de equimoses e hematomas
<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	Carqueja e carqueja-amarga	Preparações extemporâneas	Antispéptico
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	Jucá e pau-ferro	Gel	Uso externo: cicatrizante e antisséptico
<i>Calendula officinalis</i> L.	Calêndula	Preparações extemporâneas, tintura, gel, creme	Uso interno: anti-inflamatório em afecções da cavidade oral, cicatrizante Uso externo: antisséptico, anti-inflamatório e cicatrizante, auxiliar no tratamento da acne e inflamações em geral
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Guaçatonga, erva-de-bugre e erva-de-lagarto	Preparações extemporâneas	Antispéptico
<i>Cinnamomum verum</i> J. Presl	Canela e canela-do-ceilão	Preparações extemporâneas	Aperiente, antispéptico, antiflatulento e antiespasmódico
<i>Citrus aurantium</i> L. 27	Laranja-amarga	Preparações extemporâneas	Ansiolítico e sedativo leve
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Copaíba	Pomada	Uso externo: anti-inflamatório, antisséptico e cicatrizante
<i>Copaifera multijuga</i> (Hayne) Kuntze,	Copaíba	Pomada	Uso externo: anti-inflamatório, antisséptico e cicatrizante
<i>Copaifera reticulata</i> Ducke	Copaíba	Pomada	Uso externo: anti-inflamatório, antisséptico e cicatrizante
<i>Copaifera paupera</i> (Herzog) Dwyer	Copaíba	Pomada	Uso externo: anti-inflamatório, antisséptico e cicatrizante
<i>Cordia verbenacea</i> DC.	Erva-baleeira	Preparações extemporâneas, pomada	Uso interno: anti-inflamatório Uso externo: anti-inflamatório em dores associadas a músculos e tendões
<i>Curcuma longa</i> L.	Curcuma, açafrão e	Preparações extemporâneas,	Antispéptico, colerético, colagogo, hipolipemiante, antiespasmódico,



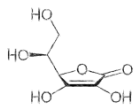
Capítulo 1 | Suplementos alimentares de origem vegetal, fitoquímicos e plantas medicinais

<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf	açafrão-da-terra Capim-santo, capim-limão, capim-cidrô, capim-cidreira e cidreira	tintura Preparações extemporâneas	anti-flatulento e anti-inflamatório Antiespasmódico, ansiolítico e sedativo leve
<i>Cynara scolymus</i> L.	Alcachofra	Preparações extemporâneas, tintura	Antidispéptico, antiflatulento, antiemético, diurético, antiaterosclerótico, coadjuvante no tratamento de hipercolesterolemia leve a moderada e da síndrome do intestino irritável.
<i>Echinodorus macrophyllus</i> (Kunth) Micheli	Chapéu-de-couro	Preparações extemporâneas	Diurético leve e anti-inflamatório
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Funcho	Tintura	Antiflatulento, antidispéptico e antiespasmódico
<i>Hamamelis virginiana</i> L.	Hamamelis	Preparações extemporâneas	Anti-hemorroidal
<i>Illicium verum</i> Hook F.	Anis-estrelado	Preparações extemporâneas	Expectorante e antiflatulento
<i>Justicia pectoralis</i> Jacq.	Chambá, chachambá e trevo-cumaru	Preparações extemporâneas	Expectorante
<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson	Erva-cidreira de arbusto e lípia	Preparações extemporâneas	Ansiolítico, sedativo leve, antiespasmódico e antidispéptico
<i>Lippia sidoides</i> Cham.	Alecrim-pimenta	Preparações extemporâneas, tintura, gel, sabonete	Uso interno: anti-inflamatório e antisséptico da cavidade oral Uso externo: afecções da pele e couro cabeludo (antimicrobiano e escabicida)
<i>Malva sylvestris</i> L.	Malva	Preparações extemporâneas	Uso interno: expectorante Uso externo: anti-inflamatório e antisséptico da cavidade oral
<i>Matricaria recutita</i> L.	Camomila	Preparações extemporâneas	Uso interno: antiespasmódico, ansiolítico e sedativo leve Uso externo: anti-inflamatório em afecções da cavidade oral
<i>Maytenus ilicifolia</i> (Schrad.) Planch.	Espinheira-santa	Preparações extemporâneas	Antidispéptico, antiácido e protetor da mucosa gástrica
<i>Melissa officinalis</i> L.	Melissa	Preparações extemporâneas	Antiespasmódico, ansiolítico e sedativo leve
<i>Mentha x piperita</i> L.	Hortelã-pimenta	Preparações extemporâneas, tintura	Antidispéptico, antiflatulento e antiespasmódico
<i>Mikania glomerata</i> Sprengel	Guaco	Preparações extemporâneas, tintura, xarope	Expectorante
<i>Mikania laevigata</i> Schultz Bip. ex Baker	Guaco	Preparações extemporâneas	Expectorante
<i>Momordica charantia</i> L.	Melão-de-são-caetano	Preparações extemporâneas	Uso externo: escabicida e pediculicida
<i>Passiflora alata</i> Curtis	Maracujá	Preparações extemporâneas	Ansiolítico e sedativo leve



Capítulo 1 | Suplementos alimentares de origem vegetal, fitoquímicos e plantas medicinais

<i>Passiflora edulis</i> Sims	Maracujá-azedo	Preparações extemporâneas, tintura	Ansiolítico e sedativo leve
<i>Passiflora incarnata</i> L.	Maracujá	Preparações extemporâneas	Ansiolítico e sedativo leve
<i>Paullinia cupana</i> Kunth	Guaraná	Preparações extemporâneas	Estimulante
<i>Peumus boldus</i> Molina	Boldo-do-chile	Preparações extemporâneas	Antidispéptico, colagogo e colerético
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Quebra-pedra	Preparações extemporâneas, tintura	Litolítico nos casos de litíase urinária
<i>Pimpinella anisum</i> L.	Anis e erva-doce	Preparações extemporâneas	Antidispéptico e antiespasmódico
<i>Plantago major</i> L.	Tanchagem, tansagem e tranchagem	Preparações extemporâneas, tintura	Anti-inflamatório e antisséptico da cavidade oral
<i>Plectranthus barbatus</i> Andrews	Boldo-africano, boldo-brasileiro e boldo-nacional	Preparações extemporâneas, tintura	Antidispéptico
<i>Polygala senega</i> L.	Polígala	Preparações extemporâneas	Expectorante
<i>Polygonum punctatum</i> Elliot	Erva-de-bicho e pimenteira-d'água	Preparações extemporâneas	Anti-hemorroidal
<i>Punica granatum</i> L.	Romã	Preparações extemporâneas, tintura	Anti-inflamatório e antisséptico da cavidade oral
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Alecrim	Preparações extemporâneas	Antidispéptico e anti-inflamatório
<i>Salix alba</i> L.	Salgueiro	Preparações extemporâneas	Anti-inflamatório e antitérmico em casos de gripe e resfriados
<i>Salvia officinalis</i> L.	Sálvia	Preparações extemporâneas	Uso interno: antidispéptico Uso externo: anti-inflamatório e antisséptico da cavidade oral
<i>Sambucus nigra</i> L.	Sabugueiro	Preparações extemporâneas	Diaforético
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Aroeira-da-praia	Preparações extemporâneas	Anti-inflamatório e cicatrizante ginecológico
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	Barbatimão	Creme	Cicatrizante
<i>Symphytum officinale</i> L.	Confrei	Pomada	Uso externo: Cicatrizante, equimoses, hematomas e contusões
<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg	Dente-de-leão	Preparações extemporâneas	Antidispéptico, aperiente e diurético
<i>Vernonia condensata</i> Baker	Boldo-baiano	Preparações extemporâneas	Antidispéptico
<i>Vernonia polyanthes</i> Less	Assa-peixe	Preparações extemporâneas	Expectorante
<i>Zingiber officinale</i> Roscoe	Gengibre	Preparações extemporâneas, tintura	Antiemético, antidispéptico, expectorante e nos casos de cinetose



REFERÊNCIAS

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Formulário de Fitoterápicos da Farmacopéia Brasileira. Brasília: Anvisa, 2011. 126p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares no SUS – PNPIC**. Brasília, 2006. 92 p.

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

LAPA, A.J.; SOUCCAR, C.; LIMA-LANDMAN, M.T.R.; GODINHO, R.O.; NOGUEIRA, T.C.M.L. **Farmacologia e toxicologia de produtos naturais**. In: SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. Farmacognosia: da planta ao medicamento. 5.ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/ UFRGS, p. 247-262. 2004.

MULLINS, R.J.; HEDDLE, R. Adverse reactions associates with Echinacea: The Australian experience. **Annals of Allergy, Asthma and Immunology**, v. 88, n.1, p.42-51. 2002.

PARIZA, M.W. **Substâncias Tóxicas**. In: Food Chemistry, New York, NY, 3.ed. p.825-840. 1996.

PINN, G. Adverse effects associated with herbal medicine. **Australian Family Physician**, v. 30, n. 11, p. 1070-1075. 2001.

SILVA, M.I.G.; GONDIM, A.P.S.; NUNES, I.F.S.; SOUSA, F.C.F. Utilização de fitoterápicos nas unidades básicas de atenção à saúde da família no município de Maracanaú (CE). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, n.4, p. 455-462, Out./Dez. 2006.

SILVEIRA, P. F.; BANDEIRA, M.A.M.; ARRAIS, P.S.D. Farmacovigilância e reações adversas às plantas medicinais e fitoterápicos: uma realidade. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v.18, n.4, p. 618-626, Out./Dez. 2008.

SINITOX (Sistema Nacional de Informações Tóxico- Farmacológicas). Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz. **Estatística anual de casos de intoxicação e envenenamento**. Disponível em: <www.sinitox.icict.fiocruz.br>. Acesso em: 29 jul.2013.

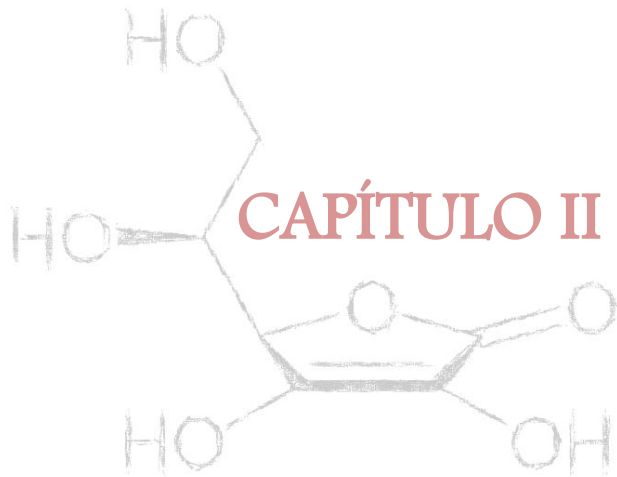
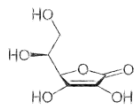
SPRINGFIELD, E.P.; EAGLES, P.K.F.; SCOTT, G. **Quality assessment of South African herbal medicines by means of HPLC fingerprinting**. Journal of Ethnopharmacology, v.101, n.1, p. 75-83. 2005.

VEIGA-JUNIOR, V.F. Estudo do consumo de plantas medicinais na Região Centro-Norte do Estado do Rio de Janeiro: aceitação pelos profissionais de saúde e modo de uso pela população. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n.2, p. 308-313. 2008.

VEIGA-JUNIOR, V.F.; MELLO, J.C.P. As monografias sobre plantas medicinais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.18, n.3, p.464-471. 2008.

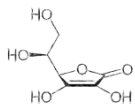
WHO. **Guidelines on good agricultural and collection practices (GACP) for Medicinal plants**. 2005.

WHO. **Guidelines on safety monitoring and pharmacovigilance of herbal medicines**. Geneva. 2003.



Bianca Uliana Picolo

Jéssica Regina da Costa Silva



Aditivos nutricionais: tecnologia do incremento de sódio, iodo e vitaminas

Aditivos nutricionais

Nos últimos anos, houve uma crescente mudança no hábito alimentar da população mundial, atraindo a atenção de muitos profissionais da área da saúde e científica e de órgãos reguladores, pois o aumento do consumo de alimentos processados contribuiu de forma efetiva para o empobrecimento da dieta, bem como o aparecimento de doenças. Com os avanços tecnológicos do setor, as indústrias alimentícias tendem a fabricar alimentos com maior tempo de vida útil, gerando insegurança quanto ao consumo dos aditivos alimentares.

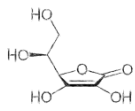
A avaliação dos aditivos nutricionais é baseada no controle da IDA (Ingestão Diária Aceitável), que foi desenvolvida pelo comitê *The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives – JECFA*. Segundo o JECFA, aditivos alimentares são substâncias que não são normalmente consumidas como alimentos e não funcionam como ingrediente para o alimento, podendo ter ou não um valor nutritivo. Além disso, são adicionados intencionalmente aos alimentos com um propósito tecnológico (incluindo organolépticos) nas fases de manufatura, processamento, preparação, tratamento, acondicionamento, embalagem e transporte, que pode resultar, direta ou indiretamente, na preservação de sua composição ou derivados, ou afetar as características do alimento.

Para ser autorizado o uso de qualquer aditivo em alimentos, estes devem passar por análises para a averiguação de toxicidade, levando em consideração os efeitos acumulativos, sinérgicos e de proteção, decorrente de seu uso. Além disso, os aditivos devem ser mantidos em observação e reavaliados quanto aos critérios mencionados sempre que necessário.

Aditivos são substâncias adicionadas aos alimentos para preservar e/ou melhorar sabor e aparência. Com o advento de alimentos processados na segunda metade do século 20, muito mais aditivos têm sido empregados, sendo esses de origem artificial ou natural, diretos ou indiretos. Os aditivos diretos são adicionados intencionalmente aos alimentos para uma determinada finalidade, enquanto os aditivos indiretos são adicionados ao alimento durante o processamento, embalagem e armazenamento.

Quando o alimento necessita ser armazenado por um período prolongado, o uso de aditivos e

No Brasil, o órgão responsável pela fiscalização do controle da qualidade dos alimentos, a ANVISA, formulou a Portaria nº 540 - SVS/MS, de 27 de outubro de 1997, que considera como aditivo alimentar “todo e qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos sem propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento”



Capítulo 2 | Aditivos nutricionais: tecnologia do incremento de sódio, iodo e vitaminas

conservantes é essencial, a fim de manter a qualidade, viabilidade e sabor. O excesso de água nos alimentos pode provocar o crescimento de bactérias, fungos e leveduras, e, por isso, o uso de aditivos e conservantes evita estragá-los devido ao crescimento desses microorganismos. Além disso, o uso desses recursos nos alimentos ajuda a manter a qualidade e consistência, a palatabilidade, salubridade, melhoria no valor nutricional e controle do pH adequado do alimento.

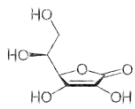
Os aditivos são essenciais para o armazenamento de alimentos, porém podem ser a causa de alguns problemas de saúde, como alergias, hiperatividade e Transtorno de Déficit de Atenção em pessoas sensíveis à produtos químicos específicos, além de poder ser a causa de asma, febre do feno e certas reações como erupções cutâneas, vômitos, dores de cabeça, peito apertado, urticária e piora do eczema. Os efeitos prejudiciais dos aditivos podem ser imediatos ou em longo prazo, quando em exposição constante. Dentre os principais efeitos imediatos estão dores de cabeça, alterações no nível de energia, concentração mental, comportamento ou resposta imune. Os efeitos a longo prazo podem incluir incremento no risco de câncer, doenças cardiovasculares e outras doenças degenerativas. Apesar dos riscos, ainda acredita-se que o uso de aditivos em concentrações regulamentadas é seguro em termos de desenvolvimento neuronal.

Com o uso crescente de alimentos processados desde o século XIX, houve significativo aumento na utilização de aditivos alimentares de diferentes níveis de segurança. Isto conduziu a legislação de muitos países regulamentarem a utilização dos aditivos. Por exemplo, o ácido bórico foi amplamente utilizado como um conservante de alimentos dos anos de 1870 a 1920, mas após a Primeira Guerra Mundial foi proibido devido à sua toxicidade, como ficou demonstrado em estudos com animais e humanos. Esse é um exemplo de caso que favoreceu a desconfiança da população em relação ao uso de aditivos. A princípio, apenas os aditivos tradicionalmente conhecidos poderiam ser utilizados a fim de garantir a segurança da população.

Para regular os aditivos em alimentos e informar os consumidores, é atribuído a cada aditivo um número único, de acordo com o sistema adotado pela Comissão do *Codex Alimentarius*, para identificar internacionalmente todos os aditivos, independentes de serem ou não aprovados para uso.

A utilização de aditivos tem como justificativas razões tecnológicas, nutricionais ou sensoriais. Segundo a Portaria nº 540 - SVS/MS, de 27 de outubro de 1997, a necessidade tecnológica do uso de um aditivo se justifica sempre que propiciar benfeitorias de caráter tecnológico e não quando estas puderem ser atingidas por adequação das operações de fabricação, por maiores cuidados de higiene ou operação.

O uso de aditivos tem como restrição ser limitado à alimentos e condições específicas, e deve ser utilizado o menor nível para que se alcance o efeito desejado. Para sua utilização, é necessário seguir o valor de ingestão diária aceitável (IDA) recomendado e atender às exigências de pureza previamente estabelecidas pela *FAO-OMS* ou pelo *Food Chemical Codex*.



Em contrapartida, é proibida a utilização de aditivos alimentares quando: (i) influenciarem negativamente o valor nutritivo do alimento, (ii) tiverem por finalidade encobrir erros durante as fases do processamento, técnicas de manipulação ou alteração/adulteração da matéria prima ou do produto já elaborado e (iii) instigarem o consumidor ao erro.

Classificação e registro dos aditivos alimentares

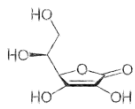
Segundo os órgãos que regulamentam o uso de aditivos alimentares, estes podem ter as funções listadas no quadro 1.

Quadro 1 | Aditivos alimentares e principais funções

AGENTE DE MASSA - o qual proporciona o aumento de volume e/ou da massa dos alimentos, mas não contribui para o valor energético;
ANTIESPUMANTE - substância a qual previne ou reduz a formação de espuma;
ANTIUMECTANTE - substância capaz de reduzir as características higroscópicas dos alimentos e diminuir a tendência de adesão, umas às outras, das partículas individuais;
ANTIOXIDANTE - substância que retarda o aparecimento de alteração oxidativa no alimento;
CORANTE - substância que confere, intensifica ou restaura a cor de um alimento;
CONSERVADOR - substância que impede ou retarda a alteração dos alimentos provocada por microrganismos ou enzimas;
EDULCORANTE - substância diferente dos açúcares que confere sabor doce ao alimento;
ESPESSANTE - substância que aumenta a viscosidade de um alimento;
GELEIFICANTE - substância que confere textura através da formação de um gel;
ESTABILIZANTE - substância que torna possível a manutenção de uma dispersão uniforme de duas ou mais substâncias imiscíveis em um alimento;
AROMATIZANTE - substância ou mistura de substâncias com propriedades aromáticas e/ou sápidas, capazes de conferir ou reforçar o aroma e/ou sabor dos alimentos;
UMECTANTE - substância 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;
REGULADOR DE ACIDEZ - substância que altera ou controla a acidez ou alcalinidade dos alimentos;
ACIDULANTE - substância que aumenta a acidez ou confere um sabor ácido aos alimentos;
EMULSIONANTE/EMULSIFICANTE - substância que torna possível a formação ou manutenção de uma mistura uniforme de duas ou mais fases imiscíveis no alimento;
MELHORADOR DE FARINHA - substância que, agregada à farinha, melhora sua qualidade tecnológica para os fins a que se destina;
realçador de sabor - substância que ressalta ou realça o sabor/aroma de um alimento;
FERMENTO QUÍMICO - substância ou mistura de substâncias que liberam gás e, desta maneira, aumentam o volume da massa;
GLACEANTE - substância que, quando aplicada na superfície externa de um alimento, confere uma aparência brilhante ou um revestimento protetor;
AGENTE DE FIRMEZA - substância que torna ou mantém os tecidos de frutas ou hortaliças firmes ou crocantes, ou interage com agentes geleificantes para produzir ou fortalecer um gel;
SEQUESTRANTE - substância que forma complexos químicos com íons metálicos;
ESTABILIZANTE DE COR - substância que estabiliza, mantém ou intensifica a cor de um alimento;
ESPUMANTE - substância que possibilita a formação ou a manutenção de uma dispersão uniforme de uma fase gasosa em um alimento líquido ou sólido.

Fonte: Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997

Segundo o §3, parágrafo 5 da lei nº 986 de 21 de outubro de 1969, os aditivos intencionais são obrigados a serem registrados no órgão competente do Ministério da



Capítulo 2 | Aditivos nutricionais: tecnologia do incremento de sódio, iodo e vitaminas

Saúde. Adicionalmente, o §6 desta mesma lei, afirma que podem ser dispensados de registro “os aditivos intencionais e os coadjuvantes da tecnologia de fabricação de alimentos dispensados por Resolução da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos”.

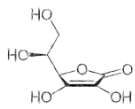
Consta na resolução - RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002, que os aditivos alimentares devem ser declarados como parte dos ingredientes do alimento, devendo constar sua função principal, nome completo e o número INS (Sistema Internacional de Numeração, *Codex Alimentarius FAO/OMS*). É importante salientar que os aditivos devem ser declarados depois da lista de ingredientes, podendo ser agrupados de acordo com a função que exercem. Para os casos dos aromas/aromatizantes declara-se somente a função e, optativamente sua classificação, conforme estabelecido em Regulamentos Técnicos sobre Aromas/Aromatizantes. Para análise dos aditivos, existe a Resolução CNNPA 21/75, a qual adota técnicas analíticas recomendadas por órgãos como a Farmacopéia Brasileira, Food Chemicals Codex, *Food and Drug Administration*, Comitê Misto *FAO/OMS* de Peritos em Aditivos para Alimentos (*JECFA*).

A Portaria nº 1.003, de 11 de dezembro de 1998, faz uso de uma lista de alimentos, os quais devem passar por uma avaliação sobre o emprego de aditivos, sendo eles os listados no quadro 2, a seguir:

Quadro 2 | Categorias de aditivos em relação aos grupos de alimentos

CATEGORIA	ALIMENTOS
1	Leite
2	Óleos comestíveis
3	Óleos comestíveis
4	Frutas e Hortaliças
5	Balas, confeitos, bombons, chocolates e similares
6	Cereais e produtos de ou a base de cereais
7	Produtos de panificação e biscoitos
8	Carnes e produtos cárneos
9	Pescados e produtos da pesca
10	Ovos e derivados
11	Açúcares e mel
12	Caldos, sopas e produtos culinários
13	Molhos e condimentos
14	Produtos proteicos e leveduras
15	Alimentos para fins especiais
16	Bebidas
17	Café, chá, erva-mate e outras ervas similares
18	Snacks (petiscos)
19	Sobremesas e pós para sobremesa
20	Alimentos enriquecidos ou fortificados
21	Suplementos nutricionais
22	Preparados para adicionar ao leite
23	Outros

FONTE: Portaria nº 1.003, de 11 de dezembro de 1998, ANVISA



Aditivos alimentares frequentemente utilizados

São apresentados e discutidos, a seguir, os aditivos alimentares mais frequentemente utilizados, a saber: sódio, iodo e vitaminas.

SÓDIO

O sódio foi descoberto por Sir Humpfrey Davy, na Inglaterra, no ano de 1807, a partir da eletrólise da soda cáustica. A denominação vem da palavra *soda*, mas também é possível que o nome esteja relacionado com um remédio da época denominado, *sodanum*, utilizado para reduzir dores de cabeça.

O sódio tem grande importância para o funcionamento do organismo, agindo principalmente como cátion do fluido extracelular. Desse modo, auxilia na manutenção do potencial elétrico da membrana celular, participando ativamente de um complexo protéico denominado bomba de sódio, além de também regular o equilíbrio hídrico do organismo. Devido tais importâncias, o cloreto de sódio é o composto com sódio mais utilizado na alimentação e um dos mais abundante na Terra.

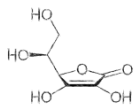
O cloreto de sódio é utilizado na conservação de alimentos no Egito há cerca de 5 mil anos, além de ser utilizado como forma de pagamento por serviços laborais; fato que deu origem à palavra salário.

Uma hipótese interessante de como o homem identificou os poços salgados por cloreto de sódio foi a partir da observação dos bovinos que se alimentam da solução salina. Com o passar dos tempos, o sal foi amplamente utilizado como condimento e até mesmo na indústria têxtil como fixador de alguns corantes.

No Brasil, a exploração do cloreto de sódio teve início em meados de 1801, possivelmente na região do Nordeste, conhecida pelo solo pouco fértil devido alta concentração de sais. Apesar dos registros datarem o século XIX, acredita-se que os indígenas já utilizavam esse sal, que era obtido de plantas (sementes) e da água do mar.

A obtenção do sal (cloreto de sódio) é realizada principalmente pelo processo de evaporação sob a luz solar, que consiste basicamente na ação do vento e do calor, que contribuem para evaporar a água do mar, deixando apenas o sal, posteriormente processado. Geralmente este processo tem rendimento aproximando dos 100%. Outro método conhecido consiste na mineração do sal que ficou retido sob rochas litorâneas, geralmente disposto em camadas, que pode ser extraído por perfuração e, posteriormente, ser processado.

Tradicionalmente, o sódio é utilizado para desidratar ou amolecer alguns alimentos, dar textura, controlar processos de fermentação, acentuar o sabor, bem como conservá-los, devido à diminuição da atividade de água.



Capítulo 2 | Aditivos nutricionais: tecnologia do incremento de sódio, iodo e vitaminas

Segundo a ANVISA, o cloreto de sódio, cuja finalidade é voltada ao consumo humano, é aquele que está sob forma de cristais brancos, uniformes, inodoros e tem em sua composição iodo. No entanto, ao contrário do que se pode pensar, o sódio compõe praticamente todos os alimentos, principalmente os industrializados, e não apenas os caseiros que são acrescidos de uma pitada de sal.

Cerca de 6 g de sal de cozinha representam em média 2,4 g de sódio. De maneira semelhante, outras substâncias podem apresentar o sódio como, por exemplo: caseinato de sódio, responsável por acentuar o sabor no alimento e o bissulfito de sódio, utilizado na conservação de vinhos, com exceção dos orgânicos.

Segundo a OMS (Organização Mundial da Saúde), o consumo máximo recomendado de sódio por dia/pessoa é de cerca de 1,70g - o que equivale a aproximadamente 5,0g de sal de cozinha. Contudo, acredita-se que a população consuma o dobro do que é recomendado.

Um estudo realizado referente aos anos de 2002 e 2003 confirmou que o consumo de sódio no Brasil excede a recomendação máxima, independente da região ou classe social.

Os produtos industrializados enlatados possuem cerca de vinte vezes mais cloreto de sódio que o produto natural, apesar de já serem conhecidos processos de substituição desse conservante, a fim de diminuir os danos à saúde relacionados ao alto consumo de sódio.

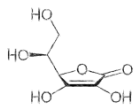
A seguir, é apresentada o quadro 3, que estima o teor de sódio em alguns alimentos.

Tabela 1 | Quantidade de sódio em alguns alimentos.

ALIMENTO (peso bruto em gramas)	QUANTIDADE DE SÓDIO
Azeitonas verdes (30g)	925mg
Picles (30g)	440mg
Palmito (50g)	281mg
Biscoito salgado (30g)	475mg
Bacon (3 fatias grelhadas)	300mg
Batata frita (30g)	135mg
Salame (50g)	575mg
Presunto magro (50g)	700mg

Fonte: Informe técnico N. 50/2012

É pertinente ressaltar que o excesso da ingestão de sal pode induzir complicações nos rins, devido ao aumento das funções renais para filtração e eliminação do sal. Adicionalmente, o alto consumo de sódio está diretamente relacionado com o aumento da pressão arterial, decorrente das alterações que o sódio ocasiona sobre o equilíbrio osmótico dos tecidos, culminando em maior retenção de água no organismo.



iodo

O iodo é um oligoelemento vital para o organismo. Provindendo exclusivamente da alimentação, é o principal componente da tiroxina (T4) e triiodotironina (T3), sendo esses hormônios essenciais no crescimento físico e neurológico e na manutenção do metabolismo de base, além de serem importantes para o funcionamento de órgãos vitais como o coração, fígado, rins, dentre outros. O iodo tem uma variedade de formas químicas, sendo as mais importantes o iodeto, iodato e iodo elementar.

Os principais alimentos com conteúdo de iodo são peixes marinhos e mariscos. Em outros alimentos, o teor de iodo varia da origem e da concentração adicionada. Vegetais cujo cultivo ocorre em solos pobres em iodo, consequentemente, são deficientes nesse mineral.

A principal fonte de iodo é o sal iodado, o qual garante o consumo mínimo de iodo pela população, e não contém nenhum efeito indesejável, caso não seja consumido em excesso. A iodação do sal é a forma mais efetiva de melhorar a nutrição em iodo. Leite e ovos também são fontes de iodo, desde que sejam de animais que tenham pastado em solos ricos no mineral ou que foram alimentados com rações fortificadas. A tabela 2 apresenta o conteúdo de iodo em alguns alimentos.

Tabela 2 | Conteúdo de iodo nos alimentos (µg/Kg)

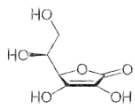
ALIMENTOS	MÉDIA
Carne	50
Cereais/grãos	47
Frutas	18
Legumes	30
Leite	47
Ovos	93
Vegetais	29
Peixe de água doce	30
Peixe de água salgada	832

FONTE: Milhoransa (2009).

O consumo do iodo é importante, pois estimula o crescimento e desenvolvimento normal do organismo e do cérebro, mantém as funções do organismo, promovem a melhoria do sistema imunológico, além de aumentar a capacidade física e mental do indivíduo. Segundo a Organização Mundial da Saúde, UNICEF e ICCIDD, a recomendação de ingestão diária de iodo é de 90 µg para crianças menores de 6 anos, 120 µg para crianças de 6 a 12 anos, 150 µg para adolescentes e adultos e 250 µg para gestantes.

Como o iodo é um importante componente dos hormônios da tireoide, o consumo abaixo do recomendado está relacionado à problemas como o hipotireoidismo.

Populações que vivem em áreas com baixa disponibilidade em iodo são mais suscetíveis a problemas inerentes a sua deficiência. O cretinismo em crianças, surdo-mudez, anomalias congênitas e o bócio (hipertrofia da glândula tireoide) são as principais



Capítulo 2 | Aditivos nutricionais: tecnologia do incremento de sódio, iodo e vitaminas

consequências derivadas da falta de iodo no organismo. Além disso, a deficiência desse mineral em gestantes aumenta o risco de aborto, complicações na gravidez e infertilidade. Pode também afetar, de modo moderado ou não, no desenvolvimento cognitivo de um bebê, o qual não foi exposto aos hormônios da tireoide em quantidades suficientes durante o desenvolvimento embrionário e fetal.

Existem também problemas relacionados ao excesso no consumo de iodo, apesar de serem mais raros. Geralmente, um indivíduo tolera até 1 mg de iodo por dia, sem efeito negativo. Os danos causados pelo excesso desse mineral podem incluir hipertireoidismo ou hipotireoidismo, sendo o último relacionado com o bloqueio da capacidade da glândula em produzir hormônios. O consumo excessivo de iodo está relacionado com a alta incidência do aparecimento de doenças autoimunes da tireoide, como doença de Graves ou tireoidite de Hashimoto.

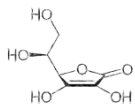
Para controlar o teor de iodo, muitos países regulamentam a utilização de 20-40 µg de iodo por grama de sal. Nessas condições, as campanhas para diminuir o consumo de sal, vêm acompanhadas de um aumento na concentração do iodo no sal, para garantir o fornecimento correto diário.

Desde a década de 1950, é obrigatória a iodação do sal no Brasil. Segundo a Lei nº 6.150, de dezembro de 1974, não é permitido expor, ou entregar ao consumo humano, sal que não possua em sua composição iodo na proporção de 10 miligramas de iodo por quilograma do produto, de maneira que estas proporções são estabelecidas pela Portaria do Ministério da Saúde, a qual segue a recomendação da Organização Mundial da Saúde.

Além disso, é necessário que o produto com adição de iodo, esteja devidamente identificado nas embalagens. A Resolução - RDC nº 130, de 26 de maio de 2003, da ANVISA, determina que seja próprio para o consumo humano o sal que tiver teor de 20 a 60 miligramas de iodo, por quilograma de produto. Entretanto, se faz necessário esclarecer que a industrialização de produtos que contenham sal não iodado, desde que haja comprovada interferência deste mineral no produto, pode ocorrer.

Essa obrigatoriedade da iodação do sal ocorre com o intuito de tentar prevenir distúrbios causados pela deficiência do iodo, e desde então vem sofrendo adequações para melhor atender à população. Em 1993, a OMS e a UNICEF recomendaram a iodação universal do sal como alternativa para combater os distúrbios por deficiência de iodo, pois o sal é de baixo custo e de fácil acesso à população global.

Existe no Brasil, o Programa de Combate aos Distúrbios por Deficiência de Iodo, intitulado de Pró-Iodo, resultado da parceria do Ministério da saúde com outros órgãos e entidades, com o intuito de combater problemas causados pela falta de iodo. Esse programa trabalha monitorando e atualizando os parâmetros de teor de iodo do sal para o consumo humano, bem como o impacto da iodação do sal na saúde da população, além de disseminar informações por meio da educação, comunicação e mobilização social.



MICRONUTRIENTES

Os micronutrientes são necessários em quantidades menores pelo organismo, porém são essenciais para o crescimento normal, resposta muscular, saúde do sistema nervoso, sistema digestivo, produção de hormônios e metabolismo. Os micronutrientes necessários pelo organismo são as vitaminas e os minerais.

As vitaminas agem muitas vezes como coenzimas e são fundamentais nas reações bioquímicas do organismo. Os minerais são importantes constituintes dos ossos, dentes, tecidos moles, músculos, sangue e células nervosas, atuando principalmente na regulação da atividade enzimática (atuando como cofatores), além de manterem o equilíbrio ácido-básico e a pressão osmótica, facilitando o transporte de compostos essenciais nas membranas.

Esses micronutrientes são fornecidos por frutas e vegetais frescos, grãos integrais, leguminosas, nozes, sementes e peixes.

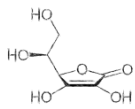
Para melhorar o valor nutricional dos alimentos, que podem ter seus nutrientes perdidos durante o processo de manufatura, as indústrias adicionam vitaminas, ferro, ácido ascórbico, cálcio, zinco, niacina, ácido fólico, dentre outros micronutrientes. A complementação de alimentos tem sido usada há muito tempo, e esse processo é um mecanismo eficaz de reduzir os riscos de deficiências de micronutrientes da população em geral.

Um dos aspectos negativos da complementação é o aumento do preço do alimento, o consumo massivo do micronutriente, e sua distribuição. Para realizar esse procedimento de fortificação, deve-se determinar a prevalência da deficiência dos micronutrientes e usar compostos com alta biodisponibilidade. A quantidade de micronutriente a ser adicionada deve seguir os valores determinados pela RDA (*Recommended Dietary Allowance*) para garantir que o consumidor não tenha efeitos adversos e que as características do produto sejam as mesmas.

Apesar de os alimentos fortificados serem eficazes na erradicação de muitas deficiências de vitaminas e minerais, esses não podem ser utilizados em todas as situações. A vantagem da fortificação está na reunião de vários requisitos, como por exemplo, um alimento pobre em nutrientes largamente consumidos por um determinado grupo pode ser utilizado como veículo para a adição de nutrientes. Os principais alimentos usados no processo de fortificação são os cereais e os lácteos, e os utilizados em menores proporções são o sal, açúcar e condimentos.

Segundo a Organização Mundial da Saúde, existem quatro tipos de fortificação. A “Fortificação em massa ou universal” consiste na adição de micronutrientes aos alimentos consumidos pela maioria da população. Esse tipo é recomendado para países cujos cidadãos constituem grupo com alto risco de desenvolvimento de anemia.

A “Fortificação em mercado aberto” é de grande interesse das indústrias, pois além de aumentar o valor nutricional do alimento, aumenta o valor agregado dos produtos gerando mais lucro.



A “Fortificação em alvo ou direcionada” tem a finalidade de fortificar alimentos específicos à grupos de alto risco.

A “Fortificação comunitária ou domiciliar”, que está sendo cada vez mais explorada em países em desenvolvimento, consiste basicamente em adicionar suplementos nutricionais às refeições.

O nutriente adicionado ao alimento não deve estar em concentração que implique no consumo excessivo ou insignificante. Além disso, ao adicionar o nutriente deve-se levar em consideração o risco de interações negativas com nutrientes ou outros compostos já presentes no alimento, e deve ser biodisponível e seguro para o consumo.

É permitida a utilização de minerais em sua forma elementar, sal ou composto de comprovada biodisponibilidade, como o cálcio, cobre, ferro, fósforo, iodo, zinco, selênio, molibdênio, cromo, flúor, manganês, magnésio, e outros minerais cujo uso venha a ser recomendado pelo *Codex Alimentarius*.

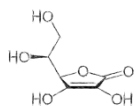
No que diz respeito às vitaminas, é permitida a utilização em suas formas e sais derivados de comprovada biodisponibilidade, como retinol (vitamina A), beta caroteno; vitamina D, tiamina, riboflavina, niacina, niacinamida ou ácido nicotínico, ácido pantotênico, piridoxina, cianocobalamina, vitamina K, folacina ou ácido fólico, biotina e tocoferóis.

Ainda segundo a Portaria nº 31 de 1998, sobre os alimentos enriquecidos ou fortificados, é permitido o enriquecimento ou fortificação desde que 100 mL ou 100 gramas do produto, pronto para o consumo, forneçam pelo menos 15% da Ingestão Diária Recomendada (Tabela 3) quando se trata de líquidos ou 30% da IDR no caso de sólidos.

É aprovada a fortificação dos alimentos quando houver justificativa de ordem nutricional adequada e reconhecida por um órgão superior, sendo os casos de “níveis baixos de ingestão dos nutrientes determinados por estudos epidemiológicos; quando o alimento selecionado atua como veículo do nutriente, sendo consumido significativamente pela população que apresenta ou é vulnerável à carência; comprovação que a adição é compatível com o déficit da população afetada”.

As rotulagens desses alimentos em questão não devem induzir o consumidor a erro ou engano quanto aos valores nutricionais, bem como não deve conter expressão de natureza terapêutica. Deve constar no painel principal do rótulo expressões indicando

Segundo a Portaria nº 31, de 13 de janeiro de 1998, disponível pela ANVISA, alimento fortificado ou enriquecido ou adicionado de nutrientes é “todo alimento ao qual for adicionado um ou mais nutrientes essenciais contidos naturalmente ou não no alimento, com o objetivo de reforçar o seu valor nutritivo e/ou prevenir ou corrigir deficiência(s) demonstrada(s) em um ou mais nutrientes, na alimentação da população ou em grupos específicos da mesma”.



que o alimento é enriquecido ou fortificado com os nutrientes utilizados. Segundo a Resolução - CNNPA nº 12, de 1978, não é permitido utilizar expressões como “excelente fonte de vitamina”, a não ser que o alimento forneça, quando preparado, no mínimo, os seguintes valores: vitamina A, 1.200 U.I.; vitamina B1, 0,45 mg; vitamina B2, 0,75 mg; vitamina C, 15,0 mg; niacina ou niacinamida, 4,5 mg; complexo B: deve conter uma quantidade que fornecerá, no mínimo, as seguintes quantidades de 3 das vitaminas: a) vitamina B1, 0,3 mg; b) vitamina B2, 0,3 mg; c) vitamina B6, 0,25 mg; d) niacina ou niacinamida, 1,5 mg; e) ácido pantotênico 0,5 mg.

Tabela 3 | Dose diária de vitaminas e minerais recomendada para adultos.

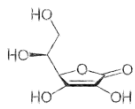
MICRONUTRIENTE	DOSE DIÁRIA RECOMENDADA PARA ADULTOS
Vitamina A	5000 UI
Vitamina D	400 UI
Vitamina B1	1,0 - 1,6 mg
Vitamina B2	1,5 - 1,8 mg
Vitamina B6	2 mg
Vitamina B12	2,0 - 3,0 mg
Vitamina C	70,0 - 75,0 mg
Nicotinamida	17,0 - 21,0 mg
Ácido Fólico	1,0 - 2,0 mg
Vitamina E5	5,0 mg
Ácido D-Pantotênico	3,0 - 5,0 mg
Cálcio	0,8 g
Cobre	0,6 mg
Ferro	10,0 – 15,0 mg
Fósforo	1,0 – 1,5 mg
Iodo	0,1 – 0,2 mg
Magnésio	0,35 mg

FONTE: Council for Responsible Nutrition

Os alimentos adicionados de nutrientes essenciais devem atender às Normas de Rotulagem Geral. A Rotulagem Nutricional é obrigatória para os alimentos que declaram propriedades nutricionais das vitaminas e minerais.

A Portaria nº 29, de 13 de janeiro de 1998, inclui suplementos vitamínicos e/ou de minerais, inclusos na categoria de Alimentos para Fins Especiais, ou seja, “alimentos convencionais de acordo com a legislação específica, seguida da finalidade a que se destina, exceto em relação aos adoçantes para dietas com restrição de sacarose, glicose e ou frutose”.

É importante salientar que as portarias relacionadas ao uso de vitaminas e minerais em alimentos são redigidas e aprovadas baseadas em recomendações por órgãos internacionais, como por exemplo, *Codex Alimentarius* e *FAO/WHO/ UNU Expert Consultation*.



VITAMINAS

O termo vitamina foi utilizado pela primeira vez em 1911. Vitaminas são micronutrientes que cumprem um importante papel ao metabolismo celular, bem como ao crescimento, e, além de favorecem reações bioquímicas que ocorrem no organismo, permitem a absorção dos alimentos. Geralmente, o organismo animal não é capaz de sintetizar as vitaminas, mas quando sintetizam, o faz em pequenas quantidades. Por isso a importância de adquiri-las pela dieta alimentar. Em poucas palavras, vitaminas são compostos orgânicos obtidos através da alimentação que são capazes de manter a vida e promover o crescimento.

Durante alguns períodos da vida, a necessidade desses nutrientes no organismo aumenta, como no período de crescimento, gestacional e lactação, condições de estresses, e determinadas doenças, principalmente as infecciosas. Na infância, as principais vitaminas, das quais os indivíduos sofrem carência são a tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina, ácido fólico, cianocobalamina e a biotina.

Industrialmente, as vitaminas eram obtidas por processos de extração e síntese, porém, têm sido desenvolvidas técnicas para a obtenção de vitaminas por meio de fermentação.

Na alimentação, é comum a ingestão de provitaminas, as quais são substâncias estruturalmente similares a uma vitamina específica, que são convertidas por reações metabólicas, como é o caso do beta-caroteno, precursor da vitamina A.

O nome vitamina vem da junção das palavras *vita* e *amina* e foi empregado devido à relação da estrutura química, que seria uma amina vital.

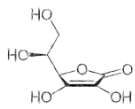
Apesar do termo utilizado se manter, ele já não é mais definido pela presença do grupo amina, mas de forma distinta. Desse modo, as vitaminas são substâncias orgânicas (micronutrientes) presentes em muitos alimentos em pequenas quantidades e indispensáveis ao funcionamento do organismo, na forma de co-fatores.

Atualmente, não só a presença ou não do grupo amina difere as vitaminas. Além disso, diferentes propriedades químicas e biológicas existem entre elas. Para melhor compreensão, elas podem ser classificadas em dois grupos, de acordo com a solubilidade, sendo eles: lipossolúveis e hidrossolúveis.

O primeiro grupo é representado por vitaminas que tem baixa afinidade a água ou compostos polares. Desta forma, elas permanecem principalmente no tecido adiposo, tornando possível seu armazenamento, devido sua eliminação, primordialmente renal, ser mais lenta. Os principais exemplos desta classe são as vitaminas A, D, E e K.

Já o grupo das vitaminas hidrossolúveis é composto pelas vitaminas do complexo B, vitamina C e o ácido fólico, que possuem maior afinidade com a água. Desta forma, as vitaminas hidrossolúveis são rapidamente eliminadas pelo organismo tendo sempre que serem ingeridas para reposição.

Segundo a Revista Eletrônica da UFSC, a maioria dos animais não consegue sintetizar suas próprias vitaminas, sendo indispensável uma alimentação rica e variada, visto que, mesmo que o corpo necessite de uma pequena quantidade das mesmas, a

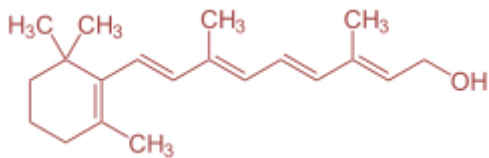


Capítulo 2 | Aditivos nutricionais: tecnologia do incremento de sódio, iodo e vitaminas

ausência de apenas uma delas pode desencadear sérios problemas de saúde. Devido este importante papel das vitaminas, elas são comumente acrescentadas aos alimentos industrializados e estão presentes nos alimentos orgânicos, variando a sua biodisponibilidade (quantidade disponível para digestão e uso do organismo), além do uso das novas tecnologias na biofortificação dos alimentos.

APLICAÇÕES DAS VITAMINAS

Vitamina A ou Retinol | Estrutura molecular do Retinol

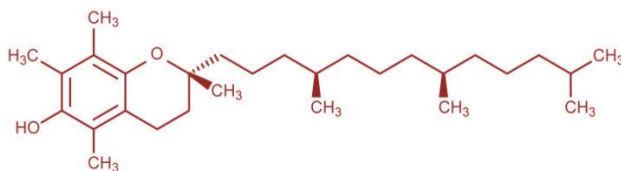


A vitamina A é representante da classe de vitaminas lipossolúveis. Ela foi a primeira vitamina descoberta, no ano de 1913, e sua principal função é o mecanismo da visão, manutenção da integridade dos epitélios e incremento da capacidade de proteção contra tumores devido ao aumento da resistência imunológica.

Tem como precursor o beta caroteno presente, principalmente, nos vegetais de tom alaranjado ou verde-escuro. Esta vitamina está presente no óleo de fígado de bacalhau, fígado, rins, leite, queijo e nata, enquanto nos alimentos de origem vegetal está presente na forma de precursores, sendo encontrada no pimentão, cenoura, manga, mamão, beterraba, tomate e espinafre.

Segundo a ANVISA, as doses diárias de retinol recomendadas para um adulto variam em torno de 5.000 U.I, sendo que doses inferiores a estas podem gerar alterações na derme, problemas bucais e casos graves cegueira. Por outro lado, o excesso desta vitamina ocasiona perda de cabelo, pele seca, unhas quebradiças e aborto.

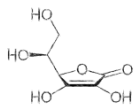
Vitamina E ou Tocoferol | Estrutura molecular do Tocoferol



O tocoferol é uma vitamina lipossolúvel cuja função é compor as membranas celulares. Também possui atividade antioxidante, além de ser importante para as células reprodutivas. Devido à capacidade da vitamina E ter ação antioxidante, ela age na proteção dos lipídeos de membrana. Por isso esta vitamina é acrescentada nas gorduras a fim de obter o mesmo resultado de proteção.

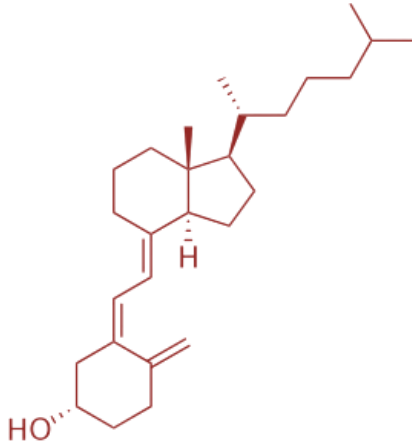
Ao ingeri-lá, a vitamina E é absorvida principalmente no intestino por ser uma vitamina lipossolúvel. A deficiência desta vitamina gera perda da coordenação, esterilidade carencial e pode levar, em casos muito graves de avitaminose, à incapacidade de andar. Contrariamente, quadros de hipervitaminose ocasionam o aumento da coagulação sanguínea. De acordo com a ANVISA, a ingestão diária de tocoferol para um adulto é de 5,0 mg.

As principais fontes de vitamina E são óleo de fígado de bacalhau, ovos, leite, germe de cereais, óleos vegetais, castanha, e folhas verde-escura.



Capítulo 2 | Aditivos nutricionais: tecnologia do incremento de sódio, iodo e vitaminas

Vitamina D ou Calciferol | Estrutura molecular do Calciferol

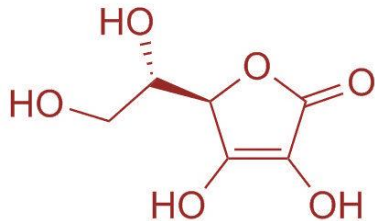


Também conhecida como calciferol, esta vitamina pode ser sintetizada no nosso organismo. O precursor 7-de-hidrocolesterol da vitamina D, obtido pela dieta alimentar, pode ser convertido pela luz do sol que, ao incidir na pele, forma a vitamina D. Uma das principais funções desta vitamina é a influência do equilíbrio de cálcio e fósforo, que resulta na melhor absorção intestinal do cálcio, bem como na retenção destes minerais nos ossos.

A dose diária indicada para um adulto, de acordo com a ANVISA, é de 400 U.I. Doses superiores podem gerar hipercalcemia (excesso de cálcio) que favorece o depósito de cálcio nos vasos sanguíneos promovendo a arteriosclerose. Já a deficiência desta vitamina ocasiona a diminuição de absorção de cálcio e fósforo que, conseqüentemente, pode levar ao raquitismo.

As principais fontes desta vitamina são o cacau, gema de ovo, manteiga e peixes.

Vitamina C ou Ácido ascórbico | Estrutura molecular do Ácido ascórbico

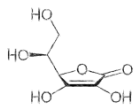


A vitamina C ou ácido ascórbico é um antioxidante que contribui para a manutenção do colágeno, previne o envelhecimento, auxilia na absorção do cobre e ferro, além de ser responsável pela integridade das membranas intracelulares e auxiliar na cicatrização.

É uma molécula bastante instável e sensível ao calor. A deficiência desta vitamina pode ocasionar o escorbuto, que leva a perda dos dentes, dores e sangramento na gengiva. É importante ressaltar que dificilmente uma vitamina hidrossolúvel terá excesso, pois elas não são armazenadas como as lipossolúveis. Portanto, seu excesso é excretado facilmente na urina.

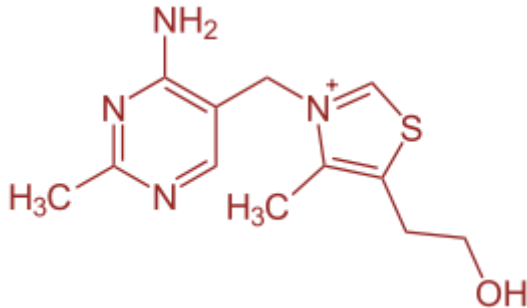
Complexo B

As vitaminas do complexo B são as mais importantes para a saúde do sistema nervoso, visto que têm importante papel no metabolismo dos carboidratos, gorduras e proteínas, além de serem essenciais na manutenção do tono muscular do trato gastrointestinal e do coração. Por serem hidrossolúveis, não são armazenadas no corpo e devem ser fornecidas pela dieta alimentar. Bactérias do trato intestinal também produzem vitaminas do complexo B, mas em quantidades muito pequenas, que são insuficientes para o organismo.



Capítulo 2 | Aditivos nutricionais: tecnologia do incremento de sódio, iodo e vitaminas

Vitamina B1 ou Tiamina | Estrutura molecular da Tiamina

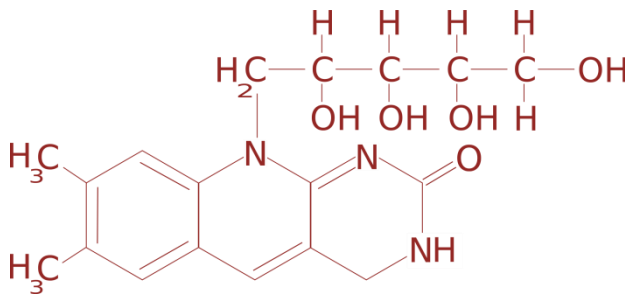


A tiamina é responsável pela eficiência mental, saúde e pela sensação de bem-estar. Ela favorece o crescimento e o metabolismo dos tecidos, causando aumento do apetite, pois faz parte de uma enzima essencial para a degradação da glicose e produção de energia, e estabelece o equilíbrio nervoso, muscular e cardíaco.

A deficiência dessa vitamina pode causar apatia, falta de apetite, náuseas, irritabilidade, fadiga e, nos casos mais graves, o beribéri.

As principais fontes de tiamina são cereais integrais, leguminosas, carnes e hortaliças de folhas verdes.

Vitamina B2 ou Riboflavina | Estrutura molecular da Riboflavina

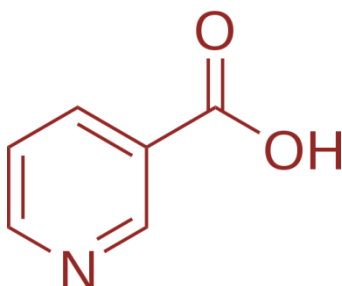


Essa vitamina é importante por proteger a pele, os olhos, favorecer as células nervosas, o crescimento e metabolismo dos tecidos, produzindo energia por meio da cadeia respiratória.

A deficiência dessa vitamina pode causar glossite, vermelhidão na língua, estomatite angular, dermatite e fotofobia. Geralmente os sintomas são tidos quando há combinação com deficiência de outras vitaminas hidrossolúveis.

As fontes de riboflavina são alimentos como leite, queijo, carnes, ovos, hortaliças, folhas verdes e cereais integrais.

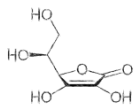
Vitamina B3 ou Niacina | Estrutura molecular da Niacina



Tem participação no metabolismo energético de origem dos carboidratos, proteínas e gorduras. Tem influência na formação de colágeno e na pigmentação da pele, bem como na formação de substâncias como adrenalina, associada à atividade cerebral.

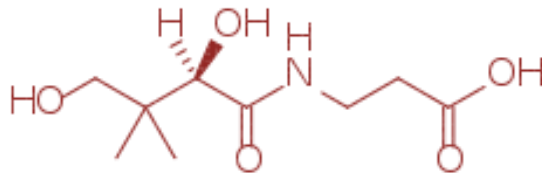
Quando há deficiência dessa vitamina, o indivíduo tem sintomas de fraqueza muscular, perda de apetite, indigestão, erupções cutâneas e, em casos mais graves, há o surgimento da pelagra. Quando em excesso no organismo, pode haver rubor intenso, ardor, lesões no fígado, gota, úlcera e intolerância à glicose.

As principais fontes de niacina são fígado, leguminosas, cereais integrais e carnes de forma geral.



Capítulo 2 | Aditivos nutricionais: tecnologia do incremento de sódio, iodo e vitaminas

Vitamina B5 ou Ácido Pantotênico | Estrutura molecular do Ácido Pantotênico

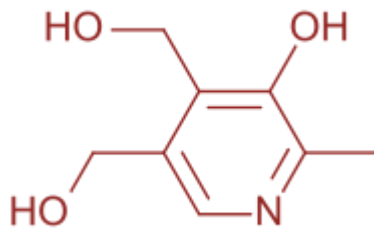


É um dos constituintes da coenzima A, tendo um importante papel na manutenção e no reparo de todas as células e tecidos, e nas funções das glândulas supra-renais, as quais são importantes na resposta ao estresse.

Está diretamente relacionado à produção de energia por fazer parte da geração de neurotransmissores da classe das acetilcolinas. Além disso, está envolvido na síntese do colesterol e de hormônios. Cerca de 50% do ácido pantotênico é perdido durante a moagem de grãos. Sua deficiência é rara, assim como estudos que mostrem casos de hipervitaminose.

Fontes de B5 são gema de ovo, levedura, brócolis, leite, batata doce e fígado.

Vitamina B6 ou Piridoxina | Estrutura molecular da Piridoxina

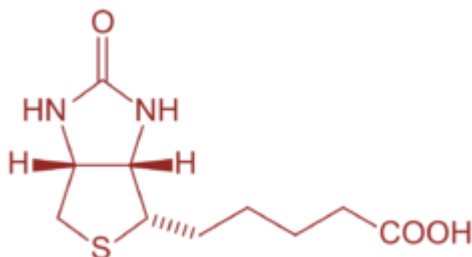


É uma importante vitamina que está envolvida no processo de produção de serotonina, dopamina e melatonina, além de ajudar mulheres com sintomas de tensão pré-menstrual. Os contraceptivos orais podem causar uma deficiência de piridoxina. É um importante auxiliar do metabolismo do triptofano. No processamento dos alimentos, há uma perda significativa da vitamina B6 e, por isso, é necessário que seja reposta por meio de enriquecimento.

Em pessoas cujas doses diárias excedem 300 mg ao dia, pode haver neuropatia sensorial. Sua deficiência é rara, porém quando existente, causa anemia hipocrômica e perda da capacidade de converter o triptofano em ácido nicotínico.

Os principais alimentos fonte de B6 são presunto, peixe, nozes, amendoim, avelã, cereais integrais, feijão, couve-flor e bananas.

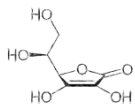
Vitamina B8 ou Biotina | Estrutura molecular da Biotina



A biotina atua como coenzima no metabolismo de gorduras, carboidratos e proteínas. O uso prolongado de antibióticos e medicamentos anticonvulsivantes pode interferir na sua produção.

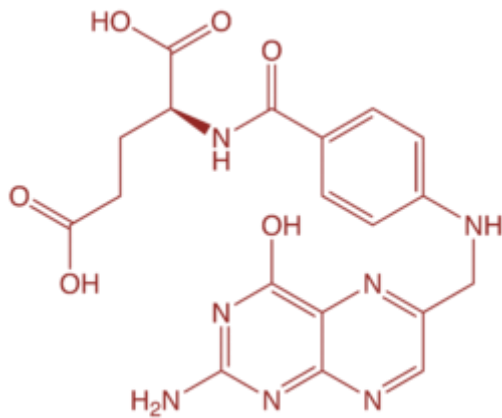
A presença da vitamina fortalece unhas e reduz o nível de glicose no sangue, prevenindo a neuropatia diabética. Sua deficiência inclui a fadiga, falta de apetite, dermatite, perda de cabelo, anemia, náuseas e depressão.

As principais fontes de B8 são carnes, gemas de ovos, leite, peixe, nozes, banana, melancia e morango.



Capítulo 2 | Aditivos nutricionais: tecnologia do incremento de sódio, iodo e vitaminas

Vitamina B9 ou Ácido Fólico | Estrutura molecular do Ácido Fólico

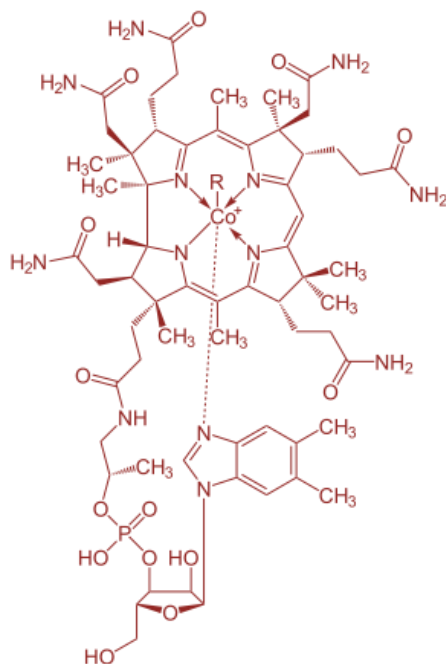


Sua principal função é como transportador de radicais formilo e de radicais monocarbonados. Esta vitamina é composta por 3 frações: ácido glutâmico, ácido para-aminobenzóico e um derivado da pteridina.

Para ter a forma ativa no organismo é necessário passar pela metabolização e sofrer uma redução enzimática. Esta vitamina é utilizada na fortificação de alimentos por ser uma das formas mais estáveis, sendo capaz de manter durante até dez horas sob a condição de 100°C, num pH entre 5 e 12. A deficiência desta vitamina ocasiona anemia na gravidez e lactação, podendo causar aborto e defeitos congênitos no feto.

As principais fontes de obtenção desta vitamina são trigo integral, batata, ervilha, cenoura, além das carnes, queijos, ovos e fígado.

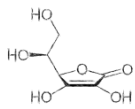
Vitamina B12 ou Cobalamina | Estrutura molecular da Cobalamina



Tem grande importância no organismo, pois participa como coenzima de 3 reações metabólicas, na mitocôndria e no citosol. Alguns microrganismos são capazes de sintetizá-la, sendo uma vitamina abundante nos alimentos. Apresenta uma das estruturas mais complexas.

A deficiência desta vitamina pode levar a anemia perniciosa.

Devido sua estabilidade, esta vitamina também é amplamente utilizada na fortificação dos alimentos e nas preparações farmacêuticas.



REFERÊNCIAS

ANVISA. **Informe técnico N. 50/2012 da Agência Nacional da Vigilância Sanitária**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/9155f6804d19a2fb9bb8ff4031a95fac/INFORME+T%C3%89CNICO+2012-+AGOSTO.pdf?MOD=AJPERES>> Acesso em 22 de outubro de 2013.

ARCANJO, F.P.N.; AMANCIO, O.M.S.; BRAGA, J.A.P. Fortificação alimentar com Ferro. **O Mundo da Saúde**, v. 33, p.279-285, 2009.

BEZERRA, D.B.; BRITO, L.P. **Avaliação dos Impactos ambientais produzidos pela Indústria salineira do Rio Grande do Norte**. In: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental: AIDIS. Saneamento ambiental: desafio para o século 21. Rio de Janeiro, ABES. p.1-47. 2001.

CHEMELLO, E. **A Química na Cozinha apresenta: O Sal**. Revista Eletrônica ZOOM, São Paulo, Ano 6, nº 3, 2005.

COUNCIL FOR RESPONSIBLE NUTRITION. Disponível em: <http://www.crnusa.org/about_recs.html> Acesso em 22 de outubro de 2013.

FANI, M. O Sal e seus substitutos. **Revista Aditivos e Ingredientes**, n. 75, 2011.

FONT, A.B. **Roche Consumer Health - Vitaminas: Revisão de conhecimentos básicos**. Cap. 4, 1993.

GAMBARDELLA, A.M D.; FRUTUOSO, M.F.P.; FRANCH, C. Prática Alimentar de Adolescentes. **Revista de Nutrição**, v. 12, p. 5-19, 1999.

GEISEL, E.; MACHADO, P.A.; GOMES, S.F. **LEI Nº 6.150, DE 3 DE DEZEMBRO DE 1974**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6150.htm>. Acesso em: 29 de outubro de 2012.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR THE CONTROL OF IODINE DEFICIENCY DISORDER. Disponível em: <<http://www.iccid.org/pages/iodine-deficiency.php>> Acesso em: 30 de outubro de 2012.

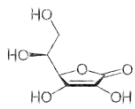
LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Principles of Biochemistry**, 2ªed, Worth Publishers: New York, 1995.

LOPES, M. S.; CASTRO, J. J.; MARCELINO, M; OLIVEIRA, M. J.; CARRILHO, F.; LIMBERT, E. Iodo e Tireóide: O que o Clínico deve saber. **Sociedade Portuguesa de Endocrinologia**. v. 25, p. 174-178, 2012.

LYNCH, S.R. The impact of iron fortification on nutritional Anaemia. **Best Practice & Research Clinical Haematology**, v. 18, p. 333-346, 2005.

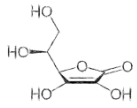
MARTINEZ, M.N, **Portaria n º 29, de 13 de janeiro de 1998**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/29_98.htm> Acesso em: 29 de outubro de 2012.

MARTINEZ, M.N. **Portaria nº 540 - SVS/MS, de 27 de outubro de 1997**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/540_97.htm> Acesso em: 29 de outubro de 2012.



Capítulo 2 | Aditivos nutricionais: tecnologia do incremento de sódio, iodo e vitaminas

- MILHORANSA, P. **Variabilidade de excreção urinária de iodo em indivíduos normais**. Dissertação (Ciências Médicas) – Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009. 55p.
- MIRA, M. Ferreira de – **Vitaminas**. 1ª Edição, Edições Cosmos: Lisboa, 1943.
- NETO, G. V.; **Portaria n.º 1.003, de 11 de dezembro de 1998**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/1003_98.htm> Acesso em: 29 de outubro de 2012.
- NETO, G. V.; **Portaria n.º 1.003, de 11 de dezembro de 1998**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/31_98.htm>. Acesso em: 29 de outubro de 2012.
- PAIXÃO, J.A.; STAMFORD, T.L.M. **Vitaminas lipossolúveis em alimentos – Uma abordagem analítica**. *Quimica Nova*, v. 27, p. 96-105, 2004.
- PANDEY, R. M.; UPADHYAY, S.K. **“Food Additive”**. Editado por EL-SAMRAGY, Y, 2012. 256p. Disponível em <<http://www.intechopen.com/books/food-additive/food-additive>> Acessado em 31 de outubro de 2012.
- POLITICA NACIONAL DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO. Disponível em: <http://nutricao.saude.gov.br/iodo_programa.php#apresentacao> Acesso em: 30 de outubro de 2012
- POLÔNIO, M. L. T.; PERES, F. Consumo de aditivos alimentares e efeitos à saúde: desafios para a saúde pública brasileira. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 25, p. 1653-1666, 2009.
- SALGUERIO, M.; ZUBILLAGA, M.; LYSIONEK, A.; CARO, R.; WEILL, R.; BOCCIO, J. Fortification Strategies to combat zinc and iron deficiency. **Revista de Nutrição**, v. 60, p. 52-58, 2002.
- SARNO, F.; CLARO, R.M; LEVY, R.B.; BANDONI, D.H.; FERREIRA, S.R.G.; MONTEIRO, C.A. Estimativa de consumo de sódio pela população brasileira (2002-2003). **Revista de Saúde Pública**. v. 43, p. 219-25, 2009.
- SCHVARTSMAN, S. Aditivos Alimentares. **Pediatria**, São Paulo. v. 2, p. 202-210, 1982.
- SICHERI, R.; COITINHO, D. C.; BRESSAN, J. B.; COUTINHO, W. F. Recomendações de alimentação e nutrição saudável para a população brasileira. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 44, p. 227-232, 2000.
- SILVA, D. D. V.; CARVALHO, W.; CARNILHA, L.; MANCILHA, I. M. Aditivos Alimentares Produzidos por via Fermentativa Parte 2: Aminoácidos e vitaminas. **Revista Analytica**, v. 19, p. 62-73, 2005.
- SILVA, D.C. **Desenvolvimento de método analítico para determinação das vitaminas hidrossolúveis em amostras de alimentos por eletroforese capilar explorando cromatografia eletrocinética micelar**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Química, 2010.
- VALSECHI, O.A. Aditivos – Transcrito do Material Didático fornecido pela Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de São Carlos, 2001. 15p.
- VITTI, P.M.D. **Iodine deficiency disorders**. Wolters Kluwer Health. 2012. Disponível em: <<http://www.uptodate.com/contents/iodine-deficiency-disorders#H147486289>> Acesso em 01 de novembro de 2012.

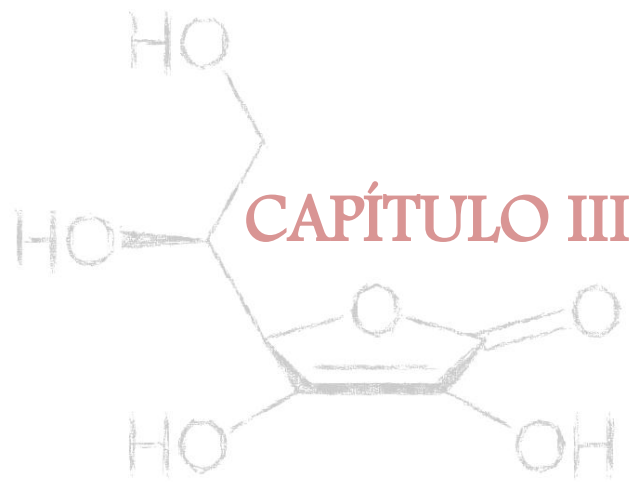
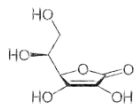


Capítulo 2 | Aditivos nutricionais: tecnologia do incremento de sódio, iodo e vitaminas

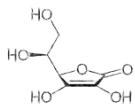
WHO, 2001. **Assessment of Iodine Deficiency Disorders and Monitoring their Elimination A guide for programme managers**. Disponível em:

<http://www.iodinenetwork.net/documents/iodine_deficiency.pdf> Acesso em 01 de novembro de 2012.

ZANCUL, M.S. Fortificação de Alimentos com Ferro e Vitamina A. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 37, p. 45-50, 2004.



Célio Dias Santos Júnior



Aditivos antimicrobiais aplicados à biotecnologia de alimentos

Aspectos gerais

Há uma grande discussão acerca dos aditivos antimicrobiais, pois estes atuam não só no controle microbiológico, mas têm papel na conservação de características do alimento. Além dos compostos mais antigos utilizados para esta função, como o sal e o sulfito, outras substâncias têm sido estudadas como conservantes de alimentos, porém sua segurança e toxicidade precisam ser avaliados antes da produção industrial.

Atualmente, poucos aditivos antimicrobiais têm sido aprovados pelos órgãos reguladores, e é uma tendência que poucos ainda sejam no futuro. Apesar dos riscos parecerem mínimos, eles existem. De fato, é necessária uma avaliação da relação de riscos e benefícios antes da decisão de se utilizar um determinado aditivo. Análises de grau de risco aceitável são frequentemente requeridas, e só podem ser feitas por grupos multidisciplinares, compostos por médicos, nutricionistas, químicos, biólogos, juristas, biotecnólogos e outros profissionais.

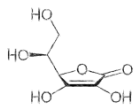
Desde a pré-história, o homem tem adicionado compostos químicos e realizado tratamentos sobre seu alimento, a fim de aumentar o período de estocagem, tais como salga de peixes e outras carnes, secagem de frutas, congelamento, fermentação e outros. Daí o uso generalizado de alguns aditivos como sal, nitritos e sulfitos. No entanto, em sua grande maioria, os aditivos antimicrobiais são de uso recente e pouco estudados quanto a efeitos crônicos.

O surgimento de aditivos com atividade específica contra microrganismos surgiu recentemente, a partir da modificação dos modos de produção e estocagem de alimentos mais consumidos e que possuem prazos muito grandes entre a produção e o consumo; e também, da necessidade expressa pelo consumidor, que deseja alimentos de aparência fresca, sabor agradável, com ausência de defeitos visuais de deterioração e de patógenos.

Definem-se como agentes antimicrobiais substâncias usadas para conservar os alimentos, evitando o crescimento de microrganismos e deterioração posterior, incluindo fungistáticos contra mofo e os inibidores da corda leveduriforme e bacteriana. O que diferencia os antimicrobiais dentro da classe dos aditivos preservativos é a ausência total ou parcial de características presentes nos outros aditivos desta classe, como atividade antioxidante (previne autooxidação de pigmentos, sabores, lipídeos e vitaminas), atividade antiescurecimento (previne escurecimento enzimático e não enzimático), atividade antiendurecimento (previne mudanças de textura).

O papel original de antimicrobiais nos alimentos é aumentar o tempo de prateleira de um alimento, preservando sua qualidade por meio da inibição de microrganismos deterioradores (MD), mas seu uso também tem sido realizado para inibir ou inativar microrganismos patogênicos nos alimentos. O controle de patógenos com aditivos antimicrobiais é restrito a poucos compostos, como nitritos para inibição de *Clostridium botulinum*, nisina e lisozima contra *Listeria monocytogenes*, ambos os casos aplicados na conservação de carnes e enlatados.

Os aditivos antimicrobiais atualmente liberados para utilização, segundo o *Codex Alimentarius* estão disponíveis na tabela 1. Esses compostos são classificados quanto à sua ocorrência em naturais ou tradicionais, sendo os primeiros derivados de plantas, animais e microrganismos. Ainda assim, poucos são aprovados para uso em alimentos, tais como a nisina, natamicina, lisozima, lactoferrina e outros.

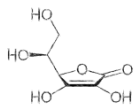


Capítulo 3 | Aditivos antimicrobianos aplicados à biotecnologia de alimentos

Tabela 1 | Aditivos antimicrobianos aprovados para o uso na União Europeia (código E), no Codex Alimentarius (código INS) com seus alvos microbianos e grupos de aditivos.

(CÓDIGO E/OU INS) NOME DO COMPOSTO	ALVO MICROBIANO	GRUPO
(200) Ácido sórbico, (201) Sorbato de sódio, (202) Sorbato de potássio, (203) Sorbato de cálcio	Leveduras, mofos e bactérias	Ácido sórbico e sorbatos
(210) Ácido benzóico, (211) Benzoato de sódio, (212) Benzoato de potássio, (213) Benzoato de cálcio	Leveduras e mofos	Ácido benzóico e benzoatos
(214) Etil p-hidroxibenzoato, (218) Metil p-hidroxibenzoato	Leveduras, mofos e bactérias (Gram ⁺)	Parabenos
(220) Dióxido de enxofre, (221) Sulfito de sódio, (222) Hidrogeno sulfito de sódio, (223) Metabissulfito de sódio, (224) Metabissulfito de potássio, (225) Sulfito de potássio, (227) Hidrogeno sulfito de cálcio, (228) Bissulfito de potássio	Leveduras e mofos	Sulfitos
(230) Difenil, (231) o-Fenilfenol, (232) o-Fenilfenol sódico	Leveduras, mofos e bactérias	Fenil e Fenilfenóis
(234) Nisina	<i>Clostridium botulinum</i> e outras bactérias	Peptídeos
(235) Natamicina ou Pimaricina	Mofos	Peptídeos
(236) Ácido fórmico	Leveduras, mofos e bactérias (Gram ⁺)	Ácido Fórmico
(239) Hexametileno tetramina, (385) Etilenodiaminotetracetato cálcico, (386) Etilenodiaminotetracetato dissódico	Leveduras e bactérias	Tetraminas
(242) Dimetil dicarbonato ou DMDC	Leveduras	DMDC
(243) Etil-éster alginato láurico	Leveduras e bactérias	Etil-éster alginato láurico
(249) Nitrito de potássio, (250) Nitrito de sódio, (251) Nitrato de sódio, (252) Nitrato de potássio	<i>Clostridium botulinum</i>	Nitritos e Nitratos
(260) Ácido acético glacial, (261) Acetatos de potássio, (262i) Acetato de sódio, (262ii) Diacetato de sódio, (263) Acetato de cálcio	Leveduras e bactérias	Ácido acético e acetatos
(280) Ácido propiônico, (281) Propionato de sódio, (282) Propionato de cálcio, (283) Propionato de potássio	Mofos	Ácido propiônico e propionatos
(290) Dióxido de carbono	Bactérias	Dióxido de carbono
(339iii) Fosfato trissódico	Leveduras	Fosfatos
(384) Citratos de isopropila	Bactérias	Citratos
(928) Peróxido de benzoíla	Bactérias	Peróxidos
(1105) Lisozima	<i>Clostridium botulinum</i> e outras bactérias	Enzima

Fonte: Codex General Standard for Food Additives - CGSFA



Capítulo 3 | Aditivos antimicrobiais aplicados à biotecnologia de alimentos

Para se escolher um antimicrobial específico para um alimento devem-se levar em conta diversos fatores, como o pH do alimento, sua forma de preparo e armazenagem e até mesmo a cinética de degradação do composto antimicrobial no alimento. Partindo disto, os antimicrobiais devem agir de modo sinérgico a esta abordagem, criando mais uma condição desfavorável ao estabelecimento microbiano e estabilizando as demais. Por isso, sempre se sugere a utilização de aditivos preservativos químicos em conjunto com outras técnicas de preservação, como variação de pH e baixa temperatura.

O espectro de cada antimicrobial também deve ser levado em conta na seleção, pois cada um tem maior eficácia contra determinados grupos microbianos e, caso estes grupos não estejam envolvidos na deterioração do alimento, muito dificilmente tal composto poderá ser útil na preservação dele.

O emprego de aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia é limitado por normas específicas, fundamentadas em critérios restritos, apoiados em regulamentações e sugestões mundialmente emitidas por comitês de especialistas. Os antimicrobiais são regulamentados, no Brasil, segundo normas da ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária – que considera referências internacionalmente reconhecidas, como o *Codex Alimentarius*, a União Européia e, de forma complementar, a U.S. Food and Drug Administration – FDA. Esse critério é estabelecido pela legislação brasileira – Portaria SVS/MS n. 540/1997 – e pelo MERCOSUL – GMC/RES. N° 52/98.

Segundo a Portaria SVS/MS nº 540/97, é necessário observar a restrição ao uso dos aditivos, que deve se limitar a alimentos específicos, sob condições especiais e com a menor quantidade necessária para alcançar o resultado desejado. A necessidade tecnológica do uso de um aditivo ainda deve ser justificada sempre que garantir vantagens tecnológicas, e não quando as Boas Práticas de Fabricação, por maiores precauções de ordem higiênica ou operacional, puderem alcançar mesmo efeito.

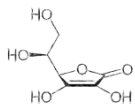
No entanto, apesar de toda a discussão acerca da sua segurança e liberação de acordo com a Resolução-RDC nº 27/2010, os aditivos alimentares e os coadjuvantes de tecnologia estão dispensados da obrigatoriedade de registro na ANVISA.

Assim, as empresas ficam responsáveis por apenas apresentar comunicado de início de fabricação junto ao órgão de vigilância sanitária, conforme disposto na Resolução nº 23/2000. No item 5.6.1 desta Resolução, há uma isenção para os aditivos alimentares inscritos na Farmacopéia Brasileira e aqueles utilizados de acordo com as Boas Práticas de Fabricação – BPF.

Assim, a “Norma Geral de Aditivos Alimentares do Codex” (GSFA, Codex STAN 192-1995), à qual o Brasil segue, estabelece as condições sob as quais um aditivo alimentar pode ser utilizado em todas as categorias de alimentos e se encontra em constante processo de elaboração pelo Comitê Codex em Aditivos Alimentares – CCFA.

A fiscalização destes aditivos nos alimentos ainda é modesta, e para que sejam mais bem controlados tanto na sua origem como no produto final, políticas mais sérias devem ser firmadas desde a base governamental até os órgãos de controle e fiscalização.

A determinação do espectro antimicrobiano do aditivo utilizado envolve uma avaliação completa do composto contra diversos tipos de microrganismos (leveduras, bolores e bactérias) e suas formas (vegetativa e esporulada). Poucos compostos podem inibir diversos tipos, espécies ou cepas de microrganismos diferentes. Como regra geral, tem-se que para realizar projeções, deve-se antes conhecer as condições sob as quais o espectro antimicrobiano foi determinado.



Capítulo 3 | Aditivos antimicrobiais aplicados à biotecnologia de alimentos

As características físico-químicas dos compostos determinam seu modo de ação e eficácia. Propriedades hidrofílicas são necessárias, para que o composto se difunda na fase aquosa, onde o crescimento microbiano ocorre; e propriedades lipofílicas são necessárias para que o composto possa atravessar ou reagir com a membrana celular. O ponto de ebulição também é muito importante, visto que alimentos que necessitem de aquecimento durante o preparo, não devem receber aditivos antimicrobiais voláteis, pois estes são perdidos por evaporação, além de alterar o sabor e odor do alimento.

Reações entre os antimicrobiais e lipídeos, proteínas, carboidratos, e outros aditivos alimentares podem reduzir o efeito do antimicrobiano, além de resultar em odores e sabores estranhos, como o odor de querosene advindo da degradação de ácido sórbico em 1,3 pentadieno por isolados pertencentes ao gênero *Penicillium* sp.

Devido à natureza anfifílica da maioria dos antimicrobiais, há uma perda muito grande deles graças à sua solubilização em lipídeos e proteínas hidrofóbicas do alimento, reduzindo sua concentração na fase aquosa e, por conseguinte, seu efeito contra populações microbianas deterioradoras.

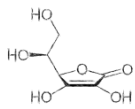
O pH do alimento ainda pode afetar aditivos antimicrobiais no âmbito que alguns ácidos como o láctico, propiônico e sórbico tem efeito apenas quando $\text{pH}_{\text{meio}} < \text{pK}_a$ do composto. Apesar da forma molecular destes ácidos fracos ter maior atividade antimicrobiana, foi demonstrado que a forma aniônica também pode contribuir para efeitos levemente antimicrobiais.

Um antimicrobiano não deve substituir as BPF – Boas Práticas de Fabricação – que concernem desde higiene à padronização de processos, e sempre deve-se visar a redução das cargas microbianas (Brasil, Portaria SVS/MS nº 540/97).

Além da preocupação alimentar e toxicológica, durante a fase de rotulagem, devem-se avaliar efeitos do texto no consumidor. Os consumidores estão preocupados com a presença de produtos químicos sintéticos em seus alimentos e preferem compostos naturais. Caso os agentes antimicrobiais naturais sejam altamente purificados, há a necessidade de registro como aditivos alimentares e testes de toxicidade de alta complexidade. Assim, os compostos têm de ser listados na etiqueta do alimento sob seus nomes químicos, o que obviamente inviabiliza o propósito do seu apelo como composto natural.

Durante o processo de preparo e manufatura do alimento, eventuais aditivos antimicrobiais adicionados podem perder sua atividade em função do tempo ou de alguma operação unitária, como aquecimento. Portanto, faz-se necessário que haja testes de avaliação da sua atividade com o tempo: antes, durante e após o preparo dos alimentos. A validação de um antimicrobiano deve atender a padrões de excelência determinados no Codex Alimentarius, e dentro da descrição de cada aditivo, feita pela JECFA - Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, há um método previamente testado e publicado para sua quantificação e teste de atividade.

Devido à grande variedade de aditivos antimicrobiais existentes, será abordado adiante pelo menos um exemplo de cada uma das principais classes, e ainda, algumas tendências na tecnologia de alimentos para esta área.

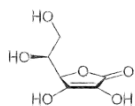


SULFITOS E DIÓXIDO DE ENXOFRE

Os sulfitos são compostos de enxofre contendo 3 átomos de oxigênio para cada átomo de enxofre, e pode estar distribuído sob diversos compostos, como sal (sulfito de sódio, de potássio e de cálcio) ou sob outras formas, tais como: metabissulfitos e tiosulfatos. Seus principais modos de ação nos alimentos incluem: ação preservativa - em virtude da manutenção de pH baixo (de 1.7 a 5.2), selecionando as leveduras e cepas bacterianas acidófilas, durante produção de alimentos e bebidas fermentadas, como o vinho; efeito estético no alimento de anti-escurecimento - em virtude de sua ação antioxidante. As recomendações internacionais quanto ao seu uso se encontram na tabela 2.

Tabela 2 | Utilização e doses máximas dos sulfitos em diferentes categorias alimentares.

CATEGORIA DE ALIMENTOS	NÍVEL MÁXIMO
Bebidas alcoólicas aromatizadas (por exemplo, cerveja, vinho e bebidas espirituosas refrescantes e pouco refrescantes alcoólicas)	250 mg/Kg
Cerveja e bebidas à base de malte	50 mg/Kg
Frutas cristalizadas	100 mg/Kg
Enlatado ou engarrafado (pasteurizado) ou retorta, vegetais (incluindo os cogumelos e fungos, raízes e tubérculos, leguminosas e legumes e <i>Aloe vera</i>) e algas	50 mg/Kg
Cidra e “Perry”	200 mg/Kg
Concentrados de sumos de fruta	50 mg/Kg
Concentrados para o néctar de fruta	50 mg/Kg
Concentrados de suco de vegetais	50 mg/Kg
Concentrados para o néctar de vegetais	50 mg/Kg
Equinodermos, crustáceos e moluscos cozidos	150 mg/Kg
Bebidas espirituosas destiladas contendo mais de 15% de álcool	200 mg/Kg
Frutas secas	1.000 mg/Kg
Legumes secos (incluindo os cogumelos e fungos, raízes e tubérculos, leguminosas e legumes e <i>Aloe vera</i>), algas e nozes e sementes	500 mg/Kg
Produtos fermentados de frutas	100 mg/Kg
Produtos de soja e fermentados de vegetais	500 mg/Kg
Misturas finas e produtos de panificação (doce e salgada)	50 mg/Kg
Farinhas	200 mg/Kg
Equinodermos, crustáceos e moluscos frescos	100 mg/Kg
Peixe congelado, filetes de peixe e produtos derivados de peixes, incluindo os equinodermes, crustáceos e moluscos	100 mg/Kg
Frutas congeladas	500 mg/Kg
Vegetais congelados (incluindo os cogumelos e fungos, raízes e tubérculos, leguminosas e legumes e <i>aloe vera</i>), algas e nozes e sementes	50 mg/Kg
Recheios para bolos de frutas	100 mg/Kg
Frutas em salmoura, óleo ou vinagre	100 mg/Kg
Suco de frutas	50 mg/Kg
Néctar de fruta	50 mg/Kg
Preparações de frutas, incluindo celulose, purês, coberturas de frutas e leite de coco	500 mg/Kg
Sobremesas à base de frutas, incluindo sobremesas à base de água com sabor de fruta	100 mg/Kg
Enlatados ou fermentados de peixes e produtos da pesca, incluindo moluscos, crustáceos e equinodermos	150 mg/Kg
Vinhos de uvas	350 mg/Kg
Ervas e especiarias	150 mg/Kg
Compotas, geleias, marmeladas	100 mg/Kg



Capítulo 3 | Aditivos antimicrobianos aplicados à biotecnologia de alimentos

Hidromel	200 mg/Kg
Mostardas	250 mg/Kg
Outros açúcares e xaropes (por exemplo, xilose, xarope de milho, coberturas de açúcar)	40 mg/Kg
Legumes frescos descascados, cortados ou desfiados, algas e nozes e sementes	50 mg/Kg
Plantação ou moinho de açúcar branco	70 mg/Kg
Pó de açúcar, dextrose em pó	15 mg/Kg
Pré-cozidos, massas e macarrão e produtos similares	20 mg/Kg
Molhos e produtos similares	300 mg/Kg
Temperos e condimentos	200 mg/Kg
Peixe defumado e/ou seco, fermentados ou salgados e produtos da pesca, incluindo moluscos, crustáceos e equinodermos	30 mg/Kg
Lanches com base em batata, cereais, farinha ou amido	50 mg/Kg
Açúcar branco suave, açúcar mascavo, xarope de glicose, xarope de glicose seco, cana-de-açúcar	20 mg/Kg
Amidos e féculas	50 mg/Kg
Soluções e xaropes de açúcar também (parcialmente) invertido, incluindo melado e melaço	70 mg/Kg
Superfície tratada de frutas frescas	30 mg/Kg
Polpas e preparações de vegetais, algas e sementes	300 mg/Kg
Purês de vegetais, algas, sementes (p. ex., manteiga de amendoim)	500 mg/Kg
Suco de vegetais	50 mg/Kg
Néctar de vegetais	50 mg/Kg
Vegetais e algas em molho de soja, óleo, salmoura ou vinagre	100 mg/Kg
Vinagres	100 mg/Kg
Bebidas à base de água com sabor, incluindo os tipos: "esporte", "energia", ou "eletrólito" e bebidas particuladas	70 mg/Kg
Açúcar branco, dextrose anidra, monohidrato de dextrose, frutose	15 mg/Kg
Vinhos (diferente de uva)	200 mg/Kg

Fonte: General Standard for Food Additives - CGSFA.

Os efeitos antimicrobianos dos sulfitos se estendem às bactérias e leveduras, sendo mais pronunciados em valores de pH inferiores a 3, em virtude da maior liberação de dióxido de enxofre molecular. Os alvos da inibição de microrganismos por sulfitos são: ruptura da membrana citoplasmática, inativação da replicação, transcrição e tradução do DNA, inativação de enzimas de membrana ou reações com componentes de vias metabólicas. Os danos podem ter origem na interação dos sulfitos com os grupos sulfidríla de proteínas estruturais e interações com cofatores, vitaminas, ácidos nucleicos e lipídios.

PARABENOS

Os parabenos, ou derivados hidroxibenzenos, constituem uma classe de substâncias frequentemente utilizadas nas indústrias cosmética, alimentícia e farmacêutica; sendo agentes bactericidas e fungicidas bastante eficazes. A toxicidade aguda dos parabenos foi determinada como de baixa ordem. O uso dos parabenos é mostrado na tabela 3.

Parabenos são estáveis ao ar e resistentes ao frio e calor, incluindo a esterilização a vapor. São comercializados sob forma de pó branco, sendo inodoros, com exceção de metil parabeno, que tem um fraco odor característico.

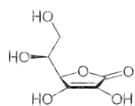


Tabela 3 | Utilização e doses máximas dos parabenos em diferentes categorias alimentares.

CATEGORIA DE ALIMENTOS	NÍVEL MÁXIMO
Frutas cristalizadas	1.000 mg/Kg
Análogos de queijo	500 mg/Kg
Goma de mascar	1.500 mg/Kg
Cidra e "Perry"	200 mg/Kg
Molhos doces, coberturas (não-fruta) e decorações (p. ex., para padaria fina)	300 mg/Kg
Frutas secas	800 mg/Kg
Invólucros comestíveis (p. ex., tripas)	36 mg/Kg
Produtos fermentados de frutas	800 mg/Kg
Misturas finas e produtos de panificação (doces e salgados)	300 mg/Kg
Recheios de frutas para bolos	800 mg/Kg
Preparações de frutas, incluindo celulose, purês, coberturas de frutas e leite de coco	800 mg/Kg
Imitação de chocolate, chocolate produtos substitutos	300 mg/Kg
Hidromel	200 mg/Kg
Mostardas	300 mg/Kg
Nozes processadas, incluindo castanhas revestidas e misturas (com por exemplo, frutas secas)	300 mg/Kg
Molhos e produtos similares	1.000 mg/Kg
Semiconservas de peixe e produtos da pesca, incluindo moluscos, crustáceos e equinodermos	1.000 mg/Kg
Lanches com base de batata, cereais, farinha ou amido (a partir de raízes e tubérculos, leguminosas e legumes)	300 mg/Kg
Polpas e preparações de vegetais, algas e de sementes (por exemplo, vegetais sobremesas e molhos, legumes cristalizadas)	1.000 mg/Kg
Purê de vegetais, algas e de sementes (p. ex., manteiga de amendoim)	1.000 mg/Kg
Vegetais e algas em molho de soja, óleo, salmoura ou vinagre	1.000 mg/Kg
Bebidas e particulados à base de água com sabor, incluindo as do tipo: "esporte", "energia", ou "eletrólito"	500 mg/Kg

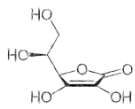
Fonte: General Standard for Food Additives - CGSFA.

Foi avaliada a atividade antimicrobiana dos parabenos contra uma ampla variedade de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas relacionadas com os alimentos. Os resultados demonstram que à medida que o comprimento da cadeia alquila dos parabenos aumenta, a atividade inibitória mínima dos compostos geralmente aumenta. Aumentar a atividade com a diminuição da polaridade é mais evidente contra gram-positivos do que contra bactérias Gram-negativas. Bactérias Gram-positivas são geralmente mais suscetíveis a compostos fenólicos não-polares do que bactérias Gram-negativas.

A eficácia antifúngica foi avaliada contra vários fungos relacionados à alimentação, revelando-se muito mais suscetíveis a parabenos e, como acontece com as bactérias, a inibição de fungos aumenta à medida que o comprimento de cadeia alquila aumenta.

ÁCIDOS ORGÂNICOS E SEUS DERIVADOS

Os ácidos como aditivos alimentícios funcionam em duas vias: como acidulantes e como conservantes. Os ácidos orgânicos constituem a classe de conservantes mais utilizada em alimentos, pois inibem o crescimento de bactérias e fungos. Com a redução do pH, a



concentração de ácidos não dissociados tende a aumentar, uma vez que os ácidos orgânicos são geralmente fracos (baixo pK_a).

A atividade antimicrobiana dependerá tanto da concentração de íons H^+ , quanto do efeito inibitório do ácido não dissociado.

Atribui-se a inibição da colonização microbiana por estes compostos por: rompimento de membranas, estresse associado ao pH intracelular e acúmulo de ânions tóxicos. A principal limitação do uso de ácidos orgânicos consiste no fato de serem efetivos apenas em baixos valores de pH. A maior aplicação dos ácidos orgânicos é como biostáticos e não biocidas.

ACETATOS E ÁCIDO ACÉTICO

O ácido acético é um ácido monocarboxílico com um odor e gosto pungentes, o que limita seu uso. É o principal componente do vinagre e, como tal, é usado principalmente para suas habilidades de condimento. É altamente solúvel em água, usado em condimentos como mostarda, ketchup, molhos de salada e maionese e é encontrado em produtos em conserva, como salsichas e pés de porco. Por causa do custo e efeito antimicrobiano, ele foi adicionado às fórmulas de amamentação para substituir o ácido láctico.

Bactérias do gênero *Acetobacter* e bactérias ácido-láticas heterofermentativas (heteroláticas) produzem ácido acético como subproduto metabólico e são mais tolerantes a ele que aquelas homofermentativas. Esses organismos são encontrados naturalmente associados com produtos fermentados como pickles, chucrute e vinagre.

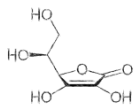
Microrganismos variam em sua susceptibilidade ao ácido acético, mas geralmente concentrações inferiores às necessárias para inibição de leveduras são suficientes para inibição de bactérias. Espécies de bactérias Gram-negativas são mais susceptíveis em pH 6.0, que bactérias lácticas, Gram-positivas, e leveduras e bolores. No entanto, com o pH reduzido para 4.0, todos os grupos são igualmente afetados.

Os efeitos antimicrobianos dos acetatos e ácido acético são atribuídos aos mecanismos dos ácidos fracos, onde a forma molecular do ácido penetra a parede e membrana celular. No citosol, há a dissociação da espécie, graças a um pH superior em relação ao do meio, e o consequente rompimento de membranas, devido ao estresse associado a alteração do pH intracelular e acúmulo de ânions tóxicos no interior das células.

As lesões celulares decorrentes da exposição ao ácido parecem não envolver danos a ribossomos ou ácidos nucleicos, mas para haver a recuperação são necessários aminoácidos ou peptonas. Produtos brutos já estão sendo submetidos à lavagens acéticas em algumas práticas de produção como meio de reduzir os altos níveis de microrganismos indesejados e agentes patogênicos de origem alimentar.

Alimentos de baixo pH tradicionalmente contêm um ou vários ácidos, adicionados ou produzidos durante a fermentação. Além disso, outros ingredientes podem interagir com ácido para influenciar o grau de ação inibitória dos microrganismos.

Em um estudo realizado em 1980, Quartey-Papafio descobriu que carne exposta a uma solução de ácido fórmico 1% e ácido acético 1%, expostos para até 20 minutos sofre redução de uma variedade de espécies bacterianas. Reduções nas contagens microbianas dependem da temperatura da água, tipo de produtos químicos, e taxa de aplicação e seqüência no processo.



Capítulo 3 | Aditivos antimicrobianos aplicados à biotecnologia de alimentos

Outros pesquisadores reduziram a população bacteriana na ordem de 99,6% de amostras de carne usando ácido acético 3%, antes de lavar, provando que o ácido acético foi um desinfetante superior em relação ao hipoclorito e tinha um efeito residual maior.

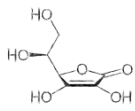
Outros estudos continuaram a explorar o uso de ácido acético em água a frio, mas mudanças no pH e concentração de ácido foram mais bem sucedidos. Os produtos agora estão sendo preservados por uma série de compostos antimicrobianos usando múltiplas barreiras como abordagem de preservação.

Outras formas de ácido acético têm usos antimicrobianos, como o ácido peracético, formado por um oxigênio ligado ao átomo de carbono do carboxila do ácido acético. Em contato com substratos orgânicos, ele decompõe para produzir oxigênio e ácido acético. Bactérias formadoras de esporos são mortas em superfícies em uma concentração de 0,0001 e 40% de umidade relativa, a 10 min. Os dados são escassos para a utilização de ácido paracético em produtos alimentares.

Os níveis máximos de ingestão não são bem definidos, pois níveis relativamente altos de acetatos e ácido acético são necessários para ocasionar problemas de saúde, sendo assim a CGSFA não determina esse parâmetro, apenas as categorias alimentares passíveis de utilização (Tabela 4).

Tabela 4 | Uso permitido dos acetatos em diferentes categorias alimentares

CATEGORIA DE ALIMENTOS
Bebidas à base de leite, aromatizadas e/ou fermentadas (p. ex.: leite com chocolate, cacau, gemada, iogurte, bebidas à base de soro de leite)
Leite condensado e análogos (simples)
Creme de leite (simples)
Análogos de creme
Leite em pó e creme em pó e pó análogos (simples)
Queijo não maturado
Queijo curado
Queijo processado
Análogos de queijo
Sobremesas à base de leite (p. ex.: pudim, fruta ou iogurte com sabor)
Produtos de soro, excluindo os queijos de soro e soro de leite líquido
Manteiga, produtos lácteos gordos em pasta e pastas misturadas
Emulsões de gorduras principalmente do tipo óleo em água, incluindo produtos à base de misturas e/ou aromatizados de emulsões de gorduras
Sobremesas à base de gordura exceto produtos de base de leite
Gelados, incluindo sorvete e sorbet
Frutas processadas
Legumes secos, algas e nozes e sementes
Vegetais e algas em molho de soja, óleo, salmoura ou vinagre
Enlatado ou engarrafado (pasteurizado) ou retorta
Purês e pastas de vegetais, algas e sementes (p. ex.: manteiga de amendoim)
Polpas e preparações de vegetais, algas e semente (p. ex.: molhos, legumes cristalizados)
Legumes cozidos ou fritos
Produtos de confeitaria
Cereais, incluindo aveia
Pré-cozidos, massas e macarrão e produtos similares
Sobremesas com base em cereais e amido (p. ex.: arroz doce, pudim de tapioca)
Produtos de arroz pré-cozido ou processados, incluindo bolos de arroz (somente tipo Oriental)



Capítulo 3 | Aditivos antimicrobiais aplicados à biotecnologia de alimentos

Produtos de soja
Produtos de panificação
Produtos em peças inteiras ou em cortes, aves e carnes processadas
Invólucros comestíveis (p. ex.: tripas)
Semiconservas de peixe e produtos da pesca, incluindo moluscos, crustáceos e equinodermos
Ovoprodutos secos e/ou coagulados pelo calor
Ovos, incluindo ovos alcalinos, salgados e enlatados conservados
Sobremesas à base de ovos (p. ex.: creme)
Adoçantes de mesa, incluindo os que contêm edulcorantes de alta intensidade
Temperos e condimentos
Vinagres
Mostardas
Sopas e caldos
Molhos e produtos similares
Saladas (salada de macarrão, salada de batata)
Levedura e produtos similares
Condimentos e temperos com base de soja
Produtos de proteína de soja
Alimentos dietéticos destinados a fins medicinais específicos
Fórmulas dietéticas para fins de emagrecimento e redução de peso
Alimentos dietéticos (p. ex.: alimentos complementares para uso dietético)
Suplementos alimentares
Bebidas à base de água e/ou particulados com sabores, incluindo as do tipo: "esporte", "energia", ou "eletrólito"
Bebidas cerveja e malte
Cidra e tipo "Perry"
Vinhos (diferente de uva)
Hidromel
Bebidas espirituosas destiladas contendo mais de 15% de álcool
Bebidas alcoólicas aromatizadas (p. ex.: cerveja, vinho e bebidas espirituosas de tipo de refrigerador)
Salgados congelados e prontos para comer
Alimentos compostos - alimentos que não podem ser colocados nas categorias acima

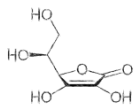
Fonte: Codex General Standard for Food Additives – CGSFA.

Os acetatos são os sais do ácido acético, e deveriam ter as mesmas propriedades antimicrobianas do ácido acético nos mesmos valores de pH. A forma de sal, no entanto, exige diferentes procedimentos de manuseio e uso. E é uma alternativa ao forte odor do ácido acético e sua ação fortemente corrosiva. Sendo assim, os acetatos possuem as mesmas características. No entanto, são utilizados como soluções para imersão de alimentos, aspersão sobre os alimentos ou na manufatura de embalagens.

PROPIONATOS E ÁCIDO PROPIONICO

O ácido propiônico é um ácido monocarboxílico com um odor desagradável, ligeiramente picante. Sais do ácido tem um ligeiro sabor de queijo. A forma de ácido é facilmente miscível com a água e o sal sódico é mais solúvel do que a forma de cálcio. Normalmente encontrado no queijo e como um metabólito no trato digestivo dos ruminantes.

O queijo suíço contém até 1% de ácido propiônico devido ao crescimento e metabolismo de *Propionibacterium* spp., que estão associados com sua fabricação e o sabor característico de



queijo suíço. Este aditivo, naturalmente formado, torna-se um conservante desenvolvido que limita o crescimento de fungos no queijo. Seu efeito antimicrobiano é limitado para a maioria dos fungos e bactérias.

O ácido propiônico e seus sais são usados principalmente como inibidores de bolores e “corda” leveduriforme no pão. O cozimento destrói a maioria dos bolores, mas a superfície é recontaminada durante a embalagem, e o crescimento pode ser visto sob o invólucro durante o armazenamento. Propionatos podem ser adicionados à massa de pão sem interferir com fermentação porque há pouco ou nenhum efeito sobre a levedura.

Como no caso dos acetatos, não há limites superiores prescritos para uso destes aditivos. As classes alimentares as quais se utiliza propionatos estão listadas na tabela 4. No caso de produtos que devem atender ao critério da identidade, a quantidade dos propionatos é “regulada”: limite de 0.32% usado em farinha e pão branco, 0.38% em produtos de trigo integrais e 0.3% nos queijos.

O ácido propiônico inibe bactérias formadoras de esporos, especialmente as bactérias de corda (*B. subtilis*), em pH 6.0. Com o pH diminuído para 5.0 ou 4.0, o ácido pode inibir leveduras e bolores, mas não na mesma eficiência que bactérias. Em uma concentração de 5 mM de ácido propiônico, as taxas de RNA, DNA, proteínas, lipídios e síntese de parede celular tornam-se diminuídas, levando a um ligeiro aumento da massa celular sem divisão e uma diminuição da viabilidade celular. Concentrações muito mais elevadas de ácido propiônico foram bacteriostáticas para *B. subtilis*, *Escherichia coli*, *S. aureus* e *Candida albicans*.

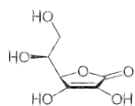
SORBATOS E ÁCIDO SÓRBICO

O ácido sórbico foi primeiramente isolado como de óleo de sorvas não amadurecidas (em inglês “sorb apple”) por von Hoffmann em 1859. Nos anos 70, muitas pesquisas foram realizadas sobre o potencial do ácido sórbico e seus sais como agentes antibotulinais em produtos cárneos, especialmente junto com reduzidos níveis de nitrito, o que diminui a formação de nitrosaminas, enquanto os efeitos dos sorbatos sobre a saúde foram reexaminados.

O uso extensivo de sorbatos (tabela 5) como conservantes baseia-se na sua capacidade de inibir ou retardar o crescimento de vários microrganismos, incluindo bactérias, fungos e leveduras. No entanto, há variação na inibição desses microrganismos por sorbatos, dependendo de diferenças nos tipos microbianos, espécies e cepas, propriedades do substrato e fatores ambientais. O mecanismo da atividade antimicrobiana dos sorbatos não está, até agora, totalmente definido.

Tabela 5 | Uso e dosagem máxima de sorbatos em diferentes categorias alimentares.

CATEGORIA DE ALIMENTOS	NÍVEL MÁXIMO
Branqueadores de bebidas	200 mg/Kg
Análogos de queijo	3.000 mg/Kg
Goma de mascar	1.500 mg/Kg
Concentrados de sumos de fruta	1.000 mg/Kg



Capítulo 3 | Aditivos antimicrobiais aplicados à biotecnologia de alimentos

Concentrados do néctar de fruta	1.000 mg/Kg
Cozido de peixe e produtos da pesca	2.000 mg/Kg
Fruta cozida	1.200 mg/Kg
Equinodermos, crustáceos e moluscos cozidos	2.000 mg/Kg
Alimentos dietéticos destinados a fins medicinais específicos	1.500 mg/Kg
Fórmulas dietéticas para fins de emagrecimento e redução de peso	1.500 mg/Kg
Ovoprodutos secos e/ou coagulados pelo calor	1.000 mg/Kg
Sobremesas à base de ovos (p. ex.: creme)	1.000 mg/Kg
Emulsões de gorduras principalmente do tipo óleo em água, incluindo misturas e/ou aromatização de produtos à base de emulsões de gorduras	1.000 mg/Kg
Sobremesas à base de gordura exceto produtos à base da gordura de leite	1.000 mg/Kg
Produtos fermentados de frutas	1.000 mg/Kg
Pasta de soja fermentada (p. ex.: misô)	1.000 mg/Kg
Molho de soja	1.000 mg/Kg
Produtos congelados de ovos	1.000 mg/Kg
Recheios para bolos de frutas	1.000 mg/Kg
Frutas em salmoura, óleo ou vinagre	1.000 mg/Kg
Suco de frutas	1.000 mg/Kg
Néctar de fruta	1.000 mg/Kg
Ervas, especiarias, temperos e condimentos (p. ex.: tempero de macarrão instantâneo)	1.000 mg/Kg
Imitação de chocolate, substitutos de chocolate	1.500 mg/Kg
Produtos de ovo líquido	5.000 mg/Kg
Outros molhos de soja	1.000 mg/Kg
Outros açúcares e xaropes (p. ex.: xilose, xarope de milho, coberturas de açúcar)	1.000 mg/Kg
Nozes processadas, incluindo nozes revestidas e misturas (p. ex.: frutas secas)	1.000 mg/Kg
Saladas (salada de macarrão, salada de batata)	1.500 mg/Kg
Lanches - com base em batata, cereais, farinha ou amido (a partir de raízes e tubérculos, leguminosas e legumes)	1.000 mg/Kg
Adoçantes de mesa, incluindo os que contêm edulcorantes de alta intensidade	1.000 mg/Kg
Queijo de soro de leite	1.000 mg/Kg
Queijo de proteína de soro de leite	3.000 mg/Kg

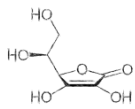
Fonte: Codex General Standard for Food Additives - CGSFA.

As principais formas de apresentação dos sorbatos incluem flocos ou agulhas incolores quando cristalizado, com odor acre e sabor ácido característicos. Sais comercialmente disponíveis incluem sorbatos de cálcio, sódio e potássio.

A solubilidade do ácido sórbico em água à temperatura ambiente é de 0.15 g/100 mL, mas aumenta com a temperatura, o pH da solução, ou ambos. A solubilidade do ácido sórbico é também maior em álcoois, especialmente etanol e em ácido acético glacial. Os sais podem encontrar aplicações mais frequentes em alimentos devido a sua maior solubilidade em água.

O ácido sórbico é ativo contra leveduras e bolores, bem como contra muitas bactérias. Concentrações eficazes de sorbatos na maioria dos alimentos estão na faixa de 0,02% a 0,30%. O uso de sorbatos para inibição de leveduras é especialmente importante em produtos de baixa atividade de água (A_w) com pH baixo e/ou intermediários, como: bebidas carbonatadas, molhos para salada, xaropes, produtos de tomate, geleias, doces e calda de chocolate. Sorbatos também inibem bolores em manteiga, salsichas, frutas e sucos, bolos, cereais, pão e peixes defumados. Pode ocorrer a estimulação da produção de micotoxinas nos alimentos, quando em baixos níveis de sorbato, o que depende da espécie e cepa dos fungos, da temperatura de armazenamento e de outros fatores.

Espécies bacterianas inibidas por sorbato dependem do pH e da concentração. Determinadas estirpes bacterianas não são inibidas por sorbato, e em alguns casos ainda podem metabolizar



o composto. Em geral, no entanto, sorbatos podem inibir cepas Gram-positivas e Gram-negativas, catalase-positivas e catalase-negativas, aeróbias e anaeróbias e microrganismos mesófilos e psicrófilos, bem como bactérias deterioradoras e patogênicas. A inibição de bactérias por sorbato parece causar uma extensão da fase de latência (fase “Lag”), com redução da taxa e da extensão de crescimento.

O sorbato é conhecido por inibir a atividade *in vitro* de muitas enzimas, especialmente enzimas sulfidrílicas, isto é, com alto conteúdo de sulfidrilas. A inibição de enzimas sulfidrílicas por sorbato é atribuída à ligação do composto com grupos tióis e a diminuição do número de sítios ativos da enzima. A inibição da álcool desidrogenase de levedura tem sido atribuída à formação de uma ligação covalente entre a sulfidril ou grupo ZnOH da enzima e o carbono α ou β do sorbato. Por sua vez, a inibição da catalase por sorbato foi atribuída à formação de peróxidos de sorbila através da auto-oxidação de ácido sórbico. Estes peróxidos então desativam a catalase. Há ainda indicações de que sorbato possa atuar competitivamente com o acetato nos sítios da formação de acetil coenzima A.

A absorção de nutrientes pode sofrer inibição, como resultado da neutralização da força motriz protônica necessária para a absorção do substrato, inibição do sistema de transporte de elétrons, a inibição da síntese ou depleção de ATP, inibição de enzimas de transporte e inibição de utilização de energia metabólica para os sistemas de transporte de aminoácidos.

Graus semelhantes de inibição por álcool sórbico e aldeído sórbico sugerem que o ácido sórbico não age como um conservante ácido fraco. Atividades específicas de inibição do metabolismo também parecem ser improváveis, porque a atividade inibitória é compartilhada por vários compostos de carbono de cadeia curta.

A correlação de resistência ao ácido sórbico com tolerância de etanol e o coeficiente de partição fortemente sugerem um papel inibitório para o ácido sórbico como um composto de ação na membrana.

Como o influxo de hidrogênio excede o efluxo bombeado, uma mudança na carga pode levar a uma diminuição da carga negativa intercelular. O que poderia descarregar o gradiente de pH necessário para a formação de ATP, de acordo com a teoria da fosforilação oxidativa quimiostática.

Assim, acredita-se que a ação inibitória do ácido sórbico é o resultado do consumo excessivo de energia celular que ocorre em resposta ao estresse da manutenção da homeostase do pH_{interno} , tal que a energia disponível para o crescimento e divisão celular é drasticamente reduzida.

Desse modo, os mecanismos envolvidos na inibição do metabolismo microbiano e proliferação por sorbatos e outros ácidos lipofílicos conservantes semelhantes parecem ser diferentes, dependendo do tipo de microrganismo, substratos e as condições ambientais.

BENZOATOS E ÁCIDO BENZÓICO

O ácido benzóico, fenilfórmico ou benzenocarboxílico ocorre quando em forma pura, de hábito acicular incolor ou branco, tendo solubilidade de 0.27g/ 100 mL de água a 18°C. Seus sais têm características similares, no entanto, são mais solúveis em água e por esta razão, são preferidos para uso em muitos casos. Na tabela 6 são mostrados os alimentos e concentrações máximas permitidas segundo o Codex Alimentarius.

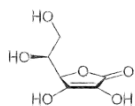
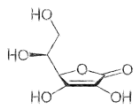


Tabela 6 | Utilização e doses máximas dos benzoatos em diferentes categorias alimentares.

CATEGORIA ALIMENTAR	NÍVEL MÁXIMO
Bebidas alcólicas aromatizadas	1.000 mg/Kg
Produtos de panificação	1.000 mg/Kg
Frutas cristalizadas	1.000 mg/Kg
Sobremesas baseadas em cereais ou amido	1.000 mg/Kg
Goma de mascar	1.500 mg/Kg
Cidra e “Perry”	1.000 mg/Kg
Coberturas e recheios de base de cacau	1.500 mg/Kg
Café, substitutos do café, chá, infusão de ervas	1.000 mg/Kg
Comidas compostas	1.000 mg/Kg
Sucos de fruta concentrados	1.000 mg/Kg
Néctar de frutas concentrado	1.000 mg/Kg
Néctar vegetal concentrado	600 mg/Kg
Frutas em compota	1.000 mg/Kg
Moluscos, crustáceos e equinodermas cozidos	2.000 mg/Kg
Ervas e vegetais cozidos ou fritos	1.000 mg/Kg
Carne curada (salgada) e seca sem pré-aquecimento	1.000 mg/Kg
Carne e produtos cárneos processados	1.000 mg/Kg
Sobremesas baseadas em laticínios	300 mg/Kg
Decorações e molhos doces	1.500 mg/Kg
Alimentos dietéticos	2.000 mg/Kg
Alimentos dietéticos por propósitos médicos especiais	1.500 mg/Kg
Frutas secas	800 mg/Kg
Sobremesas à base de ovo	1.000 mg/Kg
Emulsões de gordura do tipo óleo em água	1.000 mg/Kg
Produtos de fruta fermentados	1.000 mg/Kg
Vegetais fermentados	1.000 mg/Kg
Suplementos alimentares	2.000 mg/Kg
Frutas no vinagre, óleo ou salmoura	1.000 mg/Kg
Compotas, geleias e doces	1.000 mg/Kg
Produtos líquidos de ovo	5.000 mg/Kg
Hidromel	1.000 mg/Kg
Mostardas	1.000 mg/Kg
Outros açúcares e melaços	1.000 mg/Kg
Massas pré-cozidas	1.000 mg/Kg
Saladas	1.500 mg/Kg
Molhos e similares	1.000 mg/Kg
Condimentos	1.000 mg/Kg
Frutos do mar defumados, secos, salgados ou fermentados	200 mg/Kg
Snacks	1.000 mg/Kg
Sopas e caldos	500 mg/Kg
Polpas vegetais	3.000 mg/Kg
Purês e pastas vegetais (p. ex. manteiga de amendoim)	1.000 mg/Kg
Vegetais no vinagre, óleo, salmoura, ou molho de soja	2.000 mg/Kg
Vinagres	1.000 mg/Kg
Bebidas aquosas incluindo as do tipo: "esporte," "energético," ou "eletrólito" e bebidas particuladas	600 mg/Kg
Vinhos de outras frutas	1.000 mg/Kg

Fonte: General Standard for Food Additives - CGSFA.



Capítulo 3 | Aditivos antimicrobiais aplicados à biotecnologia de alimentos

O ácido benzóico ocorre naturalmente em vários alimentos e *commodities*, como no café, canela e vinhos. Iogurtes, geralmente contém níveis naturais de ácido benzóico relativamente altos. A sua presença parece ocorrer como um sub-produto da degradação microbiana de ácido hipúrico ou fenilalanina em produtos lácteos.

É a molécula não dissociada do ácido benzóico que é responsável por sua atividade antimicrobiana, sendo eficaz contra bactérias, fungos e leveduras em meios ácido e neutro, mas inativo em meio alcalino. Apenas a forma não dissociada é absorvida pelas células, sendo que aumentos na temperatura têm cinética semelhante à de Michaelis-Menten.

A ação primária de ácido benzóico consiste em causar depleção de ATP, inibindo a fermentação, o que reduz o pH intracelular. Estudos de modelagem para previsão dos efeitos inibitórios de ácidos orgânicos como conservantes sobre *Saccharomyces cerevisiae* demonstram que:

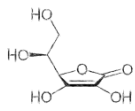
- A. *A inibição depende mais da concentração do conservante dentro das células que da concentração de ácido não dissociado no meio.*
- B. *Células microbianas podem bombear prótons para fora durante a fase “lag” prolongada, elevando assim o pH interno, mesmo com maior entrada de conservante.*
- C. *O consumo de ATP teoricamente gasto no bombeamento de prótons pode ser correlacionado com a redução do rendimento celular.*

NITRITOS E NITRATOS

Os nitritos e nitratos são sais que contém grupamentos NO_2 e NO_3 , respectivamente. Tais compostos geralmente se apresentam sob cor branca ou amarelada, altamente higroscópica chegando a formar até mesmo grânulos deliquescentes. Pode ser vendido sob forma de pó, massas fundidas ou até mesmo barras. Os nitritos apresentam atividade antimicrobiana e podem manter a cor avermelhada de carnes por longos períodos. Seu uso concerne queijos, frutos do mar, carnes e outros. Apenas 4 tipos de nitritos e nitratos são aceitos para uso alimentar, são eles: nitrito de potássio, nitrito de sódio, nitrato de potássio e nitrato de sódio.

Nos diversos organismos, os nitritos e nitratos tem a tendência a formar óxidos nítricos, que induzem estresse oxidativo tanto nas células humanas quanto nas de patógenos contaminantes do alimento. Em ambientes ácidos, como o estômago e até em alguns casos de armazenagem, como nas compotas de fermentação, os nitritos provenientes dos sais conservantes formam ácido nitroso, que se decompõe no cátion nitrosil, que por sua vez, reage com grupamentos amina das proteínas do alimento, produzindo nitrosaminas, que são compostos de alto potencial carcinogênico, fato que tem trazido à tona diversas discussões sobre seu uso ainda disseminado nos produtos cárneos.

O *Codex Alimentarius* não prevê uma quantidade máxima diária para estes compostos, nem recomenda seu uso nos alimentos. Em contrapartida, o FDA dos EUA diz que à medida que a participação de ingredientes não-cárneos e outros elementos para conservação é aumentada nos produtos à base de carne, o nível de adição de nitritos é diminuída, devendo ser listada a



Capítulo 3 | Aditivos antimicrobiais aplicados à biotecnologia de alimentos

quantidade real de nitrito que pode ser adicionado à formulação total dos produtos, sendo que o nível permitido de nitrito foi reduzido de 156 para 100 µg/g, como proposto pelo Painel de Peritos em Nitritos e Nitrosaminas. Isto reduz ainda mais o nível de nitrito na formulação do produto e, dependendo das circunstâncias, conduz a níveis mais baixos de nitrito residuais após o processamento.

Não há nenhuma informação publicada de que nitrito ou nitrato iniba o crescimento, ou tenha qualquer outro efeito sobre leveduras e bolores. A falta de informação sobre o efeito de nitritos e nitratos resulta de aceitação geral de que outros fatores, na maioria das vezes, determinem o potencial de leveduras e bolores na deterioração de carnes curadas. Esses fatores incluem a atividade de água; a disponibilidade de oxigênio; o efeito inibitório de eventuais defumações; temperatura de armazenamento e a utilização de outros conservantes (por exemplo, sorbato). Além disso, as leveduras e bolores são de pouca ou nenhuma importância em estudos de saúde pública.

Os óxidos nítricos são extremamente danosos às células humanas, gerando danos oxidativos à membrana e sistemas enzimáticos muitas vezes irreparáveis. A formação deles, em decorrência com o contato de nitritos e nitratos presentes em alimentos são comuns graças às sintases de óxido nítrico, presentes em diversos tecidos. Alguns dos efeitos mais importantes que o óxido nítrico exerce na parede vascular são potencialmente vasoprotetores, porque estes efeitos mantêm funções fisiológicas importantes, como a vasodilatação, anticoagulação, adesão de leucócitos, proliferação de músculo liso e capacidade antioxidante.

NISINA

A nisina é uma bacteriocina, descoberta em 1928 na Inglaterra, produzida por cepas de *Lactococcus lactis lactis*. Das 40 atualmente conhecidas, 35 são produtoras. Estruturalmente, possui 34 resíduos de aminoácidos, possuindo resíduos não usuais (dehidroalanina e dehidrobutirina). A molécula possui características anfipáticas, com 1 anel lantionínico e 2 β-metil lantionínicos, massa molecular de 3.5 kDa, pertencendo à classe I das bacteriocinas. A nisina pode formar polímeros monoméricos, com massas variando de 7.0 kDa a 14.0 kDa.

Diversos fatores podem alterar a taxa de produção de nisina, tais como cepa produtora, meio de cultivo, pH, temperatura, agitação e aeração, bem como a ação de nisinases e a adsorção natural de nisina às células produtoras, isto graças a seu sistema de controle de expressão gênica, o NICE – NIsin Controlled gene Expression.

A nisina é tolerante à variações bruscas de pH e temperatura, além de possuir um modo de ação característico. Durante a fermentação, em pH inferior a 6, mais de 80% da nisina é secretada para o meio, sendo que em condições opostas, a maioria da nisina produzida fica associada com as membranas celulares, de modo que sua liberação é dificultada.

A solubilidade e estabilidade aumentam com a redução do pH. Desse modo, no pH 2.0, a nisina pode ser autoclavada a 121°C por 15 min sem sua inativação. Algumas variantes da nisina já foram identificadas, conforme é mostrado na tabela 7.

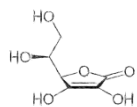
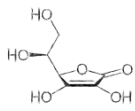


Tabela 7 | Quadro resumo das características da nisina.

Composição	Ala (8), Aba (4), Gly (3), Ile (3), Lys (3), His (2), Met (2), Ser (1), Val (1), Pro (1), Asn (1), Dha (2), Dhb (1)	Variantes	A – His, 27 (3.353 kDa); B, C, D, E - Decomposição da variante A, sem algumas pontes dissulfeto; Z – Asn, 27 (3.33 kDa); U (3.029 kDa), U2 (3.029 kDa) – Produzidas por <i>Streptococcus uberis</i>
Massa molecular	3.5 kDa	pl (ponto isoelétrico)	10.5
Polímeros	7.0 – 14.0 kDa	Mecanismo de atuação	Causa formação de poros na membrana citoplasmática, e atua graças a seu caráter catiônico na coagulação de células, e terciariamente na inibição da biossíntese de DNA, RNA, proteínas e polissacarídeos
Produtos aos quais é adicionada	Produtos cárneos, Peixes e derivados da pesca, Bebidas alcoólicas, Laticínios (principalmente queijos)	Resistente a	Tratamento térmico (pH 2.0, 121°C a 15 min), hiperbárico, ácido e a proteases, como: pronase e tripsina, é sensível à α -quimotripsina
Solubilidade e Termoestabilidade	pH dependente, aumenta em pH < 6.0 (máxima quando pH~2.0)	Produção pelo microrganismo	Ocorre na fase “Log” e para na fase estacionária, regulada pelo sistema gênico NICE
Gêneros inibidos	<i>Alicyclobacillus, Bacillus, Brochothrix, Clostridium, Desulfotomaculum, Enterococcus, Lactobacillus, Leuconostoc, Listeria, Micrococcus, Pediococcus, Sporolactobacillus, Staphylococcus</i>	Purificação	Focalização isoelétrica, seguida por extração orgânica / precipitação com sulfato de amônio; Cromatografia de imunoafinidade ou Cromatografia de troca iônica em leite expandido
Atividade reduzida na presença de	Metabissulfito de sódio, dióxido de titânio, cátions polivalentes como Ca^{2+} , Mg^{2+} , ou Gd^{3+}	Ensaio de atividade	A unidade (IU) é definida como a quantidade mínima de nisina requerida para inibir o crescimento de uma célula de <i>Streptococcus agalactiae</i> em 1mL de caldo (1 μ g/g de nisina pura é equivalente a 40 IU/g)



O espectro de atividade da nisina é amplo contra bactérias Gram⁺. Sob condições normais, não é capaz de inibir significativamente leveduras, fungos ou bactérias Gram⁻. Inibe os gêneros *Bacillus* e *Clostridium*, sendo ativa contra células de bactérias e seus esporos resistentes ao calor, permitindo seu uso em alimentos tratados termicamente ou pasteurizados.

A atividade da nisina contra esporos é predominantemente bacteriostática. No entanto, bactérias Gram⁻ são resistentes à nisina, graças à proteção que sua membrana externa aliada à parede celular conferem, impedindo-a de chegar ao seu alvo de ação.

Mecanismo de “escape” similar é utilizado pelas leveduras. Assim, é possível seu uso inclusive em alimentos fermentados por esses organismos. O efeito da nisina é concentração-dependente; o que significa que cargas microbianas iniciais maiores exigem níveis maiores de nisina para preservação adequada.

O efeito da nisina sobre as células vegetativas de bactérias ocorre sobre a membrana citoplasmática, onde forma poros que perturbam o equilíbrio de pH, originando extravazamento de íons e hidrólise de ATP, o que por fim, resulta na morte celular. Ela também é capaz de interferir na biossíntese de parede celular, mediado pela capacidade da nisina de se complexar a lipídios precursores do peptidoglicano.

Agentes quelantes podem confinar o magnésio e cálcio divalentes dos lipopolissacarídeos de bactérias Gram⁻ causando a desestabilização da membrana externa, permitindo a penetração de nisina até a membrana citoplasmática. A ação da nisina contra esporos é decorrente de sua ligação a grupos sulfidríla de resíduos de proteínas, sendo que quando sensibilizados previamente pelo calor, sua resistência a nisina se reduz.

Os alimentos passíveis de receber nisina, bem como a quantidade máxima permitida são resumidos na tabela 8.

Tabela 8 | Utilização e doses máximas de nisina em diferentes categorias alimentares.

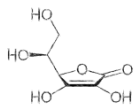
CATEGORIA DE ALIMENTOS	NÍVEL MÁXIMO
Sobremesas baseadas em cereais e amido (arroz doce, pudim de tapioca)	3 mg/Kg
Análogos de queijo	12 mg/Kg
Creme de leite (simples)	10 mg/Kg
Queijo curado	12 mg/Kg
Queijo de proteína de soro de leite	12 mg/Kg

Fonte: General Standard for Food Additives - CGSFA.

Concluindo, apesar das características extremamente favoráveis da nisina, seu uso é restrito graças a seu espectro de ação, que exclui bactérias Gram⁻. Deste modo, estudos têm sido realizados no sentido de eliminar tal desvantagem por meio de administração conjunta de outros antimicrobiais, além da incorporação do composto a embalagens e etapas de diferentes processos.

NATAMICINA

A natamicina, naticina ou pimaricina, é um antibiótico do grupo dos macrolídeos políenos, produzido pela fermentação aeróbica submersa de *Streptomyces natalensis* e espécies afins. A



Capítulo 3 | Aditivos antimicrobiais aplicados à biotecnologia de alimentos

fermentação é conduzida ao longo de vários dias e o antibiótico é extraído do meio condicionado ou por extração direta de micélio. Ele é usado como aditivo alimentar para controlar o crescimento de leveduras e bolores na superfície do queijo e outros produtos não-estéreis, como carnes e salsichas. O Codex Alimentarius prevê o uso de natamicina conforme indicado na tabela 9.

Tabela 9 | Utilização e doses máximas de natamicina em diferentes categorias alimentares.

CATEGORIA DE ALIMENTOS	NÍVEL MÁXIMO DE CONSUMO
Análogos de queijo	40 mg/Kg
Alimentos curados (incluindo salga) e secos não-tratados termicamente e processados como carnes, aves e produtos industrializados	20 mg/Kg
Peças inteiras ou em cortes, aves e carnes processadas curadas (incluindo salga) e secas não-termicamente	6 mg/Kg
Queijo processado	40 mg/Kg
Queijo curado	40 mg/Kg
Queijo fresco, não curado	40 mg/Kg
Queijo de proteína de soro de leite	40 mg/Kg

Fonte: General Standard for Food Additives - CGSFA.

A natamicina apresenta atividade contra leveduras e fungos, mas não contra as bactérias, o que a torna conveniente para uso em alimentos que passam por um período de maturação após o processamento. A baixa solubilidade em água e solventes orgânicos torna seu uso adequado ao tratamento da superfície dos alimentos, sendo atualmente utilizada topicamente em medicina veterinária para tratar infecções micóticas.

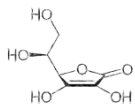
Os dados disponíveis sobre a toxicidade aguda de natamicina sugerem que ratos machos são mais sensíveis à natamicina administrada por via oral do que as fêmeas. Em coelhos, doses de natamicina de 500 mg/Kg provocaram diarreia e os animais que morreram tinham hemorragia na mucosa gástrica.

Informações limitadas sobre os efeitos microbiológicos da natamicina, incluindo resistência fúngica, estão disponíveis em suas monografias. No entanto, sabe-se que é ativa contra uma ampla gama de organismos micóticos como dermatófitos e outros fungos, além de leveduras (incluindo cepas patogênicas para os seres humanos, animais, plantas e uma variedade de saprófitas).

Testes padrão evidenciam não haver nenhuma atividade sobre bactérias ou actinomicetos. É mais difícil induzir resistência a natamicina em leveduras do que nas bactérias. A resistência que poderia ser obtida parece ocorrer devido à seleção de cepas naturalmente mais resistentes e não está relacionada à adaptação.

Os polienos constituem um grande grupo de antibióticos com diferentes estruturas moleculares, que interagem com as membranas fúngicas. Diversos polienos são produzidos por *Streptomyces* spp. e suas atividades antifúngicas são dependentes da sua ligação aos esteróis da membrana celular, principalmente o ergosterol, gerando canais com subsequente extravasamento de conteúdo intracelular. Os polienos formam complexos com esteróis e aparentemente perturbam a função da membrana por esse mecanismo.

Os fungos do grupo dos oomicetos e as bactérias são insensíveis a estes antibióticos, pois suas membranas não possuem ergosteróis, bem como a dos mamíferos, o que torna estes



Capítulo 3 | Aditivos antimicrobiais aplicados à biotecnologia de alimentos

antibióticos extremamente seletivos. Em baixas concentrações, ocorrem alterações na permeabilidade da membrana, gerando vazamento de íons potássio, e sob altas concentrações, há a liberação de aminoácidos e outros metabólitos.

Os polienos têm um anel lactona grande com uma cadeia lipofílica rígida contendo de três a sete ligações duplas conjugadas e uma parte hidrofílica flexível, com vários grupos hidroxila. O comprimento do cromóforo gera o espectro ultravioleta característico de cada composto e contribui para a sua instabilidade, mediante alterações de pH, luz e calor.

A estrutura tipicamente anfipática dos polienos torna-os capazes de se inserir na membrana celular, associando-se com os esteróis num rearranjo, de modo que um grupo de quatro a oito moléculas de polieno formam um anel com as faces hidrofílicas voltadas para o centro. Assim, geram um poro polar, por meio do qual íons pequenos como K^+ e H^+ podem passar livremente, interrompendo o controle iônico da célula.

Em experimentos com patógenos de plantas, *Cladosporium cucumerinum* e *Fusarium oxysporum*, a frequência de surgimento de resistência contra natamicina foi de 1 em 10^7 . Dezoito cepas resistentes foram selecionadas para um estudo mais aprofundado, e as cepas resistentes a natamicina foram divididas entre aquelas com níveis de resistência inferior e superior. Maior resistência apareceu associada com a diminuição de *fitness in vitro* e *in vivo*.

LISOZIMA

A lisozima foi descoberta em 1921 por Alexander Fleming, que a descreveu como um princípio bacteriolítico notável. Assim, a lisozima foi a primeira enzima cuja sequência de aminoácidos primários foi determinada e também a primeira enzima, cuja estrutura foi determinada por cristalografia de raios X.

Foram encontradas várias famílias de lisozima, mas todas compartilham a propriedade característica de clivagem α -glicosídica entre C-1 do ácido N-acetilmurâmico e o C-4 da N-acetilglicosamina, presentes no peptidoglicano bacteriano.

Embora seja tradicionalmente associada à ovos de aves, a lisozima é difundida na natureza e pode ser encontrada em diversas fontes, como vegetais, insetos, plantas e fungos. Somente a enzima C, obtida a partir de claras de ovos de galinha é atualmente usada na conservação de alimentos. Por volta de 3.5% do conteúdo total de proteínas na clara de ovo de galinha é lisozima.

A lisozima é usada para controlar o crescimento microbiano em alimentos como queijo e vinho e tem usos potenciais como conservante em outros sistemas de alimentos (Tabela 10). Lisozima serve como um bom modelo de conservante ideal em muitos aspectos, visto que é um componente inato do sistema imunológico humano e, portanto, tem baixa toxicidade; é uma enzima que atua cataliticamente e pode ser usada em baixas concentrações nos alimentos; é específica para peptidoglicano bacteriano e não reage com o tecido humano; tem certas propriedades desejáveis de resistência ao calor, pH e a outros fatores intrínsecos e extrínsecos dos alimentos.

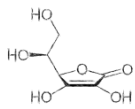


Tabela 10 | Utilização e doses máximas de lisozima em diferentes categorias alimentares.

CATEGORIA ALIMENTAR	NÍVEL MÁXIMO DE CONSUMO
Cidra e “Perry”	500 mg/Kg
Vinho de uvas	500 mg/Kg
Queijo curado	Boas práticas de fabricação

Fonte: General Standard for Food Additives - CGSFA.

Atualmente, a lisozima é produzida a partir de claras de ovos e purificada por meio de resinas de troca catiônica. Como resultado do caráter básico da enzima, seu ponto isoelétrico varia de 10,5 a 11,0 e sua estrutura monomérica tem peso molecular de aproximadamente 14.4 kDa. A lisozima é eluída das resinas por NaCl e recuperada como cloridrato.

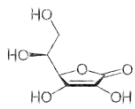
Além de remoção de albumina de ovo, o processo também remove mais de 90% da avidina presente nos ovos. O cloridrato de lisozima apresenta-se como um pó branco, fino e tem um sabor ligeiramente doce, sendo insolúvel em sais orgânicos e soluções concentradas de sal. Dependendo das condições de pH, a lisozima pode polimerizar-se.

Lisozima (E.C. 3.2.1.17) é classificada como uma muramidase. A ovolisozima, ou enzima C, é uma cadeia polipeptídica única com 129 resíduos de aminoácidos reticulada por quatro pontes dissulfeto. A atividade enzimática é perdida se duas ou mais pontes dissulfeto são reduzidas. Há um núcleo hidrofóbico com cadeias laterais de aminoácidos hidrofílicos em direção à superfície, estabilizando a molécula. A atividade lítica da lisozima tem sido medida observando-se a lise de células de *Micrococcus luteus* (*M. lysodeikticus*), previamente inativadas por ultravioleta, liofilizadas e monitoradas em espectrofotômetro.

Uma unidade de lisozima é definida como a menor quantidade que leva à lise completa dos *M. luteus* em um teste de diluição serial ou, especificamente, uma unidade de Shugar é a quantidade de enzima em 1 mL de uma suspensão de *M. luteus* inativado a pH 7.0, com uma absorbância inicial de 0,750 a 450 nm, que faz com que a absorbância decaia a uma taxa de 0,001 por minuto. Certos compostos podem inibir o ensaio de lisozima, incluindo surfactantes (como o SDS), iodo, ácidos graxos e álcoois (de cadeia C12 ou superior).

A lisozima é ativa *in vitro* a partir de 1°C até temperaturas próximas do ponto de ebulição da água. Ela é mais ativa em certas bactérias Gram⁺ e também é altamente ativa em certos clostrídios e bacilos. Os efeitos da lisozima são inativos contra certas bactérias Gram⁺, como *Staphylococcus aureus*, e tem atividade fraca ou insignificante contra bactérias Gram⁻, provavelmente devido a sua incapacidade de penetrar a membrana externa. Entretanto, graças à seu caráter fortemente catiônico, ela também reage com componentes carregados negativamente, incluindo ácidos nucleicos, certas proteínas e lipopolissacarídeos com alguma perda de atividade. Como resultado de sua natureza básica, a lisozima ainda pode causar floculação de várias bactérias e toxinas.

A atividade antimicrobiana da enzima pode variar extensamente dentro de grupos de organismos semelhantes, e sua atividade lítica é dependente de diversos fatores como o meio de crescimento, as condições de teste, idade de células, presença de substâncias interferentes e muitos outros parâmetros. Além disto, a variação bioquímica das lisozimas pode influenciar sua atividade, como por exemplo, a lisozima humana que inibe *Staphylococcus aureus*.



Capítulo 3 | Aditivos antimicrobiais aplicados à biotecnologia de alimentos

Contudo, a enzima do ovo é geralmente inativa por si só. Esporos bacterianos podem ser sensibilizados à lisozima por fortes agentes redutores ou oxidantes, através da ruptura de ligações dissulfeto. Sobretudo, é pertinente ressaltar que estes métodos não são de uso compatível em alimentos.

A síntese de parede celular em culturas de rápido crescimento pode exceder a taxa de degradação por lisozima. Neste caso, combinações de lisozima–EDTA podem ser mais eficazes contra organismos Gram⁺ sob condições restritas de não-crescimento. Assim, a sensibilidade das espécies Gram⁻ à lisozima foi aumentada por quelantes, certos antibióticos, aminoácidos, pH alcalino, choque osmótico, secagem, pela técnica freeze-thaw (congelamentos seguidos por descongelamentos), peróxido de hidrogênio e ácido ascórbico. Quelantes como o EDTA podem remover a estabilização de cátions divalentes de lipopolissacarídeos de membrana externa, aumentando a permeabilidade das células aos agentes antimicrobianos.

A atividade da lisozima pode ser aumentada por processos físicos usados em muitos sistemas de preservação de alimentos. Congelamento e descongelamento de *E. coli* provoca sensibilidade à lisozima, embora o organismo recupere a resistência após incubação a 37°C ou à exposição a íons cálcio. A sensibilização das células Gram⁻ à lisozima por alta pressão é dependente de fatores como temperatura, pH, meio, fase de crescimento e espécies de bactérias. No entanto, pulsos de alta pressão hidrostática mostraram-se mais eficazes na sensibilização de algumas cepas bacterianas à lisozima do que o tratamento com pressão contínua.

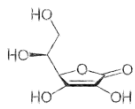
A atividade muramidásica da lisozima sobre as paredes de células bacterianas tem sido estudada extensivamente, contudo, há relatos de atividade antimicrobiana não relacionada à atividade enzimática. Peptídeos provenientes da digestão de lisozima sem atividade enzimática foram fortemente bactericidas para *E. coli* e *S. aureus*, com danos às membranas celulares de ambas as espécies.

Assim, a lisozima, atualmente, é barata, facilmente disponível e é estável em uma ampla variedade de condições. Combinações de lisozima e muitos outros compostos têm tido aplicações potenciais na indústria de alimentos para controle de patógenos e organismos daninhos.

SISTEMA LACTATO-PEROXIDASE

O Sistema Lactoperoxidase é um mecanismo natural de defesa presente nas glândulas mamárias dos mamíferos e é composto por enzima lactoperoxidase, íons tiocianato (SCN⁻) provenientes do metabolismo hepático e, peróxido de hidrogênio (H₂O₂), originado pela atividade dos leucócitos, principalmente. Esse sistema produz no leite, e em outros fluidos biológicos (sangue, saliva, suco gástrico, linfa e urina), produtos com atividade antimicrobiana, representando meios de proteção e conservação de derivados de mamíferos. Este sistema é bactericida e bacteriostático, sendo limitado por íons tiocianato e por espécies reativas de oxigênio, sendo que suas concentrações dependem de muitos fatores. Pesquisadores reportam o uso deste sistema natural de conservação em cremes dentais, cosméticos, tratamentos de diarreias e no controle da *Helicobacter pylori*.

A lactoperoxidase atua na oxidação do tiocianato na presença de peróxido de hidrogênio, originando intermediários com características antimicrobianas, tais como o hipotiocianato (OSCN⁻), que posteriormente sofrem oxidações adicionais, gerando sulfato, dióxido de carbono e amoníaco, ou ainda podem entrar em reciclo produzindo tiocianato novamente.



Capítulo 3 | Aditivos antimicrobiais aplicados à biotecnologia de alimentos

Os compostos intermediários formados oxidam grupamentos sulfidrílicos de diversas enzimas e proteínas microbianas, ainda podendo atuar na oxidação do NADH e NADPH a NAD⁺ e NADP⁺, gerando alterações dos sistemas de transporte energético e de aminoácidos. As reações envolvidas neste sistema podem ser vistas abaixo, conforme:



Ou



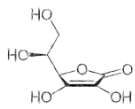
O tiocianato é uma substância ubíqua nos órgãos, fluidos e secreções dos mamíferos, suas fontes principais são glicosinolatos e glicosídeos cianogênicos obtidos da dieta, que durante sua hidrólise geram tiocianato e outros compostos. Do ponto de vista biotecnológico, o tiocianato, gatilho do sistema Lactoperoxidase, constitui um componente seguro e natural do leite, em concentrações bastante inferiores àquelas da saliva e do suco gástrico. E seus intermediários produzidos a partir da oxidação são muito instáveis no leite, sendo degradados rapidamente, principalmente a elevadas temperaturas. Desse modo, produtos pasteurizados tem a garantia de estarem livres de tais compostos.

A lactoperoxidase pode ser encontrada nas glândulas mamárias, salivares e lacrimais dos mamíferos e em suas secreções. As peroxidases são glicoproteínas muito similares, com um grupamento heme em seu centro catalítico, covalentemente ligado à cadeia polipeptídica. No leite, a enzima pode atingir concentrações médias de 30 mg/L, sendo a concentração bactericida mínima de 0,02 U/mL, bem superiores às necessidades biológicas requeridas para uma ótima reação enzimática, o que ainda auxilia na proteção do leite cru em quaisquer condições.

No entanto, deve-se atentar para que o excesso de peróxido não iniba a ação da lactoperoxidase, inativando-a. Em quantidades mínimas, o peróxido pode ativar a enzima. Desse modo, a adição de peróxido ou de seus precursores ao leite pode ser realizada com fins de ativar o sistema até 8 mg de H₂O₂/L de leite, conforme critério do *Codex Alimentarius*.

Os danos na estrutura das proteínas bacterianas é decorrente da atividade dos intermediários de reação sobre a membrana citoplasmática, gerando a perda de íons (como potássio e sódio), aminoácidos (como prolina) e peptídeos para o meio externo. Tais danos são a chave da atividade antimicrobiana, pois ocasionam lesões ou modificações na célula microbiana, tendo como consequência a morte ou a inibição do crescimento ou do metabolismo dos microrganismos afetados.

Em 1991, o sistema Lactoperoxidase foi liberado como método de conservação do leite cru pelo *Codex Alimentarius*, representando um método importante para utilização em condições de infraestrutura e refrigeração limitadas.



NOVAS TENDÊNCIAS E TECNOLOGIAS

Existem muitas tecnologias disponíveis para conservação de alimentos, no entanto, nenhuma pode assegurar por completo a condição microbiológica dos alimentos. Com base nisso, novas tecnologias e conceitos tem sido constantemente introduzidos e pesquisados, e até então, os bioconservadores ou biopreservadores são uma alternativa bastante promissora.

Os biopreservadores são elementos biológicos, em sua maioria microbianos, podendo também ser vírus, que são aplicados sobre o alimento, aumentando sua “shelf-life” e segurança, através dos efeitos bacteriostáticos e bactericidas provenientes dos produtos finais de seu metabolismo. Nesse contexto, diversas inovações podem ser observadas para auxiliar a indústria alimentícia. A seguir, nos quadros 1 e 2, são discutidas duas dessas novas tecnologias, empregando fagos como antimicrobiais e bacteriocinas ativas, que podem, inclusive, serem empregados na produção de embalagens inteligentes.

Quadro 1 | FAGOS COMO ANTIMICROBIAIS

Os bacteriófagos foram descobertos em 1917 por Félix d'Herelle, que cunhou o termo "bacteriófago", descrevendo um "agente" capaz de infectar e matar bactérias.

Fagos, ou bacteriófagos, são vírus parasitas de bactérias que infectam hospedeiros espécie-específicos e se replicam através da maquinaria bioquímica das bactérias que os hospedam. Eles são classificados em líticos ou lisogênicos, de acordo com sua estratégia de replicação.

Os primeiros infectam o seu hospedeiro e duplicam seu DNA, produzindo cópias que são liberadas por meio da destruição do hospedeiro no processo. Os fagos lisogênicos são capazes de introduzir-se no genoma bacteriano, estabelecendo uma relação estável com bactérias infectadas; que é mantida até que fatores de estresse fazem o ciclo lisogênico terminar com a libertação de partículas por meio de lise. O fago lisogênico é capaz de transferir genes, como fatores de produção ou patogenicidade de toxina, alterando as populações bacterianas.

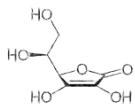
***Listeria monocytogenes* é um importante patógeno, especialmente virulento em gestantes, recém-nascidos e idosos. O uso seguro de bacteriófagos como agentes anti-listéricos em produtos refrigerados (carne bovina, suína e de aves) recentemente foi permitido e regulamentado pelo FDA.**

A preparação do coquetel consiste em uma combinação de seis fagos líticos, selecionados contra diferentes cepas de *L. monocytogenes*, que são pulverizados sobre a superfície do alimento antes de seu embalamento, na proporção de 1 mL por 500 cm² de área superficial. Os bacteriófagos permanecem dormentes até que sejam ativados pela presença da *L. monocytogenes*, desencadeando um ciclo completo de infecção e destruição.

Vários fatores estão relacionados ao uso geral de fagos, e merecem consideração. Eles sugerem que deve-se realizar cuidadosa determinação de quais bacteriófagos serão selecionados para uso:

- *A infecção do bacteriófago deve ser altamente específica.*
- *Para produzi-los, a bactéria patogênica deve ser utilizada. A presença de um patógeno no processo, exige o desenvolvimento de uma separação adequada e/ou tecnologias de esterilização.*
- *Apenas fagos líticos devem ser usados como aditivos alimentares, porque os lisogênicos podem transportar genes ao seu hospedeiro.*
- *Algumas bactérias podem desenvolver resistência ao bacteriófago ao longo do tempo, reduzindo a eficácia de suas propriedades antimicrobianas, portanto, realizar constantes análises de resistência e desenvolvimento de novas cepas de fagos via recombinação de DNA são importantes.*

Desta forma, os bacteriófagos provaram-se valiosos na luta contra doenças alimentares e tem grande potencial como



alternativa aos antimicrobianos tradicionais. No entanto, devido à sua própria natureza, os bacteriófagos devem ser empregados de maneira cautelosa, a fim de sua eficácia e segurança sejam mantidas.

Quadro 2 |

BACTERIOCINAS VIVAS

Bacteriocinas são definidas como polipeptídeos biossintetizados pelos ribossomos bacterianos, e secretados para o meio extracelular, que não promovem alteração dos elementos organolépticos do produto, e possuem efeitos bactericida e/ou bacteriostático sobre organismos filogeneticamente relacionados.

A produção de tais compostos geralmente se dá naturalmente, durante a fase log de crescimento ou no final desta, tendo correlação direta com a biomassa final da cultura. Geralmente, o espectro de ação das bacteriocinas é dependente da espécie alvo, onde a célula produtora é imune ao seu produto. Para seu uso em indústrias, algumas características são ponto de avaliação:

- termoestabilidade;
- segura para o consumo;
- amplo espectro de inibição sobre os principais patógenos alimentares;
- alta especificidade contra algum patógeno em especial;
- efeito benéfico sobre as qualidades organolépticas do produto;
- o organismo produtor deve ser GRAS (*Generally Recognized as Safe*).

A produção de bacteriocinas não é uma exclusividade das bactérias Gram⁻, sendo que as Gram⁺ tem um histórico de maior diversidade e produção que as anteriores. Deste modo, bactérias ácido-láticas têm chamado a atenção de pesquisadores, graças à sua presença em quase todos os processos fermentativos alimentares e sua relativa estabilidade e segurança.

Características desejáveis às bacteriocinas podem ser vistas nas produzidas por bactérias lácticas, pois são termoestáveis, de amplo espectro e podem ser degradadas por proteases do trato gastrointestinal humano, sem induzir alterações sensoriais nos alimentos. A maioria das moléculas descobertas até então possuem baixa massa molecular, alto ponto isoelétrico e regiões hidrofóbicas e hidrofílicas. As bacteriocinas são classificadas em 4 classes: *Lantibióticos; Peptídeos; Termolábeis e Complexos.*

O mecanismo de ação das bacteriocinas é variado e depende de fatores relacionados à espécie bacteriana, bem como de suas características de crescimento.

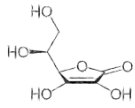
A maioria delas se liga a receptores de membrana celular presentes na bactéria alvo, ocorrendo então uma inserção dessas moléculas na membrana, o que gera o desaparecimento da força próton-motriz e agregação de monômeros, ocasionando a formação de poros e liberação de moléculas pequenas, tais como íons, do citoplasma para o meio extracelular, o que altera o gradiente elétrico da membrana necessário para produção de energia e síntese protéica, tornando a célula alvo inviável.

Alguns autores advertem que a atividade das bacteriocinas no alimento é desuniforme e depende de diversos fatores relacionados com a composição química e física dos alimentos, e que contaminações iniciais elevadas reduzem a atividade da bacteriocina, o que não impede o desenvolvimento do microrganismo, destacando-se que as boas práticas de fabricação não devem ser ignoradas.

Muitas bacteriocinas têm potencial para aplicação na preservação de alimentos e o uso delas pode diminuir a adição de conservantes químicos e tratamentos, originando alimentos ricos em propriedades organolépticas e nutricionais.

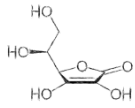
Essas bacteriocinas são introduzidas nos alimentos sob três vias: produzidas *in situ* através da fermentação dele por culturas bacteriocinogênicas; pela adição de culturas bacteriocinogênicas como consórcio microbiano, na fermentação de alimentos ou na microbiota final; ou por meio da adição direta de bacteriocinas purificadas ao alimento.

O uso dessas bacteriocinas chega até mesmo no desenvolvimento de embalagens ativas para alimentos, além de seus efeitos aditivos e sinérgicos com outros agentes antimicrobianos, quando a resistência microbiana é elevada.



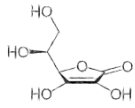
REFERÊNCIAS

- AALTO, R.R.; FIRMAN, M.C.; RIGLER, N.E. p-Hydroxybenzoic acid esters as preservatives. I. Uses, antibacterial and antifungal studies, properties and determination. **J. Am. Pharm. Assoc.**, v.42, p.449, 1953.
- ADAMS, M. R; HALL, C. J. Growth inhibition of food-borne pathogens by lactic and acetic acids and their mixtures. **Int. J. Food Sci. Technol.**, v.23, p.287–292, 1988.
- ADAMS, M. R.; LITTLE, C. L.; EASTER, M. C. Modelling the effect of pH, acidulant and temperature on the growth rate of *Yersinia enterocolitica*. **J. Appl. Bacteriol.**, v.71, p.65–71, 1991.
- AGRAWAL, R.; DHARMESH, S. An anti-*Shigella dysenteriae* bacteriocin from *Pediococcus pentosaceus* MTCC 5151 cheese isolate. **Turkish Journal of Biology**, v.36, p. 177-185, 2012.
- ANDERSON, M. E.; MARSHALL, R. T.; DICKSON, J. S. Efficacies of acetic, lactic and two mixed acids in reducing numbers of bacteria on surfaces of lean meat. **J. Food Safety**, v.12, p. 139, 1992.
- ANDERSON, M. E.; MARSHALL, R. T.; STRINGER, W. C.; NAUMANN, H. D. Combined and individual effects of washing and sanitizing on bacterial counts of meat — A model system. **J. Food Prot.**, v.40, p.688, 1977.
- ANDERSSON, R. E.; BODIN, H. G.; AND SNYGG, B. G. The effect of some preservatives on growth, lipase production and lipase activity of *Pseudomonas fluorescens*. **Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm.**, v.6, p.161-170, 1980.
- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2012a). **Regulamentação de aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia no Brasil**. Acesso em: 09/06/2012. Disponível em: <<http://s.anvisa.gov.br/wps/s/r/d0>>.
- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2012b). **Norma Geral de Aditivos Alimentares – GSFA**. Acesso em: 09/06/2012. Disponível em: <<http://s.anvisa.gov.br/wps/s/r/dZ>>
- AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U.A. **Biotecnologia Industrial**. São Paulo, Edgard Blücher Ltda, vol.4, 2001.
- ARAUZA, L.J.; JOZALAA, A.F.; MAZZOLAB, P.G.; PENNA, T.C.V. Nisin biotechnological production and application: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v.20, p.146-154. 2009.
- ARCHER, D. B.; JEENES, D. J.; MACKENZIE, D. A.; BRIGHTWELL, G.; LAMBERT, N.; LOWE, G.; RADFORD, S. E.; DOBSON, C. M. Hen egg white lysozyme expressed in, and secreted from, *Aspergillus niger* is correctly folded and processed. **Bio. Technol.**, v.8, p.741–745, 1990.
- ARYA, S. S.; THAKUR, B. R. Degradation products of sorbic acid in aqueous solutions. **Food Chem.**, v.29, p.41–49. 1988.
- ATHAR, M.A. ; WINNER, H. I. The development of resistance by *Candida* species to polyene antibiotics in vitro. **J. Med. Microbiol.**, v.4, p. 505–517, 1971.
- ATTERBURY, R.J.; DILLON, E.; SWIFT, C.; CONNERTON, P.L.; FROST, J.A.; DOSS, C.E.R.; REES, C.E.D. E CONNERTON, I.F. Correlation of *Campylobacter* Bacteriophage with Reduced Presence of Hosts in Broiler Chicken Ceca, **Appl. Environ. Microbiol.**, v.71, n.8, p.4885-4887, 2005.
- AYRES, J. C.; MUNDT, J. O.; SANDINE, W. E. **Microbiology of Foods**. W. H. Freeman, San Francisco. 1990.
- BAUER, R. E.; DICKS, L. M. Mode of action of lipid II-targeting lantibiotics. **International Journal of Food Microbiology**, v.101, n.2, p.201-216, 2005.



Capítulo 3 | Aditivos antimicrobiais aplicados à biotecnologia de alimentos

- BJORCK, L. et al. Antibacterial activity of the lactoperoxidase system in milk against pseudomonas and other gram-negative bacteria. **Appl. Microbiol.**, n. 30, p.199-204, 1975.
- BLAKE, C. C. F.; KOENIG, D. F.; MAIR, G. A.; NORTH, A. C. T.; PHILLIPS, D. C.; SARMA, V. R. Structure of hen egg-white lysozyme. **Nature**, v.4986, p.757–761. 1965.
- BRACEY, D.; HOLYOAK, D. D.; COOTE, P. J. Comparison of the inhibitory effect of sorbic acid and amphotericin B on *Saccharomyces cerevisiae*: is growth inhibition dependent on reduced intracellular pH? **J. Appl. Microbiol.**, v.85, p.1056–1066. 1998.
- BRANEN, A.L.; DAVIDSON, P.M.; KATZ, B. Antimicrobial properties of phenolic antioxidants and lipids. **Food Technol.**, v.34, n.5, p.42, 1980.
- BRANEN, A.L.; DAVIDSON, P.M.; SALMINEN, S.; THORNGATE, J.H. **Food Additives**, 2nd ed. Marcel Dekker, New York. 2002.
- Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 540 – SVS/MS de 27 de outubro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares - definições, classificação e emprego. Acesso em: 09/06/2012. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/540_97.htm>
- BUSTA, F.F.; FOEGEDING, P.M. **Chemical food preservatives**. In Disinfection, Sterilization, and Preservation, 3rd ed., Block, S.S., Ed., Lea & Febiger, Philadelphia, p. 656. 1983.
- CAC. **Codex alimentarius**. Directrices para la conservación de la leche cruda mediante la aplicación del Sistema de la lactoperoxidasa. CAC/GL. 1991.
- CARLILE, M.J.; WATKINSON, S.C. **Fungal cells and vegetative growth**. In: The Fungi, San Diego, CA: Academic Press, p. 148. 1994.
- CARRILLO, C.L.; ATTERBURY, R.J.; EL-SHIBINY, A.; CONNERTON, P.L.; DILLON, E.; SCOTT, A. E CONNERTON, I.F. Bacteriophage Therapy to Reduce *Campylobacter jejuni* Colonization of Broiler Chickens, **Appl. Environ. Microbiol.**, v.71, n.11, p.6554-6563, 2005.
- CARRIM, A. J. I. **Bioprospecção de microrganismos endofíticos com atividade enzimática e bacteriocinogênica em isolados de *Jacarandá decurrens* Cham. (Carobinha do campo)**. Goiânia, 2005. 78 f. Dissertação (Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública). Universidade Federal de Goiás.
- CHANDRAPATI, S. E.; O’SULLIVAN, D. J. Procedure for quantifiable assessment of nutritional parameters influencing Nisin production by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*. **Journal of Biotechnology**, v.63, p. 229-233, 1998.
- CHERRINGTON, C. A.; HINTON, M.; CHOPRA, I. Effect of short-chain organic acids on macromolecular synthesis in *Escherichia coli*. **J. Bacteriol.** 68:69, 1990.
- CHERRINGTON, C. A.; HINTON, M.; PEARSON, G. R.; CHOPRA, I. Short-chain organic acids at pH 5.0 kill *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. without causing membrane perturbation. **J. Appl. Bacteriol.**, v.70, p.161, 1991.
- CHICHESTER, D. F.; TANNER, F. W. **Antimicrobial food additives**. In Handbook of Food Additives, 2nd ed., FURIA, T. E., Ed., Chemical Rubber Publishing, Cleveland. 115p. 1972.
- CHUNG, W.; HANCOCK, R. E. W. Action of lysozyme and nisin mixtures against lactic acid bacteria. **Int. J. Food. Microbiol.**, v.60, p.25–32. 2000.
- CLEVELAND, J.; MONTVILLE, J. T.; NES, I. F.I.; CHIKINDAS, M. L. Bacteriocins: safe, natural antimicrobials for food preservation. **Internacional Journal of Food Microbiology**, v.71, p.1-20, 2001.
- COELHO SF. **Efeito de diferentes concentrações de conservantes alimentícios no crescimento in vitro de fungos termorresistentes e bactérias patogênicas** [dissertação]. Maceió: Universidade Federal de Alagoas; 2008.



Capítulo 3 | Aditivos antimicrobiais aplicados à biotecnologia de alimentos

COLLINGE, S. K., MAHONEY, A. W., CORNFORTH, D. P., AND POST, F. J. **Effect of nitrosylation of myoglobin on gas production by *Clostridium botulinum* in pork sausage product.** Presented at the 41st Annual Meeting of the Institute of Food Technology, Atlanta, Georgia, June 7–10. 1981.

CUNNINGHAM, F. E.; PROCTOR, V. A.; GOETSCH, S. J. Egg-white lysozyme as a food preservative: an overview. **World Poultry Sci. J.**, v.47:141–163, 1991.

DAVIDSON, P. M. **Chemical preservatives and natural antimicrobials compounds.** In: DOYLE, M P; BEUCHAT, L R; MONTVILLE, T J. Food Microbiology: Fundamentals and frontiers. 2. ed. Washington: Asm Press, p. 593-627, 2001.

DAVIDSON, P.M.; JUNEJA, V.; BRANEN, J.K. **Antimicrobial agents.** In Food Additives, 2nd ed., Branen, A.L., Davidson, P.M., Salminen, S., and Thorngate, J.H., Eds., Marcel Dekker, New York, p. 563–620, 2002.

DAVIDSON, P.M.; SOFOS, J.N.; BRANEN, A.L. **Antimicrobials in food.** 3rd ed. Taylor & Francis, Boca Raton. 2005.

DE NAVARRE, M. G.; BAILEY, H. E. The interference of non-ionic emulsifiers with preservatives. II. **J. Soc. Cosmet. Chem.**, v.7, p.427, 1956.

DE VUYST, L. E.; VANDAMME, E. J. Influence of the carbon source on nisin production in *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* batch fermentations. **Journal of General Microbiology**, v.138, p.571-578, 1992.

DEACON, J.W. **Prevention and control of fungal growth.** In: Modern Mycology, 3rd Ed., Oxford: Blackwell Science, p. 289–290, 1997.

DEANE, D.; DOWNS, P. A. Flexible wrappers for cheddar cheese. **J. Dairy Sci.**, v.34, p.767, 1951.

DEEGAN, L. H., COTTER, P. D., HILL, C. E ROSS, P. Bacteriocins: biological tools for bio-preservation and shelf-life extension. **International Dairy Journal**, 16: 1058-1071, 2006.

DEKKER, J.; GIELINK, A.J. Acquired resistance to pimaricin in *Cladosporium cucumerinum* and *Fusarium oxysporum* f.sp. *narcissi* associated with decreased virulence. **Neth. J. Plant Pathol.**, v.85, p.67–73, 1979.

DELBONI, R. R. **Dinâmica populacional de microrganismos e a conservação de alimentos.** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2009. Dissertação de mestrado.

DELVES-BROUGHTON, J.; BLACKBURN, P.; EVANS, R. J.; HUGENHOLTZ, J. Applications of the bacteriocin, nisin. **Antonie Van Leeuwenhoek**, v.69, p.193-202. 1996.

DILLON, V.M.; BOARD, R.G. **Natural Antimicrobial Systems and Food Preservation.** CAB Intl., Wallingford, Oxon, U.K. 1994.

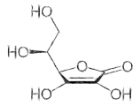
DOORES, S. **Organic acids.** In Antimicrobials in Food, Davidson, P. M.; Sofos, J.N. e Branen, A. L., Eds., Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 94-104. 2005.

DYKHUIZEN, R. S.; FRASER, R.; DUNCAN, C.; SMITH, C. C.; GOLDEN, M.; BENJAMIN, N.; LEIFERT, C. Antimicrobial effect of acidified nitrite on gut pathogens: Importance of dietary nitrate in host defense. **Antimicrob. Agents Chemother.**, v.40, p.14-22, 1996.

EKLUND, T. Inhibition of growth and uptake processes in bacteria by some chemical food preservatives. **J. Appl. Bacteriol.**, v.48, p.423, 1980.

EKLUND, T. The antimicrobial effect of dissociated and undissociated sorbic acid at different pH levels. **J. Appl. Bacteriol.**, v.54, p.383–389, 1983.

EKLUND, T.; NES, I.F.; SKJELKVALE, R. **Control of Salmonella at different temperatures by propyl paraben and butylated hydroxyanisole.** p. 377. In Psychrotrophic Microorganisms in Spoilage and



Capítulo 3 | Aditivos antimicrobiais aplicados à biotecnologia de alimentos

Pathogenicity, ROBERTS, G.; HOBBS, T.A.; CHRISTIAN, J.H.B.; SKOVGAARD, N., Eds., Academic Press, London. 1981.

FANG, C.-S.; POST, L. S.; SOLBERG, M. Antimicrobial effect and disappearance of sodium nitrite in *Staphylococcus aureus* cultures. **J. Food Sci.**, v.50, p.1412. 1985.

FAO/WHO. **Beneficios y riesgos potenciales del sistema de la lactoperoxidasa en la conservación de la leche cruda**: informe de la reunión técnica de la FAO/WHO. Roma, 2005. Roma: FAO, 2006. 55 p.

FAVERO, D.M.; RIBEIRO, C.S.G; AQUINO, A.D. Sulfitos: importância na indústria alimentícia e seus possíveis malefícios à população. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v.18, n.1, p.11-20, 2011.

FDA News 2006. **FDA Statement on Foodborne E. coli O157:H7 Outbreak in Spinach**. Acesso: 10 de agosto de 2012. Disponível em: <http://www.fda.gov/bbs/topics/NEWS/2006/NEW01486.html>.

FLEMING, A. On a remarkable bacteriolytic element found in tissues and secretions. **Proc. Roy. Soc. Ser. B**, v.93, p.306–317, 1922.

FOOD SAFETY AND QUALITY SERVICE. 1978. **Final report on nitrites and nitrosamines**. Report to the secretary of agriculture by the expert panel on nitrites and nitrosamines. U.S. Department of Agriculture, Washington, DC.

FRANKLIN, T.J.; SNOW, G.A. **Antiseptics, antibiotics and the cell membrane**. In: Biochemistry and Molecular Biology of Antimicrobial Drug Action, 5th Ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 55–56, 1998.

FREESE, E.; SHEU, C.W.; GALLIERS, E. Function of lipophilic acids as antimicrobial food additives. **Nature**, v.241, p.321, 1973.

FURR, J.R.; RUSSELL, A.D. Some factors influencing the activity of esters of p-hydroxybenzoic acid against *Serratia marcescens*. **Microbios**, v.5, p.189. 1972.

GÁLVEZ, A.; ABRIQUEL, H.; LÓPEZ, R. L.; OMAR, N. B. Bacteriocin-based strategies for food biopreservation. **International Journal of Food Microbiology**, v.120, p. 51-70, 2007.

GARDNER, N.; CHAMPAGNE, C. P.; GÉLINAS, P. Effect of yeast extracts containing propionic acid on bread dough fermentation and bread properties. **J. Food Sci.**, v.67, p.1855–1858, 2001.

GENENTECH, GENENCOR. Cover focus: T4 lysozyme. **Food Technol.**, v.39, p.2, 1985.

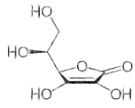
GEWALTIG, M. T.; KOJDA, G. Vasoprotection by nitric oxide: mechanisms and therapeutic potential. **Cardiovasc. Res**, v.55, p.250, 2002.

GIANGIACOMO, R.; NIGRO, F.; MESSINA, G.; CATTANEO, T. M. Lysozyme: just an additive or a technological aid as well? **Food. Addit. Contam.**, v.9, p.427–433, 1992.

GILL, A. O.; HOLLEY, R. A. Interactive inhibition of meat spoilage and pathogenic bacteria by lysozyme, nisin and EDTA in the presence of nitrite and sodium chloride at 24°C. **Int. J. Food. Microbiol.**, v.80, p.251–259, 2003.

GOLDEN, M. H.; BUCHANAN, R. L.; WHITING, R. C. Effect of sodium acetate or sodium propionate with EDTA and ascorbic acid on the inactivation of *Listeria monocytogenes*. **J. Food Safety**, v.15, p.53–65, 1995.

GORMAN, B. M.; SOFOS, J. N.; MORGAN, J. B.; SCHMIDT, G. R.; SMITH, G. C. Evaluation of handtrimming, various sanitizing agents, and hot water spray-washing as decontamination interventions for beef brisket adipose tissue. **J. Food Prot.**, v.58, p.899–907, 1995.



Capítulo 3 | Aditivos antimicrobiais aplicados à biotecnologia de alimentos

GOULD, G. W. **Control with naturally occurring antimicrobial systems including bacteriolytic enzymes.** In *Control of foodborne microorganisms*, JUNEJA, V. K.; SOFOS, J. N., Eds., Marcel Dekker, New York, p. 281–302, 2002.

GRIFFIN, D.A. **Fungicides.** In: *Fungal Physiology*, 2nd Ed., New York: Wiley-Liss, Inc., pp. 416–417. 1994.

GUERZONI, M. E.; GARDINI, F.; DUAN, J. Interaction between inhibition factors on microbial stability of fruit-based systems. **Int. J. Food Microbiol.**, v.10, p.1, 1990.

HANCOCK, R. E. W. Alterations in outer membrane permeability. **Ann. Rev. Microbiol.**, v.38, p.237–264, 1984.

HARVATH, L. Enhancement of granulocyte chemiluminescence with hydroxyl radical scavengers. **Infect. Immun.**, v.25, p.473, 1979.

HESELTINE, W. W. Sodium propionate and its derivatives as bacteriostatics and fungistatics. **J. Pharm. Pharmacol.**, v.4, p.577, 1952.

HOFFMAN, C.; SCHWEITZER, T. R.; DALBY, G. Fungistatic properties of the fatty acids and possible biochemical significance. **Food Res.**, v.4, p.539, 1939.

HOOGENDOORN, H. et al. Hypothiocyanite ion: the inhibitor formed by the system lactoperoxidase-thiocyanate-hydrogen peroxide. **Caries Res.**, Londres, n. 11, p.77-84, 1977.

HUGHEY, V. L.; JOHNSON, E. A. Antimicrobial activity of lysozyme against bacteria involved in food spoilage and food-borne disease. **Appl. Environ. Microbiol.**, v.53, p.2165–2170, 1987.

IBRAHIM, H. R.; HIGASHIGUCHI, S.; KOKETSU, M.; JUNEJA, L. R.; KIM, M.; YAMAMOTO, T.; SUGIMOTO, Y.; AOKI, T. Partially unfolded lysozyme at neutral pH agglutinates and kills gram-negative and gram-positive bacteria through membrane damage mechanism. **J. Agric. Food Chem.**, v.44, p.3799–3806, 1996.

INGLE, J. D. Some preliminary observations on the effectiveness of propionates as mold inhibitors on dairy products. **J. Dairy Sci.**, v.23, p.509, 1940.

JHONSON, E.A.; LARSON, A.E. Chapter 12: **Lysozyme.** In: *Antimicrobials in Food*, Davidson, P.M.; Sofos, J.N. e Branen, A.L., Eds., Marcel Dekker, New York, pp. 361-389, 2005.

JOHNSON, E. A. **Egg white lysozyme as a preservative for use in foods.** In *Egg uses and processing technologies: new developments*, Sim, J. S. and Nakai, S., Eds., Wallingford, U.K.: CAB International. pp. 177–191. 1994.

JOLLES, P. Ed. **Lysozymes: model enzymes in biochemistry and biology.** Basel, Boston: Birkhäuser Verlag. 1996.

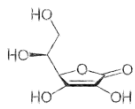
KANNER, J.; JUVEN, B. J. S-nitrosocysteine as an antioxidant, color-developing and anticlostridial agent in comminuted turkey meat. **J. Food Sci.**, v.45, p.1105, 1980.

KHOUDOKORMOFF, B.; PETRU, M. **On the possible development of antibiotic resistance amongst fungi with special reference to the use of pimarin as a preservative in the food industry.** Unpublished report submitted to WHO by Gist-Brocades NV, Delft. 1974

KOUASSI, Y.; SHELEF, L. A. Listeriolysin O secretion by *Listeria monocytogenes* in broth containing salts of organic acids. **J. Food Prot.**, v.58, p.1314–1319. 1995.

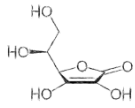
KURITA, N.; KOIKE, S. Synergistic antimicrobial effect of ethanol, sodium chloride, acetic acid and essential oil components. **Agric. Biol. Chem.**, v.47, p.67, 1983.

KUSSENDRAGER, K. D.; HOOIJDONK M., A. C. Van. Lactoperoxidase: Physico-Chemical properties, occurrence, mechanism of action and application. **Brit. J. Nutr., Cambridge**, n. 84, p.519-525, 2000.



Capítulo 3 | Aditivos antimicrobiais aplicados à biotecnologia de alimentos

- LAMBERT, R. J. AND STRATFORD, M. Weak-acid preservatives: modelling microbial inhibition and response. **J. Appl. Microbiol.**, v.86, p.57. 1999.
- LEISTNER, L. Food preservation by combined methods. **Food Research International**, v.25, n.2, p.151-158, 1992.
- LEISTNER, L. Basic aspects of food preservation by hurdle technology. **Intl. J. Food Microbiol.**, v.55, p.181–186, 2000.
- LEVINSKAS, G.J.; RIBELIN, W.E.; SHAFFER, C.B. Acute and chronic toxicity of pimaricin. **Toxicol. Appl. Pharmacol.**, v.8, p.97–109, 1966.
- LITTLE, C. L.; ADAMS, M. R.; EASTER, M. C. The effect of pH, acidulant and temperature on the survival of *Yersinia enterocolitica*. **Lett. Appl. Microbiol.**, v.14, p.148–152, 1992.
- LODICS, T.A.; STEENSON, L.R. Phage-Host Interactions in Commercial Mixed-Strain Dairy Starter Cultures: Practical Significance—A Review. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.8, p.2380–2391, 1993.
- LOPES, C.R.A. Efeito do sistema lactoperoxidase sobre a qualidade físico-química e microbiológica do leite cru sob diferentes condições de armazenamento / Chiara Rodrigues de Amorim Lopes – 2010. 79 f. : il. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Zootecnia, Recife, 2010.
- LÜCK E.; JAGER, M. **Conservación química de los alimentos, características, usos, efectos**. 2ª Edición. Zaragoza: Editora Acribia; 1995.
- MACHADO, R.M.; TOLEDO, M.C. Sulfitos em Alimentos. **Braz J Food Technol.**, v.9, n.4, p.265-75, 2006.
- MAGA, E. A.; ANDERSON, G. B.; MURRAY, J. D. The effect of mammary gland expression of human lysozyme on the properties of milk from transgenic mice. **J. Dairy. Sci.**, v.78, p.2645–2652, 1995.
- MARTOADIPRAWITO, W.; WHITAKER, J. R. Potassium sorbate inhibition of yeast alcohol dehydrogenase. **Biochim. Biophys. Acta**, v.77, p.536, 1963.
- MASSCHALCK, B.; VAN HOUTDT, R.; VAN HAVER, E. G. R.; MICHIELS, C. W. Inactivation of gram-negative bacteria by lysozyme, denatured lysozyme, and lysozyme-derived peptides under high hydrostatic pressure. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 67, p.339–344, 2001.
- WALDOR, M.K.; FRIEDMAN, D.I.; ADHYA, S.L. **Phages: Their Role in Bacterial Pathogenesis and Biotechnology**. ASM Press, 2005.
- MATTIA, A.; CERNIGLIA, C.; BAINES, J. (2010). **NATAMYCIN (PIMARICIN)** (JECFA Food Additives Series 48). In: IPCS InChem. Disponível em: www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v48je06.htm. Acesso em: 09 de Agosto de 2012.
- MCGINNIS, M.R. & RINALDI, M.G. (1985) **Antifungal drugs: Mechanisms of action, drug resistance, susceptibility testing, and assays of activity in biological fluids**. In: LORIAN, V., ed., *Antibiotics in Laboratory Medicine*, 2nd Ed., Baltimore: Williams & Wilkins, pp. 223–281.
- MELO, N.R.; SOARES, N.F.F.; GONÇALVES, M.P.J.C. Nisina: um conservante natural para alimentos. **Rev. Ceres**, v.52, n.303, p.921-938, 2005.
- MIERAU, I. 10 Years of Nisin-Controlled Gene Expression System (NICE) in *Lactococcus lactis*. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.68, p. 705-777, 2005.
- MILLER, T. E. Killing and lysis of gram-negative bacteria through the synergistic effect of hydrogen peroxide, ascorbic acid and lysozyme. **J. Bacteriol.**, v.98, p.949–955, 1969.



Capítulo 3 | Aditivos antimicrobiais aplicados à biotecnologia de alimentos

MILLETTE, M.; SMORAGIEWICZ, W.; LACROIX, M. Antimicrobial potential of immobilized *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ATCC 11454 against selected bacteria. **Journal of Food Protection**, v.67, n.6, p.1184-1189, 2004.

MINE, Y.; LAURIAU, S.; MA, F. **Novel antibacterial peptides derived from hen egg lysozyme**. Abstract of poster presented at 2002 Institute of Food Technologists annual meeting, Anaheim, CA.

MINOR, T. E.; MARTH, E. H. Growth of *Staphylococcus aureus* in acidified pasteurized milk. **J. Milk Food Technol.**, v.33, p.516, 1970.

MORRIS, S. L.; WALSH, R. C.; HANSEN, J. N. Identification and characterization of some bacterial membrane sulfhydryl groups which are targets of bacteriostatic and antibiotic action. **Journal of Biological Chemistry**, v. 259, p.13590-13594, 1984.

NASCIMENTO, M. S.; MORENO, I.; KUAYE, A. Y. Bacteriocinas em alimentos: uma revisão. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.11, n.2, p.120-127, 2008.

OHNO, N.; MORRISON, D. C. Lipopolysaccharide interaction with lysozyme. Binding of lipopolysaccharide to lysozyme and inhibition of lysozyme enzymatic activity. **J. Biol. Chem.**, v.264, p.4434-4441, 1989.

OLIVEIRA, C.P.; SIQUEIRA JR.; J.P.; SILVA, J.A. Bacteriocinas como alternativa na conservação de alimentos. **Revista Verde**, v.7, n.1, p.01-07, 2012.

OLIVEIRA, F. C. **Produção, caracterização, purificação parcial e aplicação de um peptídeo antimicrobiano produzido por *Bacillus licheniformis* P40**. Rio Grande do Sul: Universidade Estadual de Campinas, 2004. Dissertação de mestrado.

ORAM, J. D.; REITER, B. The oxidation of thiocyanate and the nature of inhibitory compound. **Biochemical J.**, n. 100, p.273-386, 1966.

OWEN, C. R. Acetic acid inhibition of gram negative bacilli in culture media. **J. Bacteriol.**, v.52, p.353, 1946.

PARADA, J. L.; CARON, C. R.; MEDEIROS, A. B. P.; SOCCOL, C. R. Bacteriocins from lactic acid bacteria: purification, properties and use as biopreservatives. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.50, n.3, p.521-542, 2007.

PARENTE, E.; RICCIARDI, A. Production, recovery and purification of bacteriocins from lactic acid bacteria. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.52, p.628-638, 1999.

PELLEGRINI, A.; THOMAS, U.; VON FELLEBERG, R.; WILD, P. Bactericidal activities of lysozyme and aprotinin against gram-negative and gram-positive bacteria related to their basic character. **J. Appl. Bacteriol.**, v.72, p.180-187, 1992.

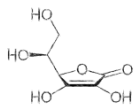
PÉREZ, L. O. Efecto de inhibición del peróxido de hidrógeno sobre la enzima lactoperoxidasa de origen bovino y caprino. **Rev. Biología**, n. 1, p.13-20, 1987.

PITT, W. M.; HARDEN, T. J.; HULL, H. R. Investigation of the antimicrobial activity of raw milk against several foodborne pathogens. **Milchwiss, Kiel**, n. 55, p.249-252, 2000.

PONCE, P. **Activación del sistema lactoperoxidasa: un nuevo enfoque para la conservación de la leche cruda en tropico americano**. 2007. 150 f. Tese (Segundo Doutorado) – CENSA, San José de las Lajas, Cuba, 2007. Acesso em 02 de agosto de 2012. Disponível em: <http://www.censa.edu.cu/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=253&Itemid=105>.

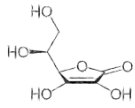
QUARTEY-PAPAFIO, E. A.; MARSHALL, R. T.; ANDERSON, M. E. Short-chain fatty acids as sanitizers for beef. **J. Food Prot.**, v.43, p.168, 1980.

RAAB, W. P. (1972) Natamycin (Pimaricin). Its Properties and Possibilities in Medicine, Stuttgart: Georg Thieme Publishers.



Capítulo 3 | Aditivos antimicrobiais aplicados à biotecnologia de alimentos

- RAY, B. **Nisin of *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* as a food biopreservative**, p. 207-264. In: RAY, B.; DAESCHEL, M. (Eds.). *Food Biopreservative of Microbial Origin*. New York: CRC Press, 1992.
- RAYA, R.R.; VAREY, P.; OOT, R.A.; DYEN, M.R.; CALLAWAY, T.R.; EDRINGTON, T.S.; KUTTER, E.M. E BRABBAN, A.D. Isolation and Characterization of a New T-Even Bacteriophage, CEV1, and Determination of Its Potential to Reduce *Escherichia coli* O157:H7 Levels in Sheep, **Appl. Environ. Microbiol.**, v.72, n.9, p. 6405-6410, 2006.
- ROBACH, M. C.; SOFOS, J. N. Use of sorbates in meat products, fresh poultry and poultry products: a review. **J. Food Prot.**, v.45, p.374-383, 1982.
- RONNING, I. E.; FRANK, H. A. Morphological changes in putrefactive anaerobe 3679 (*Clostridium sporogenes*) induced by sorbate, hydrochloric acid, and nitrite. **Can. J. Microbiol.**, v.35, p.388-398, 1989.
- ROSS, R. P.; MORGAN, S.; HILL, C. Preservation and fermentation: past, present and future. **International Journal of Food Microbiology**, v.79, p.3-16, 2002.
- RUSSELL, A. D. Mechanisms of bacterial resistance to non-antibiotics: food additives and food pharmaceutical preservatives. **J. Appl. Bacteriol.**, v.71, p.191, 1991.
- SCHULZ, D.; BONELLI, R. R.; BATISTA, C. R. V. Bacteriocinas e enzimas produzidas por *Bacillus* sp. para conservação e processamento de alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v.16, n.4, p. 403-411, 2005.
- SCHULZ, D.; PEREIRA, M.A.; BONELLI, R.R.; NUNES, M.M.; BATISTA, C.R.V. Bacteriocinas: Mecanismo de ação e uso na conservação de alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v. 14, n.2, p.229-235, 2003.
- SEIFU, E.; BUYS, E.; DONKIN, E. F. Significance of the lactoperoxidase system in the dairy industry and its potential applications: a review. **Food Sci. And Techn.**, n. 16, p.137-154, 2005.
- SHARMA, V.; RAJ, D. Lactoperoxidase system origin, efficacy and its effect on milk constituent: a review. **Indian J. Dairy Bioscience**, n. 10, p.9-13, 1999.
- SHIN, K. et al. Susceptibility of *Helicobacter pylori* and its urease activity to the peroxidase-hydrogen peroxide-thiocyanate system: a review. **J. Med. Microb.**, n. 51, p.231-237, 2002.
- SIEBER, R.; BUTIKOFER, U.; BOSSET, J. O. Benzoic acid as a natural compound in cultured dairy products and cheese. **Int. Dairy J.**, v.5, p.227, 1995.
- SKURNIK, M.; STRAUCH, E. Phage therapy: Facts and Fiction. **International Journal of Medical Microbiology**, v.296, n.1, p.5-14. 2006.
- SOFOS, J. N. **Sorbic acid**. In *Natural Food Antimicrobial Systems*, Naidu, A. S., Ed., CRC Press, Boca Raton, FL, p. 637-659, 2000.
- SOFOS, J. N.; BUSTA, F. F. **Sorbic acid and sorbates**. In *Antimicrobials in Food*, Davidson, P. M. and Branen, A. L., Eds., Marcel Dekker, Inc., New York, p. 49-94, 2005.
- SOFOS, J. N.; BEUCHAT, L. R.; DAVIDSON, P. M.; JOHNSON, E. A. **Naturally occurring antimicrobials in foods**. Council for Agricultural Science and Technology, Task Force Report No. 132, Ames, IA. 103 p. 1998.
- SOFOS, J. N.; BUSTA, F. F.; BHOTHIPAKSA, K.; ALLEN, C. E.; ROBACH, M. C.; PAQUETTE, M. W. Effects of various concentrations of sodium nitrite and potassium sorbate on *Clostridium botulinum* toxin production in commercially prepared bacon. **J. Food Sci.**, v.45, p.1285, 1980.
- SONI, M.G.; BURDOCK, G.A.; TAYLOR, S.L.; GREENBERG, N.A. Safety assessment of propyl paraben: A review of the published literature. **Food Chem. Toxicol.**, v.39, p.513, 2001.



Capítulo 3 | Aditivos antimicrobiais aplicados à biotecnologia de alimentos

SONI, M.G.; TAYLOR, S.L.; GREENBERG, N.A.; BURDOCK, G.A. Evaluation of the health aspects of methyl paraben: A review of the published literature. **Food Chem. Toxicol.**, v. 40, p.1335, 2002.

STRATFORD, M.; ANSLOW, P.A. Evidence that sorbic acid does not inhibit yeast as a classic weak acid preservative. **Let. Appl. Microbiol.**, v.27, p.203–206, 1998.

SUGANTHI, V.; SELVARAJAN, E.; SUBATHRADEVI, C.; MOHANASRINIVASAN, V. **Lantibiotic nisin: a natural preservative from *Lactococcus lactis***. IRJP 3(1): 13-19. 2012.

SUNG, N. J.; HWANG, O. J.; LEE, E. H. N-nitrosamines in Korean ordinary soy sauce. **J. Korean Soc. Food Nutr.**, v.17, p.125, 1988.

TEUBER, M. The influence of fermentation on the nutritional quality of dairy products. Facts and fiction. **World Ingrid.**, v.43, 1995.

THANABAL, V.; LA MAR, G. N. A nuclear Overhauser effect investigation of the molecular and electronic structure of the heme crevice in lactoperoxidase. **Biochemistry**, n. 28, p.7038-7044, 1989.

THOMAS, L.V. E DELVES-BROUGHTON, J. Nisin. In: DAVIDSON, P.M.; SOFOS, J.N.; BRANEN, A.L. (Eds.). **Antimicrobials in Food**. Boca Raton: Taylor & Francis Group, p. 237-274. 2005.

TOLEDO, M.M. **Crescimento de *Lactococcus lactis* spp. lactis NCK 400 e produção de nisina em meio à base de extratos vegetais**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2000. 66 p. (Dissertação de mestrado).

TRANter, H. S. **Lysozyme, ovotransferrin and avidin**. In **Natural antimicrobial systems and food preservation**, Dillon, V. M. and Board, R. G., Eds., CAB International, Wallingford, U.K., pp. 65–97. 1994.

TSAY, W. I.; CHOU, C. C. Influence of potassium sorbate on the growth of *Yersinia enterocolitica*. **J. Food Prot.**, v.52, p.723–726. 1989.

VALKOVA, N.; LEPINE, F.; BOLLET, C.; DUPONT, M.; VILLEMUR, R. prbA, a gene coding for an esterase hydrolyzing parabens in *Enterobacter cloacae* and *Enterobacter gergoviae* strains. **J. Bacteriol.**, v.184, p.5011, 2002.

VANOIRBEECK, S. J. et al. Unique stress response to the lactoperoxidase-thiocyanate enzyme system in *Escherichia coli*. **Res. Microbiol.**, n. 156, p.225-232, 2005.

VÁSQUEZ, S. M.; SUÁREZ, H.; ZAPATA, S. Utilización de sustancias antimicrobianas producidas por bacterias ácido lácticas em la conservación de la carne. **Revista Chilena de Nutrición**, v. 36, n.1, 2009.

VESSONI PENNA, T. C.; JOZALA, A. F.; NOVAES, L. C. L.; PESSOA JR.; CHOLEWA, O. Production of nisin by *Lactococcus lactis* in media with skimmed milk. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v.121, p.619-637, 2005.

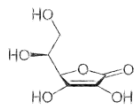
WALKER, K. (2006). **The bacteriophages as novel food additives: FS06 ANR 490/811**. Michigan State University. Acesso em: 10 de agosto de 2012. Disponível em: http://www.iflr.msu.edu/uploads/files/109/Student%20Papers/USE_OF_BACTERIOPHAGES_AS_NOVEL_FOOD_ADDITIVES.pdf

WANG, C. AND SHELEF, L. A. Behavior of *Listeria monocytogenes* and the spoilage microflora in fresh cod fish treated with lysozyme and EDTA. **Food Microbiol.**, v.9, p.207–213, 1992.

WEBB, J. L. **Enzyme and Metabolic Inhibitors**, Vol. 2, Academic Press, New York, p. 245. 1966.

WEDZICHA, B. L.; BROOK, M. A. Reaction of sorbic acid with nucleophiles: preliminary studies. **Food Chem.**, v.31, p.29–40, 1989.

WOLFSON, L. M.; SUMNER, S. S. Antibacterial activity of the lactoperoxidase system: a review. **J. Food Prot.**, n. 56, p.887-892, 1993.



Capítulo 3 | Aditivos antimicrobiais aplicados à biotecnologia de alimentos

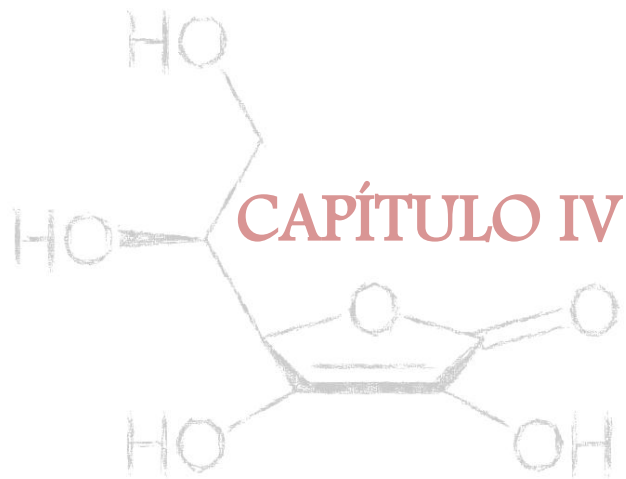
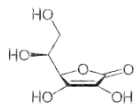
WOOLFORD, M. K. Microbiological screening of the straight chain fatty acids. (C1–C12) as potential silage additives. **J. Sci. Food Agric.**, v.28, p.219, 1975.

WRIGHT, L. D.; SKEGGS, H. R. Reversal of sodium propionate inhibition of Escherichia coli with β-alanine. **Arch. Biochem.**, v.10, p.383, 1946.

YARBROUGH, J. M.; RAKE, J. B.; EAGON, R. G. Bacterial inhibitory effects of nitrite: Inhibition of active transport, but not of group translocation, and of intracellular enzymes. **Appl. Environ. Microbiol.**, v.39, p.831, 1980.

ZAMORA, M. C.; ZARITZKY, N. E. Antimicrobial activity of undissociated sorbic acid in vacuum packaged beef. **J. Food Sci.**, v.52, p.1449–1454, 1987.

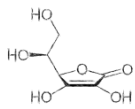
ZEYER, J.; KEARNEY, P. C. Degradation of o-nitrophenol and m-nitrophenol by Pseudomonas putida. **J. Agric. Food Chem.**, v.32, p.238, 1984.



Ana Laura Pereira Passos

Dão Pedro de Carvalho Neto

Isabela Lemos



Emprego de corantes, flavorizantes e adoçantes como agentes sensoriais

CORANTES: Aspectos gerais

Corante é a substância ou a mistura de substâncias que tem a capacidade de conferir ou intensificar a coloração de alimento (e bebida).

Excluem-se desta classificação os sucos e os extratos de vegetais e outros ingredientes utilizados na elaboração de alimentos (e bebidas) que possuem coloração própria. Porém, se forem adicionados com a finalidade de conferir ou intensificar a coloração própria do produto podem ser considerados corantes.

Os corantes são utilizados pelo homem desde os tempos mais remotos, como aditivo de alimentos extraídos de plantas e de minérios. Atualmente, são bastante utilizados os corantes obtidos por processos químicos de síntese que foram possíveis devido a avanços tecnológicos, como é o caso dos corantes sintéticos-artificiais.

O uso expressivo de corantes na indústria alimentícia levou à necessidade de controle de qualidade pelo governo e pelas empresas. Atualmente, há legislação específica para o uso de corantes.

Para tanto, o desenvolvimento de novas técnicas analíticas estão sendo eficientes na resposta à demanda do número de análises de forma rápida e, principalmente, confiável. O método mais utilizado e mais eficiente para determinar quantitativamente esse tipo de aditivo é a cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE).

CLASSIFICAÇÃO

Os corantes são classificados em dois grupos: corantes orgânicos naturais e os corantes orgânicos sintéticos.

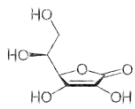
A maioria dos corantes orgânicos naturais são provenientes de plantas, porém podem também ser extraídos de animais. O princípio corante deve ser isolado com o emprego de processo tecnológico adequado e apresentando alto grau de pureza compatível com o seu emprego para fins alimentares.

Dentro deste grupo são ainda classificados em quatro grandes categorias de pigmentos porfirínicos:

- *clorofila*
- *flavonóides e derivados: antocianinas*
- *carotenóides: β-caroteno, licopeno, xantofila*
- *quinonas: ácido carmínico, carmim*

A essas quatro categorias também podemos adicionar as xantonas, a betalaina, a cúrcuma, os taninos e o caramelo.

Os compostos heterocíclicos, com estrutura tetra-pirrólica, compreendem as clorofilas presentes em vegetais, o heme e as bilinas encontradas em animais. Os compostos de estrutura isoprenóide, representados pelos carotenóides, encontrados em animais e em vegetais, e os compostos heterocíclicos contendo oxigênio, como os flavonóides, que são encontrados exclusivamente em



Capítulo 4 | Emprego de corantes, flavorizantes e adoçantes como agentes sensoriais

vegetais. Além desses, existem outros dois grupos de corantes presentes unicamente em vegetais: as betalaínas, que são compostos nitrogenados; e os taninos, que agrupam diversos compostos de estruturas altamente variáveis.

Os corantes de origem animal e vegetal não toleram altas temperaturas sem perder tonalidade. Por isso, é necessário o uso de corantes inorgânicos em altas temperaturas. Os pigmentos podem se misturar para dar tonalidades médias.

O segundo grupo é o de corantes orgânicos sintéticos. Esses corantes são assim chamados por serem obtidos através de síntese orgânica mediante o emprego de processo tecnológico adequado.

São conhecidas mais de 3.000 substâncias, das quais, menos de 10% são utilizadas em alimentos. São obtidos por síntese química e proporcionam cores persistentes, variadas e uniformes; são de alta pureza e baixo custo e podem ser obtidos em grande quantidade. Os corantes sintéticos podem ser classificados com relação à função química.

No Brasil, é permitido o uso de onze corantes artificiais, sendo eles: Tartrazina (E-102); Amarelo Crepúsculo (E-110); Azorrubina (E-122); Amaranto (E123); Ponceau 4R (E-124); Eritrosina (E-127); Vermelho 40 (E-129); Azul Patente V (E-131); Indigotina (E-132); Azul Brilhante (E-133); Verde Rápido (E143).

Muitos questionam o potencial mutagênico de corantes utilizados na alimentação. Não obstante, estudos estão sendo conduzidos para elucidar o emprego industrial dos corantes e a relação destes agentes enquanto potencialmente mutagênicos.

Um dos grupos mais importantes e extensivamente usados nas indústrias alimentícias é o dos corantes que apresentam o grupo azo: -N=N-. Esses corantes podem ser metabolizados pela microflora intestinal e muitos desses compostos se mostraram mutagênicos no teste de Ames.

O corante *Green S* também apresentou potencial mutagênico após o tratamento agudo em camundongos, aumentando a frequência de aberrações cromossômicas nas células da medula óssea.

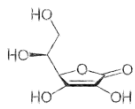
Por outro lado, alguns corantes sintéticos também podem apresentar potencial antimutagênico, dependendo das condições experimentais. Os corantes tartrazina, índigo e eritrosina mostraram ação antimutagênica sobre as lesões induzidas em camundongos.

Estudos realizados com a bixina (urucum), usada como corante em manteigas, queijos, margarinas e outros alimentos, apresentaram resultados de ação antimutagênica, reduzindo as frequências de micronúcleos e de aberrações cromossômicas, induzidas pela radiação-gama, nas células da medula óssea de camundongos e em linfócitos de ratos em cultura.

A curcumina também é considerada um agente antimutagênico e anticarcinogênico e está sendo testada pelo Instituto Nacional do Câncer dos Estados Unidos, por ter ação antioxidante e é capaz de inibir peroxidação lipídica, podendo impedir ou retardar eventos apoptóticos, entre outras funções.

APLICAÇÕES

As cores são capazes de influenciar as nossas decisões, estimulando nossos sentidos, principalmente as decisões que envolvem a escolha dos alimentos. Aparência, segurança, características sensoriais e aceitabilidade são parâmetros condicionados pela coloração do alimento.



Capítulo 4 | Emprego de corantes, flavorizantes e adoçantes como agentes sensoriais

O organismo é capaz de desenvolver uma relação entre as cores e os alimentos que está relacionada com o desenvolvimento cognitivo, ou seja, depende de nossa memória e de nossas experiências. Por exemplo, cores azuis ou verdes sugestionam queijos mofados e cores marrons estão relacionadas às frutas podres ou estragadas.

Essa relação pode funcionar muitas vezes como advertência e em outros casos causar aversões. Alguns estudos já foram feitos para testar o poder de influência das cores na escolha dos alimentos. Nesses estudos, os alimentos foram coloridos de forma anormal como, por exemplo, pêssegos vermelhos, bifês azuis e ovos verdes, o que causou aversões em quase todos os provadores.

A cor pode afetar outras características sensoriais e essa interrelação pode influenciar no aceite ou não do alimento. Isto pode estar associado ao fato do homem "enxergar" sabores através da cor.

As frutas verdes geralmente estão pouco maduras e são amargas, as frutas vermelhas por outro lado geralmente são aquelas que estão prontas para comer e possuem um sabor doce. Por outro lado, o sabor salgado não apresenta uma relação direta com a cor. Uma solução salgada pode ser incolor ou colorida, embora possa ser observado em estudos que uma mudança nas cores causa confusão com relação às estimativas deste sabor salgado.

A cor influencia no sabor, na aceitabilidade e, conseqüentemente, na preferência por certos alimentos e bebidas. Embora esses efeitos sejam associações inerentes às características psicológicas, interferem na escolha e dificultam a quantificação do sabor. Isto é um problema para as indústrias, pois a relação causa-efeito não pode ser ignorada ou minimizada nas formulações de novos alimentos e bebidas que visam suprir nossas necessidades.

Dessa forma, manter a cor natural do produto ou intensificá-la é determinante para a primeira avaliação do consumidor, que antes de experimentar sensações gustativas, recorre à associação pela visão, que permite inferir que alimentos coloridos, vistosos e atraentes são também altamente palatáveis.

HISTÓRICO

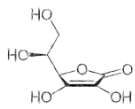
Há muito, os corantes naturais têm sido utilizados, sendo que alguns apresentam solubilidade em óleo, proporcionam matizes suaves e confere ao produto aspecto natural, o que aumenta a aceitação pelo consumidor.

O primeiro corante sintético, a malva, foi produzida em 1856 por William Henry Perkin. Antes disso, todos os corantes utilizados eram provenientes de vegetais comestíveis, ou de extratos de origem animal ou vegetal, que não poderiam ser consumidos, e de resultados da transformação de substâncias naturais.

Nas primeiras décadas do século XX, o mundo todo já utilizava cerca de oitenta tipos diferentes de corantes sintetizados artificialmente, que eram adicionados em alimentos e bebidas. Contudo, nessa época, ainda não existia qualquer tipo de regulamentação quanto ao uso desses corantes e ao grau de pureza. Posteriormente, devido a grande diversidade dessas substâncias, a lista de corantes permitidos em todo mundo foi publicada em vários países, ainda que de forma variável.

Em 1906, surgiu nos Estados Unidos a primeira legislação relativa à utilização de corantes na indústria alimentícia, autorizando somente sete representantes do grande grupo. Todavia, no final do século XIX, mais de 90 corantes eram utilizados pela indústria alimentícia norte-americana.

Com a utilização cada vez maior desses aditivos, os países começaram a estabelecer legislações para controlar seu uso. Assim, comitês internacionais, tais como a Comissão do *Codex Alimentarius*,



Capítulo 4 | Emprego de corantes, flavorizantes e adoçantes como agentes sensoriais

organismo subsidiário da FAO e da OMS, têm sido criados com o intuito de, entre outros objetivos, estabelecer especificações e critérios para a utilização de aditivos alimentares, incluindo os corantes sintéticos.

Os Estados Unidos, que chegaram a ter no início do século XX mais de 700 substâncias com poder corante, permitem, atualmente, somente nove tipos de corantes sintéticos em alimentos, sendo dois de uso restrito. No Japão, segundo a legislação atual daquele país, permite-se o uso de onze corantes sintéticos.

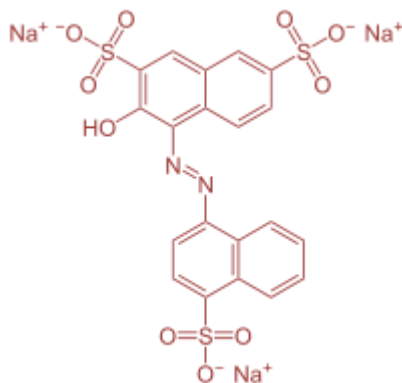
No continente Europeu com a criação da União Européia, houve a necessidade de uma harmonização das legislações dos países membros. Assim, foram elaboradas as diretrizes que controlam o uso de aditivos em alimentos, sendo as que englobam os corantes as diretrizes 94/36/EC e a 95/45/EC. Atualmente, são permitidos dezessete corantes artificiais na União Européia para uso em alimentos e bebidas. Cabe destacar que alguns países, como a Noruega e Suécia, proíbem o uso de corantes artificiais nos alimentos.

TIPOS DE CORANTES

Corantes azo

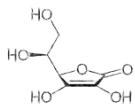
São chamados corantes azo todos aqueles que apresentam um anel naftaleno ligado a um anel benzeno por meio de uma ligação $N=N$. Esses anéis podem conter um, dois ou três grupos sulfônicos. Esse grupo representa a classe de corantes sintéticos em alimentos mais importante e utilizada.

AMARANTO | Estrutura molecular do Amaranto



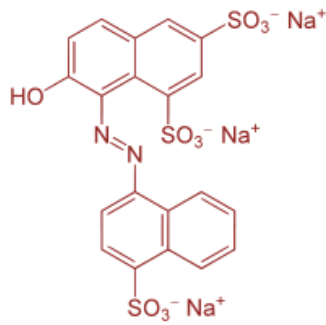
Esse corante apresenta uma boa estabilidade à luz e calor, porém descolore na presença de agentes redutores como o ácido ascórbico e o grupamento SO_2 . Os estudos a respeito do seu potencial carcinogênico são ainda contraditórios e não conclusivos.

Dessa forma, por medida de segurança, sua utilização é proibida nos Estados Unidos desde 1976. No Canadá, seu uso ainda continua permitido, pois a estrutura química deste corante é bastante semelhante a de outros que não são carcinogênicos. Na Inglaterra, seu uso é permitido em caráter provisório até que se apresentem estudos mais conclusivos. No Japão, foi voluntariamente banido pelas indústrias de alimentos e, na União Européia, seu uso ainda é permitido.



Capítulo 4 | Emprego de corantes, flavorizantes e adoçantes como agentes sensoriais

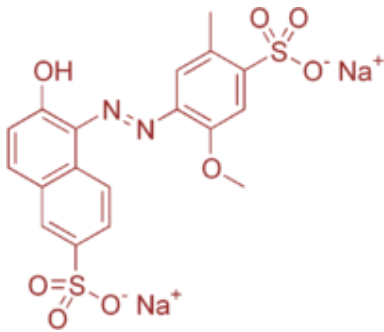
PONCEAU 4R | Estrutura molecular do Ponceau 4R



Assim como o amarantho, apresenta boa estabilidade ao calor, à luz e aos ácidos, porém descolore parcialmente na presença de alguns agentes redutores.

Devido a alguns estudos relevantes realizados a respeito da sua toxicidade, seu uso não é permitido nos Estados Unidos.

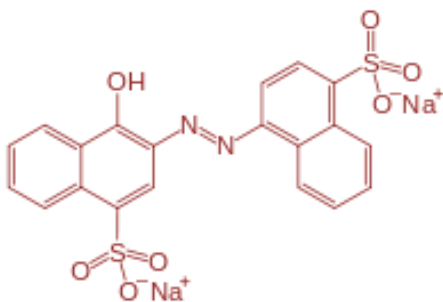
VERMELHO 40 | Estrutura molecular do Vermelho 40



Este corante apresenta boa estabilidade à luz, calor e ácidos, além de ser o corante vermelho mais estável para bebidas na presença do ácido ascórbico, um agente redutor.

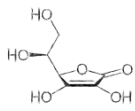
Como estudos relevantes feitos com esse corante mostraram que é pouco absorvido pelo organismo e não apresenta potencial carcinogênico, seu uso é liberado nos Estados Unidos, Canadá e nos países da UE.

AZORRUBINA | Estrutura molecular da Azorrubina



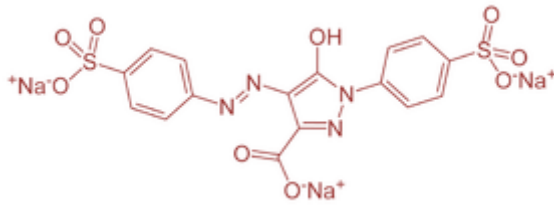
Como os outros corantes da mesma classe, a azorrubina apresenta boa estabilidade à luz, calor e ácido.

Seu uso é liberado para alimentos nos países da UE, porém é proibido nos Estados Unidos devido à falta de estudos conclusivos. Mesmo com seu uso liberado, necessita de estudos adicionais sobre o seu metabolismo.



Capítulo 4 | Emprego de corantes, flavorizantes e adoçantes como agentes sensoriais

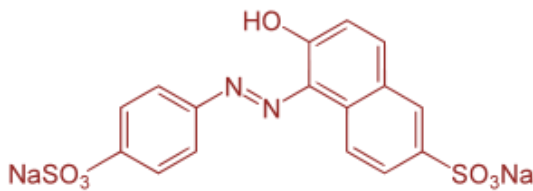
TARTRAZINA | Estrutura molecular da Tartrazina



Possui as mesmas características de estabilidade dos corantes da mesma classe descritos anteriormente. Dentre os corantes azo, a tartrazina tem despertado uma maior atenção dos toxicologistas e alergistas, sendo apontada como a responsável por várias reações adversas, causando desde urticária até asma.

No entanto, é um dos corantes mais empregados em alimentos e é permitido em muitos países, como Canadá, Estados Unidos e União Européia.

AMARELO CREPÚSCULO | Estrutura molecular do Amarelo Crepúsculo



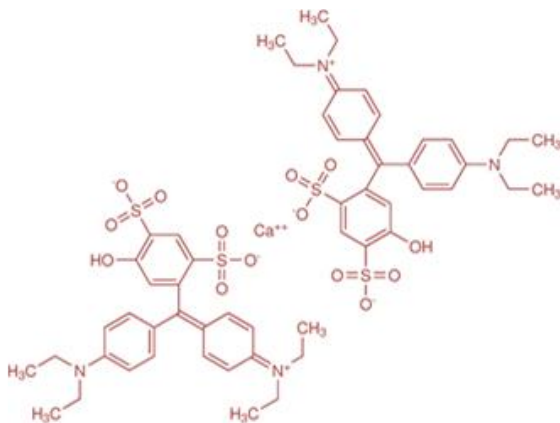
Possui boa estabilidade na presença de luz, calor e ácidos, apresentando descoloração na presença de ácido ascórbico e SO₂.

Os Estados Unidos, Japão e países da UE permitem seu emprego em alimentos, já o Canadá permite seu emprego em alguns produtos específicos e numa concentração máxima de 300 ppm.

CORANTES TRIFENILMETANOS

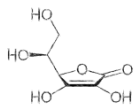
São altamente solúveis em água devido ao grupo sulfônico presente na sua estrutura, que conta também com três radicais arila - em geral grupos fenólicos, ligados a um átomo de carbono central. Com a legislação das normas do MERCOSUL, passam a integrar esse grupo, além do azul brilhante, o verde rápido e o azul patente V.

AZUL PATENTE V | Estrutura molecular do Azul Patente V



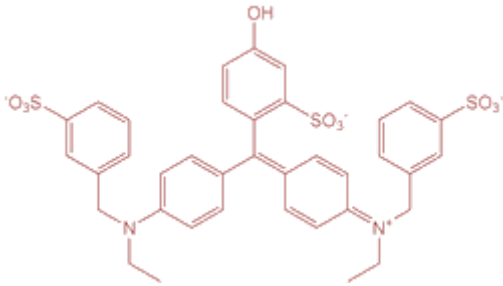
Possui excelente estabilidade à luz, ácidos e calor, mas apresenta descoloração na presença de ácido ascórbico e SO₂.

Devido à pequena quantidade de estudos conclusivos sobre o metabolismo deste corante, seu uso nos Estados Unidos é proibido, porém é permitido nos países da UE.



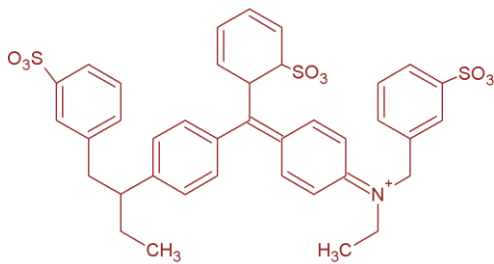
Capítulo 4 | Emprego de corantes, flavorizantes e adoçantes como agentes sensoriais

VERDE RÁPIDO | Estrutura molecular do Verde rápido



Possui razoável estabilidade à luz, calor e ácidos, mas apresenta baixa estabilidade oxidativa. Seu uso é permitido nos Estados Unidos desde 1927, mas proibido nos países da União Europeia.

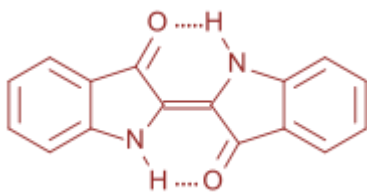
AZUL BRILHANTE | Estrutura molecular do Azul brilhante



Apresenta as mesmas características de estabilidade do verde rápido. Seu uso é incondicional nos Estados Unidos, limitado a alguns alimentos na Inglaterra e liberado na União Europeia.

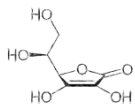
CORANTES INDIGÓIDES

AZUL DE INDIGOTINA | Estrutura molecular de Azul indigotina



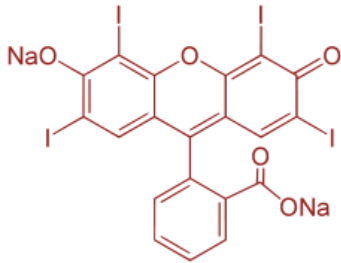
É um corante de uso liberado na maior parte dos países. A UE considera seu uso seguro, assim como os EUA, Inglaterra e Japão.

Possui baixa estabilidade à luz, calor e ácido, baixa estabilidade oxidativa e descolore na presença de SO₂ e ácido ascórbico.



CORANTES XANTENOS

ERITROSINA | Estrutura molecular de Eritrosina



É o único representante desta classe permitido no Brasil, EUA, Canadá e países da União Europeia. É insolúvel em pH abaixo de 5.

Existem estudos de uma possível associação com tumores na tireoide pela provável liberação de iodo no organismo, porém esses estudos não foram conclusivos.

RISCOS À SAÚDE

Em 1906, surgiram as primeiras suspeitas da ação cancerígena dos corantes. Ao injetar um corante azóico (vermelho escarlata) sob a pele da orelha de um coelho observou-se um crescimento celular atípico sob a pele. Outros estudos conduzidos em 1924 mostraram que a ingestão desse corante por camundongos podia provocar a formação de adenomas hepáticos.

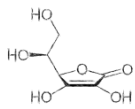
Desde então, várias pesquisas sobre a ação tóxica e cancerígena de diversos corantes foram empreendidas. Em relação aos corantes azóicos, por exemplo, dada a sua estrutura, suspeita-se que a parte ativa da molécula causadora de tumores seja possivelmente formada pela sua degradação. Desde o início do século XX, tem sido demonstrado que moléculas originadas dos corantes azóicos apresentam ação cancerígena, principalmente pela formação do aminoazobenzeno.

Algumas pesquisas tentam esclarecer quais são as estruturas químicas que são potenciais causadoras de tumores, bem como sobre os mecanismos de ação dessas estruturas e tempo de meia-vida. Sabe-se que a presença de certos grupamentos básicos funcionais, como a função amina (NH_2), por exemplo, é indispensável à atividade cancerígena dos corantes.

Dessa forma, algumas pesquisas tentam eliminar as propriedades malélicas dos corantes azoicos, introduzindo grupos carboxílicos (COOH) ou sulfonados (SO_3H) e retirando grupamentos funcionais aminas. Além da diminuição da ação carcinogênica, isto os tornava hidrossolúveis, o que permitia serem rapidamente eliminados. Assim, pesquisadores conseguiram demonstrar que os corantes azóicos sulfonados não apresentavam riscos à saúde, mesmo em altas doses e por longos períodos.

Outro grupo, que parece ser suspeito de propriedades cancerígenas é o das ftaleínas, embora muitos estudos tenham demonstrado o contrário. A eritrosina, um sal dissódico da tetraiodofluoresceína, não possui estudos comprovados da formação de tumores malignos, embora haja possibilidade de liberar iodo de sua estrutura, o que poderia levar a prováveis sais formados pela degradação do amaranço, causando disfunções da tireoide.

A maioria dos especialistas concorda que os aditivos de maneira geral são inofensivos à saúde desde que obedecendo aos percentuais máximos estabelecidos pela ANVISA (Agência Nacional de



Capítulo 4 | Emprego de corantes, flavorizantes e adoçantes como agentes sensoriais

Vigilância Sanitária) e ou pelo *Codex Alimentarius*. Estes estabelecem para cada aditivo a ingestão diária aceitável. Neste caso, todos os corantes artificiais permitidos pela Legislação Brasileira já possuem valores definidos de IDA, embora esses valores estejam sujeitos a alterações contínuas dependendo dos resultados de estudos toxicológicos.

É sempre recomendado pelo comitê de peritos da FAO (Food and Agriculture Organization) e da OMS (Organização Mundial da Saúde) para aditivos alimentares, o JECFA (Joint Expert Committee on Food Additives), que os países verifiquem sistematicamente o consumo total de aditivos permitidos, por meio de estudos da dieta de sua população, para assegurar que a ingestão total não ultrapasse os valores determinados na IDA.

Os estudos realizados são bastante contraditórios ou ineficientes com relação aos efeitos nocivos causados pelos corantes, principalmente os sintéticos. É sabido que os corantes podem causar desde simples urticárias, passando por asma e reações imunológicas, chegando até ao câncer em animais de laboratórios. Um exemplo importante é o amarantho, que por medida de segurança, é proibido nos Estados Unidos devido aos estudos naquele país demonstrarem seu poder carcinogênico. Contudo, em outros países, onde testes não apresentaram problemas carcinogênicos, a exemplo do Canadá, seu uso é liberado.

Estudos demonstraram que alguns corantes amarelos, entre eles a tartrazina e o amarelo crepúsculo, podem inibir a síntese de tromboxano, e que alguns corantes vermelhos, utilizados no Japão, também podem interferir na coagulação sanguínea, assim como os amarelos, apresentando risco potencial à saúde.

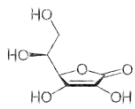
Somente estudos e testes experimentais em várias espécies podem garantir o consumo sem riscos a saúde.

LEGISLAÇÃO

Em 1977, a resolução CNNPA nº 44 estabeleceu as condições gerais de elaboração, classificação, apresentação, designação, composição e fatores essenciais de qualidade dos corantes empregados na produção de alimentos e bebidas. A Portaria nº 02 DINAL/MS, de 28 de janeiro de 1987, excluiu, no Decreto 55871/65, os corantes amarelo Ácido ou Amarelo Sólido (13015), Azul de Indantreno ou Azul de Alizarina (69800), Laranja GGN (15980), Vermelho Sólido E (16045), e Escarlate GN (14815) para uso em alimentos.

No Brasil, são permitidos para alimentos e bebidas o uso de apenas onze corantes artificiais, sendo o Amarantho, Vermelho de Eritrosina, Vermelho 40, Ponceau 4R, Amarelo Crepúsculo, Amarelo Tartrazina, Azul de Indigotina, Azul Brillhante, Azorrubina, Verde Rápido e Azul Patente V. Esta mudança ocorreu devido à necessidade de ajuste nas legislações, para uso de corantes em alimentos, dos países membros do Mercosul.

A resolução GMC nº 50/98 que trata dessa harmonização, bem como a Resolução GMC nº 52/98, que trata dos critérios para determinar funções de aditivos, aditivos e seus limites máximos para todas as categorias de alimentos determina que os rótulos dos alimentos coloridos artificialmente devem conter os dizeres "COLORIDO ARTIFICIALMENTE" e ter relacionado nos ingredientes o nome completo do corante ou seu número de INS (International Numbering System).



FLAVORIZANTES E AROMATIZANTES: Aspectos gerais

Aromatizantes e Flavorizantes são definidos como substâncias que apresentam propriedades odoríferas e sápidas, que conferem e/ou intensificam o sabor e/ou aroma dos alimentos.

Excluem-se dessa definição os produtos e/ou misturas que conferem exclusivamente o sabor doce, salgado ou ácido e as substâncias alimentícias e/ou produtos normalmente consumidos como tal.

Aromatizantes constituem o grupo de aditivos de maior variedade, uma vez que os aromas são muito complexos. Alguns produtos podem apresentar naturalmente mais de mil substâncias que, em conjunto, conferem um aroma característico. Como exemplo, podemos citar o Aroma Natural de Café.

O café torrado apresenta um aroma tão complexo que já se identificaram mais de mil componentes na sua constituição. Estão catalogadas mais de 3.000 substâncias simples voláteis que podem ser utilizadas para compor os mais variados aromas que existem na natureza. O mel apresenta um aroma composto de mais de 200 aromas individuais; a maçã apresenta em seu aroma mais de 130 componentes individuais, voláteis.

Quase na totalidade, os aromas são usados em quantidades diminutas, se comparadas às dos outros aditivos - cerca da milésima parte das quantidades utilizadas com os conservadores. Apesar do grande número de diferentes aromas, até agora eles não mereceram maior prioridade de controle porque suas quantidades utilizadas são muito pequenas.

O uso de aromatizantes e flavorizantes vem se intensificando de acordo com a necessidade do mercado. O uso destes não restringe-se apenas à indústria alimentícia, mas também há utilização na indústria farmacêutica durante a manipulação do medicamento. Devido à grande abrangência de aplicações encontradas em tal classe de aditivos, viu-se necessária a criação de regulamentações e leis que promovam o controle do uso destes em produtos disponibilizados ao mercado consumidor.

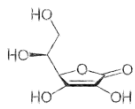
Classificação

Os aromatizantes são classificados em naturais e sintéticos, havendo subdivisões existentes na mesma classe.

Os aromatizantes naturais são considerados substâncias obtidas por metodologia física, microbiológica ou enzimática de matérias-primas de origem vegetal e/ou animal que estejam adequadas e permitidas para o consumo humano, tendo tais matérias-primas propriedades sápidas e/ou odoríferas, sejam essas adquiridas de imediato após a extração ou a um tratamento *downstream*, podendo este ser: torrefação, cocção, tratamento enzimático, dentre outros.

Os aromatizantes naturais estão representados nas especiarias de uso cotidiano e intenso, como as de origem floral, (açafraão e o cravo da Índia); das frutas (baunilha, coriandro, pimenta, zimbro e o cominho); das sementes, (cardamomo, mostarda, noz-moscada e o anis); dos rizomas e raízes (gengibre, cúrcuma e a angélica); das folhas (orégano, tomilho, louro) ; e das cascas (canela). Os aromatizantes sintéticos são definidos como obtidos por intermédio de processos químicos que não foram identificados em produtos naturais.

Dentro da classe dos aromatizantes naturais, coexistem quatro classificações, enquanto os aromatizantes artificiais são representados por três classes, conforme é apresentado no quadro 1.



Quadro 1 | Aromatizantes naturais e sintéticos

AROMATIZANTES NATURAIS

ÓLEOS ESSENCIAIS | São produtos voláteis extraídos de plantas por intermédio de processos físicos (principalmente as variantes de destilação). Estes produtos naturais podem se encontrar isolados, misturados, concentrados (submetidos ao processo de destilação fracionada para concentrar um determinado produto de interesse), concentrado (produto que se encontra parcialmente desterpenado) e desterpenados (produtos que se encontram com uma baixa taxa de terpenos em sua constituição).

EXTRATOS | São obtidos a partir de matéria-prima animal, vegetal ou microbiana que, por intermédio da técnica de esgotamento, a quente ou a frio, consiga-se extrair os produtos com propriedades sápidas, aromáticas, voláteis e fixas correspondentes ao produto natural em questão. Os extratos podem se subdividir em extratos líquidos (não havendo a eliminação do solvente) ou extratos secos (em que há a eliminação do solvente).

BÁLSAMOS, OLEORESINAS OU OLEOGOMARESINAS | Produtos obtidos por exudação livre ou forçada de determinadas espécies vegetais.

SUBSTÂNCIAS AROMATIZANTES NATURAIS ISOLADAS | são produtos obtidos através de isolamento das matérias-primas de origem animal, vegetal ou microbiana que se encontram estruturalmente idênticos às substâncias encontradas nas matérias-primas, podendo estas ter passado por um processo químico ou não.

AROMATIZANTES SINTÉTICOS

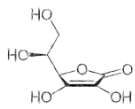
IDÊNTICOS AOS NATURAIS | São substâncias obtidas por síntese química, obtendo-se em forma isolada ou misturadas, apresentando estrutura química similar aos produtos encontrados em suas respectivas matérias-primas.

ARTIFICIAIS | São substâncias provenientes de síntese, que ainda não tenham sido identificados em produtos de origem. Os aromatizantes artificiais também são derivados de uma mistura de aromatizantes, onde ao menos um destes seja um aromatizante artificial.

DE FUMAÇA | São produtos que conferem aos alimentos embutidos o sabor de defumado.

Pode-se obter os aromas de frutas através de concentração à vácuo, extração e fermentação. Em alguns casos, podem ser substituídos por produtos de síntese ou grupos químicos, como beta-metilfenilglicidato de etilo, que proporciona aroma semelhante ao morango; butirato de benzilo, semelhante ao ananás; a etilvanilina, semelhante à vanilina; gama-undecalactona, semelhante ao pêssego; e acetato de amilo, semelhante à banana, entre outros. Os aromatizantes artificiais, obtidos por meio de síntese, são muito mais utilizados nos alimentos, pelo seu alto poder aromatizante, baixo custo e persistência do aroma.

Os bioaromas são uma nova designação referente às substâncias produzidas por fermentação através de fungos, onde tais produtos finais são considerados como flavorizantes naturais. Os



bioaromas são considerados produtos biotecnológicos devido ao fato da utilização de microrganismos que sejam capazes de realizar, em uma única etapa ou em várias etapas utilizando algum metabólito intermediário no processo de síntese do produto. Atualmente, existem cerca de 3000 microrganismos capazes de sintetizar aromas naturais similares a morango, abacaxi, pêra, maçã e melão.

APLICAÇÕES

O consumo de alimentos é propiciado devido à necessidade de nutrientes que o organismo necessita diariamente; porém, na sociedade atual, onde os alimentos também têm de se apresentar, em sua grande parte em forma industrializada, a escolha pelo prazer proporcionado por esse torna-se de grande valia na hora de escolher um determinado produto. E é para atender a essa demanda que são empregados os flavorizantes e aromatizantes.

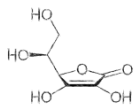
Pesquisas veem demonstrando que o mercado consumidor apresenta uma forte tendência a alimentos que constituam uma alimentação saudável. Assim, a presença de “aroma artificial” e “aroma similar” na rotulagem do produto remetem ao consumidor um alimento que não se enquadra nos padrões desejados, promovendo a busca por alimentos que sejam “naturais”. Apesar de não haver significativa variação entre os flavorizantes naturais e seus similares sintéticos, os consumidores ainda optam por uma opção mais “saudável”.

A utilização de flavorizantes e aromatizantes não limita-se apenas à indústria alimentícia. Esses aditivos também são empregados na produção e manipulação de fármacos. A adição de flavorizantes em fármacos, principalmente de uso pediátrico, são necessários para a aceitação e para a correção de sabores indesejáveis (ácidos, básicos, dentre outros). A adição de flavorizantes aos fármacos é complexa, pois o paladar agradável ou desagradável é dependente de preferências individuais e a interação de tais substâncias ao fármaco pode induzir uma possível sensibilidade alérgica.

HISTÓRICO

Os aromatizantes aumentam a aceitabilidade dos alimentos, melhorando o seu aroma. Desde o século XIX são desenvolvidos numerosos aromas naturais. Até o século XX, foram descobertos quase 1.000 agentes químicos aromatizantes. Estudos demonstram que as características sensoriais, em particular o aroma, têm efeito sobre a escolha do consumidor. Historicamente, gregos e romanos perfumavam seus vinhos com rosas, violetas, ervas e condimentos exóticos, trazidos da China, Índia e Egito pelos mercadores venezianos. Na Europa, esses ingredientes foram misturados, também, aos alimentos para torná-los mais palatáveis. Durante o século XIX, avanços na química orgânica tornaram possível que importantes substâncias aromatizantes, como a vanilina e a cumarina, fossem sintetizadas e adicionadas aos produtos alimentícios.

O primeiro flavorizante a ser vendido comercialmente foi aminoácido L-glutâmico ou, comumente conhecido, o glutamato monossódico. Este flavorizante vem sendo utilizado há séculos para proporcionar o sabor característico aos pratos orientais, que são detectados por papilas gustativas da língua específicas ao sabor *umami*. Durante muito tempo o glutamato monossódico foi associado à “Síndrome do Restaurante Chinês”, que se caracteriza por eritema facial, sudorese, opressão torácica e eventualmente náuseas e broncoespasmo. Acredita-se que ocorra *flushing* e cefaleia devido à atividade neuroexcitatória do glutamato monossódico nas terminações nervosas. Diversos estudos tentaram comprovar a existência desta síndrome através de provocação oral, porém não foi demonstrada diferença estatisticamente significativa em relação ao placebo. Alguns



pacientes apresentaram sintomas subjetivos após a ingestão de altas doses - em torno de três gramas. Suspeita-se que o glutamato monossódico seja um fator desencadeante de asma, porém os estudos são controversos e este mecanismo permanece indefinido.

RISCOS À SAÚDE

Aromatizantes naturais, particularmente condimentos e especiarias, tais como: pimenta, cravo, cominho, noz-moscada, orégano, louro e alecrim são usados desde a antiguidade, sem que tenha conhecimento de relatos sobre efeitos prejudiciais. No entanto, seu emprego na alimentação infantil deve ser desestimulado.

É praticamente impossível submetê-los a provas corretas de previsão de riscos, uma vez que seus componentes químicos são desconhecidos ou mal definidos e, além disso, recentemente têm aparecido relatos sobre efeitos lesivos de alguns deles. Noz-moscada e seu óleo essencial contêm miristicina e safrol. Miristicina tem estrutura química semelhante a da mescalina e parece ser responsável pelo quadro tóxico produzido pela ingestão de quantidades excessivas de noz-moscada, caracterizado por vômitos, taquicardia, dispnéia, despersonalização e confusão mental. Safrol, antigamente usado como aditivo de certas bebidas (salsaparrilha), demonstrou efeitos hepatotóxicos e carcinogênicos em animais de laboratório.

Glutamato monossódico é incluído entre os aromatizantes por intensificar o sabor de carnes em geral; por tal fato, este é utilizado como aditivo em molhos, carnes, caldos de galinha ou de carne em tabletes, dentre outros; mas não existe um código de rotulagem relacionado a tal derivado, devendo este ser mencionado por extenso quando adicionado ao alimento em questão. O ácido glutâmico, do qual é derivado, é um constituinte normal de proteínas da dieta, sendo também encontrado em muitos alimentos tais como a soja.

Em virtude desses fatos, e também por não haver evidência ponderável que as crianças apreciam mais o aroma intensificado da carne, sugeriu-se que esse aditivo não fosse incluído nos alimentos para uso infantil e que não se indicasse uma ingestão diária aceitável para menores de um ano de idade.

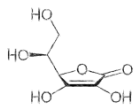
LEGISLAÇÃO

Antes da autorização do uso de aditivos, é necessário que seja feita uma extensiva avaliação toxicológica, tendo em vista suas propriedades específicas, efeitos cumulativos e colaterais e possíveis interações no organismo.

A restrição aos aditivos estabelece que o uso deverá limitar-se a alimentos específicos, em condições específicas e em concentrações mínimas a ponto de obter o efeito previsto.

O uso de aditivos somente se justifica quando, na produção, for mais vantajoso tecnologicamente, porém, devem-se excluir as possibilidades de alcançar tais vantagens por meio de operações industriais.

A regulamentação do emprego dos aditivos, nos Estados Unidos, é realizada pela Food and Drug Administration (FDA) e, no Brasil, pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Em 1962, foi criado o *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (JECFA), cujo objetivo é avaliar, sistematicamente, o potencial tóxico, a mutagenicidade e carcinogenicidade dos aditivos alimentares regularizados pelos órgãos competentes. O JECFA, baseado em dados experimentais, tem a missão de recomendar, ou não, o uso de determinado aditivo e de estabelecer o valor da



Ingestão Diária Aceitável (IDA) para cada aditivo. A IDA indica a quantidade diária máxima de um aditivo alimentar, que pode ser ingerida, em longo prazo, tendo que esta não apresente riscos à saúde humana.

Em 2007, o então Diretor da ANVISA, Dirceu Raposo de Melo, julgando necessária a atualização da regulamentação do uso de aromatizantes cria a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 2, em que aprova o Regulamento Técnico sobre Aditivos Aromatizantes no seu Artigo 1º, listando aromatizantes permitidos, substâncias legalizadas para a síntese de aromatizantes, concentrações máximas de determinados aditivos aromatizantes sobre o alimento e as matérias-primas que se encontram proibidas para a retirada de princípios ativos.

ADOÇANTES: Aspectos gerais

Adoçantes, também conhecidos como edulcorantes são um grupo de substâncias naturais ou artificiais adicionadas aos alimentos e bebidas para dar sabor doce, em substituição ao açúcar convencional. Além de adoçar, esses aditivos também podem ser utilizados para processos como fermentação e conservação de alimentos.

São utilizados para substituir o açúcar por vários motivos, como controle de peso, controle de cáries dentárias e também para manter umidade de pães.

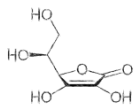
Podem ser divididos em dois grandes grupos: Os **adoçantes nutritivos**, que acrescentam calorias; e os **não nutritivos** ou de alta intensidade que não acrescentam e são usados em pequena quantidade por serem muitas vezes mais doce que o açúcar.

Os aditivos permitidos recebem uma numeração INS (International Numbering System) de três dígitos, indicando que o produto foi avaliado pelos órgãos responsáveis e foi aprovado. O primeiro relata o número do tipo de aditivo (9 - de edulcorantes), o segundo número refere-se à família do aditivo e o terceiro refere-se a determinadas espécies.

Os adoçantes nutritivos são naturais. São os extraídos diretamente de plantas ou produzidos por via biotecnológica. Os adoçantes não nutritivos são sintéticos. São produzidos através de processos industriais específicos. Ambos os tipos de aditivos têm suas principais apresentações listadas no quadro 2.

Quadro 2 | Adoçantes nutritivos (naturais) e não nutritivos (sintéticos)

ADOÇANTES NUTRITIVOS	ADOÇANTES NÃO NUTRITIVOS
Glicose	Acesulfame-k ou E 950
Isomaltose ou E 953	Aspartame ou E 951
Manitol ou E 421	Ciclamato ou E 952
Maltitol ou E 965	Lactitol
Lactose	Sorbitol ou álcool de açúcar
Flavonóides	Sucralose ou E 955
Sacarose ou açúcar de mesa	Sacarina ou E 954
Frutose	Taumatina ou E 957
Steviosídeos	
Xilitol ou E 967	



Capítulo 4 | Emprego de corantes, flavorizantes e adoçantes como agentes sensoriais

Nos últimos séculos, observou-se uma mudança na indústria alimentícia na Europa como também em várias partes do mundo. Os regimes de subsistências foram substituídos por regimes industriais, e uma das indústrias que mais cresceu foi a dos adoçantes. Dos adoçantes não calóricos, a sacarina é o mais antigo. A doçura da sacarina é, por exemplo, entre 300 vezes e 550 vezes maior do que a da sacarose. No século 20, vários outros adoçantes não calóricos entraram no mercado.

A sacarina foi descoberta em 1879 pelo químico alemão Constantin Fahlberg. Mas em 1972 sua segurança foi questionada e ela foi removida da lista de aditivos dos EUA. Em 1981, o adoçante tornou-se parte das substâncias potencialmente causadoras de câncer estabelecidas pelas autoridades dos EUA. Já em 1999, as autoridades americanas, depois de vários estudos, liberaram alguns adoçantes para consumo da população.

Aplicações

Como dito anteriormente, os adoçantes são usados em substituição ao açúcar, principalmente para dar sabor doce aos alimentos. A seguir, no quadro 3, são apresentados os adoçantes mais comumente utilizados em alimentos.

Quadro 3 | Adoçantes mais comumente utilizados em alimentos.

Acesulfame-K (C₄H₄NO₄KS) | Foi descoberto em 1967 por pesquisadores alemães. Apresenta-se na forma de pó cristalino branco, inodoro, solúvel em soluções aquosas. Testes em humanos, ratos e coelhos mostraram que essa substância não é metabolizada e, portanto, não afeta as funções normais do organismo.

Aspartame (C₁₄H₁₈N₂O₅) | Foi descoberto acidentalmente em 1965 na tentativa de achar um sedativo para tratamento de úlceras. É um dipeptídeo branco, cristalino, inodoro, de baixa caloria, solúvel em água. É um dos adoçantes de maior comercialização no mundo. A ingestão na gravidez é considerada segura.

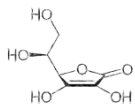
Sacarina | Foi descoberta em 1879 e é usada nos Estados Unidos desde 1901. Não é metabolizada. Usada em concentrações muito altas apresenta sabor amargo, por isso passou a ser associado a outros edulcorantes, a partir de 1950 com a descoberta do ciclamato. Atravessa a barreira placentária. Não existem indícios de que a sacarina seja teratogênica, no entanto, seu uso é proibido na França e Canadá.

Ciclamato | É comercializado desde 1950. Não tem sabor residual e não sofre alterações com elevação da temperatura. Quando associado à sacarina, o ciclamato atenua seu sabor desagradável. Pesquisas garantem a segurança do seu uso. Suspeita-se que o ciclamato possa causar efeitos citogenéticos sobre linfócitos humanos. Alguns investigadores tentaram associar esses efeitos com aumento na incidência de malformações e problemas comportamentais nos fetos expostos, sem conclusões definitivas. Está proibido no Japão, Estados Unidos, Inglaterra e França.

Sucralose | Foi descoberta acidentalmente em 1976. O consumo de sucralose não prejudica o controle glicêmico de pacientes diabéticos. Grande parte ingerida não é metabolizada. A pequena quantidade absorvida é excretada por meio de urina e fezes. A sucralose recebeu aprovação total da FDA para o consumo humano em 1998. A FDA concluiu que ela não apresenta riscos carcinogênicos, neurológicos ou reprodutivos para os seres humanos.

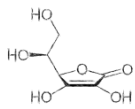
Stévia | Este adoçante não-calórico tem sido usado comercialmente no Japão e no Brasil há mais de 20 anos. Em 1995, a FDA liberou a importação da estévia como suplemento alimentar. Tem gosto amargo de ervas ou alcaçuz no momento da ingestão. Estudos em animais e humanos indicam que esse adoçante possui propriedades anti-hipertensivas. Não existem estudos quanto ao seu uso durante a gestação em humanos, como não é comercializada nos Estados Unidos, não foi classificada quanto aos riscos para gestantes e fetos.

Xilitol C₅H₁₂O₅ | É um poliálcool tolerado por diabéticos e que apresenta várias aplicações clínicas. Tem elevada estabilidade química e microbiológica e atua, mesmo em baixas concentrações, como conservante de produtos alimentícios, oferecendo resistência ao crescimento de microrganismos e prolongando a vida de prateleira desses produtos. Pode ter efeitos laxativos se consumido em grandes doses.



REFERÊNCIAS

- ANTUNES, L.M.G.; ARAÚJO, M.C.P. Mutagenicidade e antimutagenicidade dos principais corantes para alimentos. **Rev. Nutr.**, Campinas, v.13, n.2, p. 81-88, maio/ago., 2000.
- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Considerações sobre o Uso do Edulcorante Aspartame em Alimentos**. 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO. **Compêndio da legislação de alimentos: consolidação das normas e padrões de alimentos**. 8 ed. São Paulo, 2001.v. 1A.
- BEAUDOUIN, E. et al. Food anaphylaxis following ingestion of carmine. **Ann. Allergy Asthma Immunol.**, v. 74, p. 427-430, 1995.
- BERDICK, M. Safety of food colors In: HANTHCOCK, J. N. (Ed.) **Nutritional toxicology**. New York: Academic Press, 1982, v. 1, p. 383-434.
- BRANCA, P.; SPAGNOLINI, G. P. **Identificazione e dosaggio spettrofometrico di alcuni coloranti di sintesi in prodotti alimentari**. Estratto Dalla Rivista Industrie Delle Bevande. Dicembre, - Chiriotti Editori, 1980.
- BRASIL, Leis e Decretos, Dec. Lei 55871. **Regulamenta normas de aditivos intencionais**. Diário Oficial da União. 29/04/1965.
- BRASIL. Leis e Decretos, Resolução 04. **Regulamenta normas de aditivos intencionais**. Diário Oficial da União. 19/12/1988.
- CHUNG, KT.; CERNIGLIA, CE. Mutagenicity of azo dyes: structure-activity relationships. **Mutation Research**, Amsterdam, v.277, n.3, p.201-220, 1992.
- CLYDESDALE, F.M. Color as a factor in food choice, **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v. 33, n 1, p. 83-101, 1993.
- COULSON, J. Synthetic organic colours for food. In: **Developements in food colours - 1**. London: Walford, J. (Ed). Appl. Sc. Publ., 1980. p.47-94.
- CROCE, J. Muita cor e algum risco nas balas. **Consumidor S.A.** v. 2, p.5-8, 1965.
- DOWNHAM, A.; COLLINS, P. Colouring our food in the last and next millennium. **Int. J. Food Sci. Technol.**, v. 35, p. 5-22, 2000.
- DRAKE, J. J. P. Food Colours - Harmless Aesthetics or picturean Luxuries ? **Toxicology**, v. 5, p. 3-42, 1975.
- EUROPEAN FOOD INFORMATION COUNCIL. **EDULCORANTES: MAIS UMA OPACAO PARA UMA VIDA DOCE**. 2004 – (ACESSADO EM 23/10/2012)
(<http://www.eufic.org/article/pt/nutricao/acucares-simples/artid/Edulcorantes-mais-uma-opcao-para-uma-vida-doce/>)
- KAPADIA, J. G. et al. Cancer chemopreventive activity of synthetic colorants used in foods, pharmaceuticals and cosmetic preparations. **Cancer-Lett.**; v. 129, n 1, p. 87-95, 1998.
- KUHAR, M. J. A possible mechanism for the pathogenic action of mon osodium glutamate. **Res. Commun. Path. Pharm.**, n2, p. 95, 1971.



Capítulo 4 | Emprego de corantes, flavorizantes e adoçantes como agentes sensoriais

KWOK, R. **Chinese restaurant syndrome**. N. Engl. Med. nº 270, p. 796, 1978.

LAWRENCE, J. F.; LANCASTER, F. E.; CONACHER, H. B.S. Separation and detection of synthetic food colours by ion-pair HPLC. **J. Chromatogr**, v. 210, p. 168-172, 1981.

LEDERER, J. Alimentação e câncer, São Paulo: Manole Dois, 1990. 279p.

MACKINSKI-Jr, M. Estimates of maximum limits of food colors use in brazil through the danish budget method and the baerand wuertzen-modified method. **Food Addit. Contami.**, v. 15, n 4, p. 481-486, 1998.

MADRID A, CENZANO I, VICENTE JM. **Manual de Indústrias dos Alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1995.

MAGA, J. A. **Food additive toxicology**. Survey of Contemporary Toxicology (New York), 1980;

MARMION, D. M. **Handbook of U.S. colorants: foods, drugs, cosmetics, and medical devices**. 3rd ed. John Wiley & Song, USA, 1991. 575p.

MARMION, D. M. HPLC Determination of 4,4-diazoamino of dibenzene sulfonic acid in FD and C yellow nº 6. **J. Ass. Off. Anal. Chem.**, v. 60, n 1, p. 168-172, 1977.

OLNEY, J. W.; HO, O. Brain damage in infant mice following oral intake of glutamate, aspartate or cysteine. **Nature**, n.227, p. 609, 1970;

PÉREZ-URQUIZA, M.; BELTRÁN, J. L. Determination of dyes in foodstuffs by capillary zone electrophoresis. **J. Chromatogr.**, v. 898, p. 271-275, 2000.

PRADO, M.A, et al. Corantes Artificiais em Alimentos. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.14, n.2, p. 237-250, 2003.

PRADO, M.A.; GODOY, H.T. Teores de corantes artificiais em alimentos determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. **Quim. Nova**, v. 30, n. 2, 268-273, 2007.

QUEIJA, C.; QUEIRÓS, M. A.; RODRIGUES, L. M. A cor dos Alimentos. **Química - Bol. Soc. portuguesa Quím.** v. 80, p. 6-11, 2001.

REYES, F. G. R.; PRADO, M. A. JECFA - Aditivos e Contaminantes Alimentares - **Notícias ILSI Brasil** v. 9, n.1, 9.5-6, set. 2001.

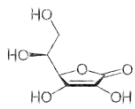
REYES, F. G. R.; VALIM, M. F. C. F. A.; VERCESI, A. E. Effect of organism synthetic food colours on mitochondrial respiration. **Food Addit. Contam.**, v. 13, n.1, p. 5-11, 1996.

RING, J.; BROCKOW, K.; BEHRENDT, H. Adverse Reactions to Foods. **J. Chromatogr. B**, v. 756, p.3-10, 2001.

SALINAS, R. D. **Alimento e Nutrição: Introdução à Bromatologia**. 3ªEd.(Porto Alegre), 2002;

SCHVARTSMAN, S. **ADITIVOS ALIMENTARES**. *Pediatr.* (São Paulo), nº4, p. 202 – 210, 1982;

THERESIAMMA, KC.; GEORGE, J.; KUTTAN, R. Protective effect of curcumin, ellagic acid and bixin on radiation induced toxicity. **Indian Journal of Experimental Biology**, New Delhi, v.34, n.9, p.845-847, 1996.



Capítulo 4 | Emprego de corantes, flavorizantes e adoçantes como agentes sensoriais

THERESIAMMA, KC.; GEORGE, J.; KUTTAN, R. Protective effect of curcumin, ellagic acid and bixin on radiation induced genotoxicity. **Journal of Experimental Clinical and Cancer Research**, v.17, n.4, p.431-434, 1998.

VALIM, M. F. C. F. A. **Avaliação do efeito de corantes orgânicos sintéticos artificiais na função respiratória mitocondrial**. 83f. (Dissertação Mestrado em Ciências de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989.

VETORAZZI, G. Toxicological profiles of food colorants In: **Handbook of international food regulatory toxicology**. Lancaster: MTP Press, v. 2, p.13-86, 1981.

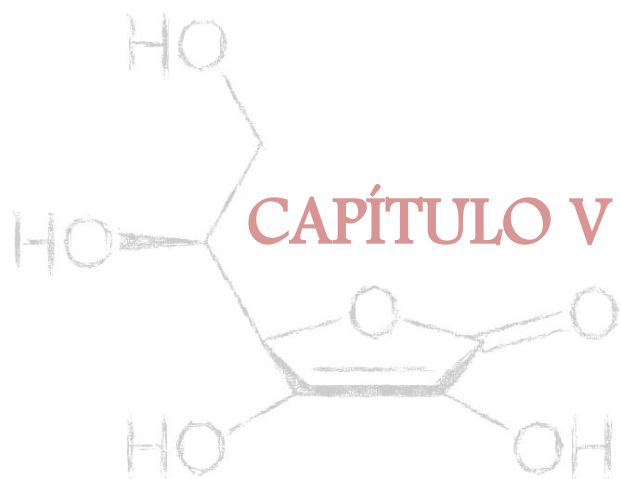
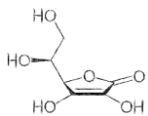
WALFORD, J. **Developments in food colours: the developments series**. London: Applied Science Publ., 1980. v. 1, 259p.

WHO. **DOSSIÊ AROMAS**. Food Ingredients Brasil, nº 8, p. 41 – 46. 2009.

WILHELM, R. THE HISTORICAL DEVELOPMENT OF THE CONSUMPTION OF SWEETNERS- A LEARNING APPROACH. 2005.

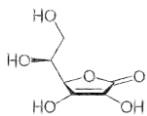
YAMAZAKI, H. et al. Effect of food additives on rabbit platelet function. II. **Jpn. J. Toxicol. Environ. Health**; v. 40, n 1, p. 41, 1994.

YAMAZAKI, H. et al. Effect of food additives yellow colors on rabbit platelet function. **Jpn. J. Toxicol. Environ. Health**; v. 43, n 1, p. 6, 1997.



Marco Aurélio Bernardes Vieira

Mariana Ferreira Carrijo



Antioxidantes como agentes preservativos

Histórico e aspectos gerais

O primeiro relato da ação anti-oxigênica foi realizado em 1797 pelo químico francês Claude Berthollet. Este cientista observou que os vestígios de vapores de compostos de enxofre impediam a luminescência do fósforo em atmosfera de oxigênio diluído.

Posteriormente, no ano de 1817, o químico britânico Humphry Davy descobriu a combustão catalítica ao colocar um fio de platina aquecido numa mistura de ar urbano que ficou com forte coloração branca durante a combustão.

Duclaux foi o primeiro a demonstrar, em 1886, que o oxigênio atmosférico era o maior agente causador de oxidação do ácido graxo livre. Deste modo, alavancou o estudo da rancificação de gorduras que havia se estagnado. Em 1908, Tsujimoto descobriu que a oxidação de triglicerídios altamente insaturados poderia provocar odor de ranço em óleo de peixe.

Os primeiros estudos que relatam o uso de antioxidantes para retardar a oxidação lipídica datam de 1843. Deschamps demonstrou que uma pomada feita a base de banha de porco fresco contendo goma benzóica não se tornaria rançosa, ao contrário da banha pura. Segundo o mesmo, a causa desta preservação ocorre devida à ação anti-oxigênica das substâncias fenólicas presentes na benzoína.

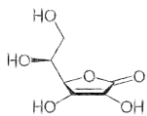
Wright, em 1852, relatou sobre a preservação de gorduras feita pelos índios americanos do Vale de Ohio por meio do uso de casca de ulmeiro. Isto fez com que, após 30 anos dessa observação, o produto fosse patenteado como antioxidante.

Os estudos clássicos de Moureu e Dufraise deram início aos conhecimentos atuais das propriedades de vários produtos químicos para prevenir a oxidação de gorduras e alimentos gordurosos. Durante a Primeira Guerra Mundial e alguns anos depois, estes pesquisadores testaram a atividade antioxidante de mais de 500 compostos. Esta pesquisa básica, combinada com a importância da oxidação de quase todas as operações de manufatura, vem desencadeando uma busca por aditivos químicos para controlar a oxidação.

Em 1936, Olcott e Mattill relataram o sinergismo antioxidante nos alimentos pela primeira vez. Isto foi significativo para compreender a estabilidade oxidativa em alimentos por meio de uma combinação de antioxidantes encontrados na fração insaponificável de óleos. Eles descreveram os antioxidantes como inibidores e os agruparam nos seguintes grupos: ácidos, inibidores, fenólicos e hidroquinona.

Desde a década de 1960, devido ao desenvolvimento eficaz das técnicas analíticas, o entendimento de auto-oxidação de lipídios insaturados e mecanismos antioxidantes têm avançado de maneira significativa.

Em especial, as últimas décadas têm sido muito importantes para a pesquisa de antioxidantes. Em todo o mundo há uma busca por antioxidantes em alimentos e pelos potenciais benefícios deles



para a saúde em relação à prevenção e ao tratamento de doenças relacionadas com o estresse oxidativo.

RADICAIS LIVRES

Radical livre é qualquer espécie química com capacidade de existência independente, possuindo um ou mais elétrons não pareados. Tais elétrons ocupam o orbital externo, podendo ele ser atômico ou molecular. Os radicais livres são geralmente menos estáveis que os compostos que apresentam todos os átomos ligados, embora sua reatividade seja variável.

O não pareamento de elétrons da última órbita, além de caracterizar uma espécie química como radical livre também confere a ela uma instabilidade elétrica, o que acarreta grande reatividade e curto tempo de meia-vida. Um elétron desemparelhado tem a capacidade de associação com átomos isolados (hidrogênio ou íons metálicos), ou mesmo, com moléculas (lipídeos, proteínas, açúcares, DNA), resultando em processos de grande importância biológica.

A relevância dos radicais livres na vida humana pode ser ilustrada pela utilização dessas espécies reativas no sistema imune, quando tais são sintetizados por macrófagos e neutrófilos para causar ações lesivas à microrganismos invasores do corpo humano.

Por outro lado, os radicais livres já foram relacionados a várias doenças humanas e participam de forma efetiva em mais de 50 patologias, o que demonstra quão grande é o dano oxidativo causado por eles. Alguns exemplos de doença são: enfizema, asma, acidente vascular cerebral (AVC), Alzheimer, Parkinson, esclerose múltipla, diabetes melito tipo II, entre outras.

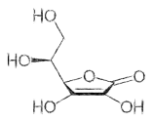
Os danos causados pela ação de radicais livres são conhecidos como danos oxidativos. Essa denominação acontece pelo fato do oxigênio ser de grande importância no metabolismo celular aeróbico e a produção de radicais livres se tornar inevitável, já que essas espécies são necessárias na respiração celular que ocorre na mitocôndria e posterior produção de ATP.

Tais radicais livres produzidos durante os processos que envolvem o oxigênio são conhecidas como espécies reativas de oxigênio (ERO).

In vivo, as espécies reativas de oxigênio são geradas na membrana celular, mitocôndrias, retículo endoplasmático, citoplasma, além do núcleo de todas as células aeróbicas. A toxicidade do oxigênio é caracterizada pelas espécies reativas formadas, o poder de interação e a capacidade de causar lesões em diversas biomoléculas e estruturas celulares.

ANTIOXIDANTES

As substâncias antioxidantes são aquelas que podem prevenir, impedir ou reduzir o dano de oxidação. Elas minimizam o número de danos oxidativos ao DNA, proteínas e lipídeos atuando como sequestradores de espécies reativas de oxigênio nocivas. Deste modo, são capazes de



proteger o corpo humano de várias doenças (como Alzheimer, diabetes, doença de Parkinson e AIDS) que são atribuídas às reações com radicais livres que se encontram em excesso.

Os antioxidantes podem ser sintéticos como o BHT e o BHA; ou naturais, como o ácido cítrico e os tocoferóis.

Antioxidantes sintéticos

Os antioxidantes sintéticos são amplamente utilizados na indústria alimentícia. Porém, nos últimos anos, seu uso tem sido diminuído devido aos efeitos de carcinogenicidade e toxicidade encontrados em compostos como BHA, BHT e TBHQ.

A seguir tem-se um resumo dos principais compostos sintéticos utilizados na indústria e seus efeitos indesejáveis.

BHA

O butil-hidroxi-anisol, também conhecido como BHA, é sintetizado pela mistura dos isômeros 3-terc-butil-4-hidroxianisol e 2-terc-butil-4-hidroxianisol. Sua fórmula molecular é $C_{11}H_{16}O_2$. É uma cera sólida branca ou amarelada e com fraco odor característico de compostos aromáticos.

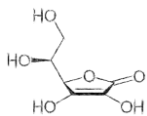
Ele age como sequestrante de radicais peróxidos, sendo efetivo na supressão da oxidação em gorduras animais e em ácidos graxos de cadeia curta. Possui baixa estabilidade quando exposto a altas temperaturas, além de eficiência limitada em óleos insaturados de vegetais ou sementes. É sinergista para propilgalatos.

Além da carcinogenicidade, relatou-se o BHA como causador de hiperplasia gastrointestinal em roedores.

BHT

O butil-hidroxi-tolueno (BHT) é um composto orgânico lipossolúvel, encontrado na forma de pó e cuja fórmula molecular é: $C_{15}H_{24}O$. Pode ser sintetizado de diferentes maneiras. O material inicial (p-cresol) é obtido a partir do alcatrão de carvão que, por sua vez, é um sub-produto de craqueamento catalítico de petróleo. A via principal de síntese é por meio da sulfonação do tolueno (obtido por destilação do petróleo), com posterior aquecimento com hidróxido de sódio. O p-cresol é alquilado com gás isobutileno na presença de um catalisador ácido para produzir BHT.

Ele possui propriedades semelhantes ao BHA, porém não é sinergista para propilgalatos. Este radical age como regenerador de radicais BHA. E, assim como seu semelhante, pode conferir odor em alimentos quando aplicados em temperaturas elevadas, como em condições de fritura por tempo prolongado.



Capítulo 5 | Antioxidantes e antimicrobianos como agentes preservativos

Este composto é rapidamente absorvido pelo trato gastrointestinal de roedores e humanos; é altamente tóxico ao fígado, sangue e pulmões, sendo proibido no Canadá e na Comunidade Econômica Européia.

EDTA

O ácido etilenodiamino tetracético (EDTA) age como agente quelante, formando complexos muito estáveis com diversos íons metálicos. É sintetizado do 1,2-diaminoetano, formaldeído, água e cianeto de sódio ou hidrogênio.

Nos alimentos o EDTA age prevenindo a descoloração de produtos da batata, peixe, frutas e vegetais; as mudanças de cor e sabor no leite; a oxidação de produtos cárneos, estabilizando vitaminas, entre outros.

TBHQ

O terc-butil-hidroquinona, comumente conhecido por TBHQ, é um pó cristalino e brilhoso, moderadamente solúvel em óleos e gorduras. Há diversas possibilidades de síntese e uma delas é pela alquilação da hidroquinona com o isobuteno catalisada por uma resina de cátion. O TBHQ não se complexa com os íons de cobre e ferro.

É melhor antioxidante para óleos de fritura, uma vez que, resiste ao calor e proporciona excelente estabilidade aos produtos acabados. Sendo, nesse caso, mais eficaz que o BHA ou o BHT.

Seus efeitos indesejáveis consistem na redução do nível de hemoglobina e na hiperplasia de células basais.

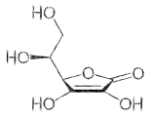
ANTIOXIDANTES NATURAIS

A ampla demanda por antioxidantes naturais é devida à proteção que eles conferem contra a oxidação lipídica e, também, aos relatos de efeitos indesejáveis dos compostos sintéticos.

Há evidências de que o acúmulo de antioxidantes naturais nos alimentos podem ter benefícios claros devido aos efeitos anticarcinogênicos e à inibição de reações de oxidação biologicamente prejudiciais ao organismo.

Os antioxidantes naturais tem uma interação complexa com as interfaces ar-óleo e óleo-água, afetando as atividades relativas em diferentes sistemas de lipídios.

Os antioxidantes naturais mais utilizados na indústria alimentícia estão explicitados a seguir.



ÁCIDO ASCÓRBICO

O *ácido ascórbico* ou vitamina C ($C_6H_8O_6$) é um composto orgânico branco e inicialmente conhecido como ácido L-hexurônico. Encontrado em plantas e animais, onde é produzido a partir da glicose ou pode ser sintetizado em indústrias.

Este ácido possui efeitos multifuncionais. Dependendo das condições, o ácido ascórbico pode agir como antioxidante, pró-oxidante, quelante de metais, agente redutor ou eliminador de oxigênio. Nos sistemas aquosos contendo metais, este ácido pode agir como pró-oxidante reduzindo os metais que tornam-se catalisadores ativos de oxidação em seu estado de valência inferior. Na ausência de metais adicionados, o ácido ascórbico é um efetivo antioxidante em altas concentrações. Já nos meios não aquosos, este ácido e seus ésteres não são bons antioxidantes.

O ácido ascórbico é um agente redutor suave que degrada quando exposto ao ar, convertendo o oxigênio a água. A reação redox é acelerada pela presença de íons de metal e de luz. Ele pode ser oxidado por um elétron para um estado de radical ou duplamente oxidado à forma estável chamado ácido desidro. O ácido ascórbico é especial porque ele pode transferir um único elétron, devido à estabilidade do seu próprio íon.

As formas oxidadas de ascorbato são relativamente não reativas, e não causam danos celulares. No entanto, por ser um bom doador de elétrons, o ascorbato, quando na presença de excesso de íons metálicos livres, não só pode promover, mas também iniciar reações de radicais livres, tornando-se assim um composto potencialmente perigoso pró-oxidante em certos contextos metabólicos.

O ácido ascórbico e seus sais de sódio, potássio e sais de cálcio são geralmente utilizados como aditivos alimentares antioxidantes. Estes compostos são solúveis em água e, portanto, não podem proteger contra a oxidação de gorduras. Os ésteres solúveis em gordura de ácido ascórbico com ácidos graxos de cadeia longa (palmitato de ascorbilo ou estearato de ascorbilo) podem ser utilizados como antioxidantes em alimentos lipídicos. Em torno de 80% do fornecimento mundial de ácido ascórbico é produzido na China.

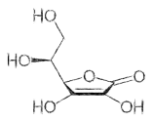
ÁCIDO CÍTRICO

O ácido 2-hidroxi-1,2,3 propanotricarboxílico ($C_6H_8O_7$), conhecido como ácido cítrico é um ácido orgânico fraco, encontrado na forma de pó cristalino branco, não sendo tóxico nem inflamável.

O ácido cítrico é encontrado em quase todas as espécies de plantas e animais. Ele pode quelar íons metálicos formando ligações entre metais e os grupos carboxila ou hidroxila da molécula de ácido cítrico. Sendo assim, sua ação antioxidante é devido à quelação de metais. Este ácido é bastante efetivo no retardamento da deterioração de lipídios em alimentos e é comumente adicionado em óleos vegetais após a desodorização.

TOCOFERÓIS

Os tocoferóis são vitaminas lipossolúveis da família da vitamina E. Encontra-se na forma natural em pescado e na maioria dos óleos vegetais. Este antioxidante pode ser quimicamente sintetizado.



O tocoferol está entre os melhores antioxidantes naturais, sendo aplicado para agir na inibição e oxidação de óleos e gorduras comestíveis, a fim de prevenir a oxidação de ácidos graxos insaturados.

A atividade antioxidante dessas substâncias está ligada principalmente à capacidade de doar seus hidrogênios fenólicos aos radicais livres lipídicos, interrompendo a propagação em cadeia.

IMPORTÂNCIA E ESCOLHA DOS ADITIVOS ALIMENTARES

As relações entre radicais livres, doenças, toxicologia e deterioração de alimentos têm gerado um grande interesse científico. Tendo em vista que nos alimentos as reações são minimizadas pelos antioxidantes, os pesquisadores têm focado essas substâncias a fim de proteger o organismo contra espécies reativas de oxigênio.

No entanto, dos vários compostos que são propostos rotineiramente para inibição da deterioração oxidativa de substâncias oxidáveis, somente alguns podem ser usados em produtos para consumo humano.

Além de produzir alterações no odor e sabor dos alimentos, a oxidação lipídica também diminui a qualidade nutricional e pode formar produtos secundários que causam danos ao organismo.

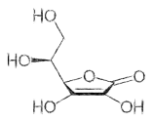
Na seleção de antioxidantes, são desejáveis as seguintes propriedades: eficácia em baixas concentrações (0,001 a 0,01%); ausência de efeitos indesejáveis na cor, no odor, no sabor e em outras características do alimento; compatibilidade com o alimento e fácil aplicação; estabilidade nas condições de processo e armazenamento do composto e produtos de oxidação não tóxicos, mesmo em doses muito maiores das que normalmente seriam ingeridas no alimento; não causar efeitos psicológicos prejudiciais; ser lipossolúvel; não ser absorvido pelo corpo; ser economicamente viável e prontamente disponível.

Na escolha de um antioxidante deve-se considerar também outros fatores, incluindo legislação, custo e preferência do consumidor por antioxidantes naturais.

A demanda por antioxidantes naturais em alimentos é alta, devido ao baixo custo e à alta estabilidade. Além disso, relatou-se a existência de efeitos indesejados no corpo humano devido aos antioxidantes sintéticos como o butilidroxitolueno (BHT) e o *tert*-butilidroquinona (TBHQ), que foram evidenciados como causadores de danos ao DNA.

LEGISLAÇÃO

No Brasil, o órgão responsável pela legislação alimentícia é a Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Este órgão coordena, supervisiona e controla as atividades de registro, informações, inspeção, controle de riscos e estabelecimento de normas e padrões. Sua finalidade é assegurar as ações de vigilância sanitária de alimentos, bebidas, águas envasadas, seus insumos, suas embalagens, aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia, limites de contaminantes e



Capítulo 5 | Antioxidantes e antimicrobianos como agentes preservativos

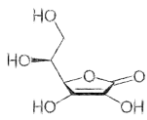
resíduos de medicamentos veterinários. Em relação às normas dos aditivos alimentares, a ANVISA baseia-se e segue as mesmas implementadas pelo Codex Alimentarius.

O Codex Alimentarius é o programa conjunto da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação/ Organização Mundial de Saúde (FAO/OMS) cujo objetivo é desenvolver padrões, manuais e normas alimentares internacionais com o intuito de proteger a saúde dos consumidores e garantir práticas leais de comércio de alimentos.

Na tabela 1 estão alguns dos compostos regulamentados pelo Codex e a sua quantidade máxima de acordo com o alimento.

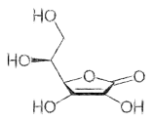
Tabela 1 | Limite máximo de antioxidantes em determinados alimentos.

ANTIOXIDANTE	ALIMENTO	QUANTIDADE MÁXIMA
Ácido Ascórbico	Suco de frutas	BPF
	Suco de frutas concentrado	BPF
	Néctar de fruta	BPF
	Néctar de fruta concentrado	BPF
	Gordura anidra do leite	BPF
Ácido cítrico	Suco de frutas	3000 mg/Kg
	Suco de frutas concentrado	3000 mg/Kg
	Néctar de fruta	5000 mg/Kg
	Néctar de fruta concentrado	5000 mg/Kg
Ácido etilenodiamino tetracético (EDTA)	Frutas secas	265 mg/Kg
	Geleias	130 mg/Kg
	Produtos fermentados de frutas	250 mg/Kg
	Vegetais congelados	100 mg/Kg
	Vegetais secos	800 mg/Kg
	Vegetais em conserva de vinagre ou óleo	250 mg/Kg
	Vegetais fermentados	250 mg/Kg
	Sobremesas à base de cereais e amido	315 mg/Kg
	Pescado congelado	75 mg/Kg
	Pescado cozido	50 mg/Kg
	Ervas, temperos e condimentos	70 mg/Kg
	Mostarda	75 mg/Kg
	Saladas	100 mg/Kg
	Suplementos alimentares	150 mg/Kg
	Cerveja	25 mg/Kg
	Café e chás	35 mg/Kg
	Ácido tartárico	Suco de frutas
Suco de frutas concentrado		4000 mg/Kg
Néctar de fruta		4000 mg/Kg
Néctar de fruta concentrado		4000 mg/Kg
Ascorbatos de cálcio, potássio e sódio	Suco de frutas	BPF
	Suco de frutas concentrado	BPF
	Néctar de fruta	BPF
	Néctar de fruta concentrado	BPF
Butil-hidroxi-anisol (BHA)	Leite e nata em pó	100 mg/Kg
	Óleos e gorduras vegetais	200 mg/Kg
	Banha de porco, sebo, óleo de peixe, gorduras animais e outros	200 mg/Kg



Capítulo 5 | Antioxidantes e antimicrobianos como agentes preservativos

	Legumes secos (incluindo cogumelos), algas e nozes	200 mg/Kg
	Produtos derivados do cacau	200 mg/Kg
	Goma de mascar	400 mg/Kg
	Cereais matinais, incluindo aveia em flocos	200 mg/Kg
	Produtos de panificação	200 mg/Kg
	Pescados	200 mg/Kg
	Ervas, especiarias, temperos e condimentos	200 mg/Kg
	Sopas e caldos	200 mg/Kg
	Molhos e derivados	200 mg/Kg
	Suplementos alimentares	400 mg/Kg
Butil-hidroxi-tolueno (BHT)	Leite e nata em pó	200 mg/Kg
	Óleos e gorduras vegetais	200 mg/Kg
	Banha de porco, sebo, óleo de peixe, gorduras animais e outros	200 mg/Kg
	Vegetais secos, algas e nozes	200 mg/Kg
	Produtos derivados do cacau	200 mg/Kg
	Goma de mascar	400 mg/Kg
	Cereais matinais, incluindo aveia em flocos	100 mg/Kg
	Produtos de panificação	200 mg/Kg
	Pescados	200 mg/Kg
	Ervas, especiarias, temperos e condimentos	200 mg/Kg
	Sopas e caldos	100 mg/Kg
	Molhos e derivados	100 mg/Kg
	Suplementos alimentares	400 mg/Kg
	Citrato de estearilo	Óleos e gorduras vegetais
Banha de porco, sebo, óleo de peixe, gorduras animais e outros		BPF
Goma de mascar		15000 mg/Kg
Citrato de isopropil	Óleos e gorduras vegetais	200 mg/Kg
	Banha de porco, sebo, óleo de peixe, gorduras animais e outros	200 mg/Kg
	Carne fresca	200 mg/Kg
	Leite em pó e nata pó	500 mg/Kg
	Análogos de leite e nata pó	80 mg/Kg
	Queijo curado	500 mg/Kg
	Sobremesas de base láctea	500 mg/Kg
	Óleo de manteiga	500 mg/Kg
	Óleos e gorduras vegetais	500 mg/Kg
	Banha de porco, sebo, óleo de peixe, gorduras animais e outros	500 mg/Kg
	Sobremesas geladas	200 mg/Kg
	Frutas secas	80 mg/Kg
	Sobremesas à base de frutas	500 mg/Kg
	Palmitato de ascorbil	Legumes secos (incluindo cogumelos), algas e nozes
Cereais matinais, incluindo aveia em flocos		200 mg/Kg
Cereais e sobremesas à base de amido		500 mg/Kg
Produtos de panificação		1000 mg/Kg
Pescados		1000 mg/Kg
Sobremesas à base de ovo		500 mg/Kg
Ervas, especiarias, temperos e condimentos		500 mg/Kg
Mostarda		500 mg/Kg
Sopas e caldos		200 mg/Kg
Misturas para molhos		200 mg/Kg
Saladas		200 mg/Kg
Fórmulas infantis		10 mg/Kg
Suplementos alimentares		500 mg/Kg
Propil galato		Leite e nata em pó

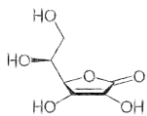


Capítulo 5 | Antioxidantes e antimicrobianos como agentes preservativos

	Óleos e gorduras vegetais	200 mg/Kg
	Gordura anidra de leite	100 mg/Kg
	Banha de porco, sebo, óleo de peixe, gorduras animais e outros	200 mg/Kg
	Vegetais secos e castanhas	50 mg/Kg
	Produtos de cacau e chocolate	200 mg/Kg
	Goma de mascar	1000 mg/Kg
	Cereal matinal, incluindo aveia	200 mg/Kg
	Misturas de bolo	200 mg/Kg
	Sobremesas a base de ovo	90 mg/Kg
	Suplementos alimentares	400 mg/Kg
	Ervas, especiarias e condimentos	200 mg/Kg
	Sopas e caldos	200 mg/Kg
	Molhos e derivados	200 mg/Kg
	Frutas congeladas	500 mg/Kg
	Frutas secas	1000 mg/Kg
	Geléias	100 mg/Kg
	Produtos fermentados de fruta	100 mg/Kg
	Vegetais congelados	50 mg/Kg
	Vegetais secos	500 mg/Kg
	Vegetais em óleo ou vinagre	100 mg/Kg
	Vegetais enlatados	50 mg/Kg
	Farinhas	200 mg/Kg
	Amidos	50 mg/Kg
	Macarrão pré cozido	20 mg/Kg
Sulfitos de sódio e de potássio	Pescado fresco	100 mg/Kg
	Pescado congelado	100 mg/Kg
	Açúcar mascavo	40 mg/Kg
	Ervas e temperos	150 mg/Kg
	Condimentos	200 mg/Kg
	Vinagres	100 mg/Kg
	Suco de frutas	50 mg/Kg
	Suco de frutas concentrado	50 mg/Kg
	Néctar de fruta	50 mg/Kg
	Néctar de fruta concentrado	50 mg/Kg
	Cerveja	50 mg/Kg
	Vinhos de uva	350 mg/Kg
Vinhos (exceto de uva)	200 mg/Kg	
Terc-butil-hidroquinona (TBHQ)	Óleos e gorduras vegetais	200 mg/Kg
	Cacau e chocolates	200 mg/Kg
	Gomas de mascar	400 mg/Kg
	Sobremesas geladas	200 mg/Kg
	Pães	200 mg/Kg
	Sopas e caldos	200 mg/Kg
	Ervas, condimentos e especiarias	200 mg/Kg
Tocoferol	Mostardas	200 mg/Kg
	Gordura anidra do leite	500 mg/Kg

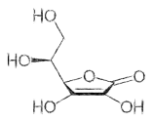
*BPF: quantidade necessária para as Boas Práticas de Fabricação

Deve-se atentar ao fato de que as normas passam por mudanças, por isso o responsável pela qualidade dos alimentos precisa consultar o CODEX regularmente para ver se houve alguma alteração.



REFERÊNCIAS

- ABDALLA, D.S.P. Antioxidantes: conceitos básicos e perspectivas terapêuticas. *ARS CVRANDI: Ver. Clin. Med.*, v.26, n.10, p.142-164, 1993.
- ABIA – Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação. **Compêndio da Legislação de Alimentos: Consolidação das Normas e Padrões de Alimentos**, 7ª ver., São Paulo, 1999, vol. 1.
- AROUMA, O.I. Free radicals, oxidative stress, and oxidants in human health and disease. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaing v.75, n.2, p.199-212, 1998.
- CAC (Codex Alimentarius Commission). Joint FAO/WHO Food Standards Programme. **Codex general standard for food additives**. CODEX STAN 192, 1995. 287 p.
- CORT, W. M. Antioxidant properties of ascorbic acid in foods. *Adv. Chem. Ser.*, v.200, p. 533-550, 1982.
- CRUCES-BLANCO, C.; CARRETERO, A.S.; BOYLE, E.M.; GUTIÉRREZ, A. F. *Talanta*, n.50, p. 1099, 1999.
- DAVIES, M. B.; AUSTIN, J.; PARTRIDGE, D. A. **Vitamin C: Its Chemistry and Biochemistry**. The Royal Society of Chemistry. 1991. 48p.
- DIPLOCK, A. T.; CHARLEUX, J. L.; CROZIER-WILLI, G.; KOK, F. J.; RICE-EVANS, C.; ROBERFROID, M.; STAHL, W.; VIÑA-RIBES, J. Functional food science and defence against reactive oxidative species. *British Journal of Nutrition*, v. 80, suplemento 1, p. S77-S112, ago. 1998.
- FIEGE, H. **Cresols and xylenols**. Em: Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5ª ed., Vol. A8, pp. 25-59, 1987. 594 pp.
- FRANKEL, E.N. Antioxidants in lipid foods and their impact on food quality. *Food Chem.*, v. 57, n. 1, p.51-56, 1996.
- FRIDOVICH, I. Fundamental Aspects of Reactive Oxygen Species, or What's the Matter with Oxygen? *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 893, n. 1, p. 13-18, nov. 1999.
- GORDON, M.H. **The mechanism of antioxidant action in vitro**. Food antioxidants, Elsevier, New York, pp. 1–18, 1990.
- GUTTERIDGE, J.M.C.; HALLIWELL, B. **Antioxidans in nutrition, health and disease**, Oxford, New York: Oxford University, 1994. 143p.
- HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J.M.C. Free radicals in Biology and Medicine. Oxford: Clarendon Press, 1989, 543p.
- HALLIWELL, B. **Oxidants and human disease: some new concepts**. FASEB J., 1 ed., 1987, p. 358-364.
- HART, J. R. **Ethylenediaminetetraacetic Acid and Related Chelating Agents**. Em: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5ª ed., Vol. A10, 2005.
- HELMENSTINE, A.M. **BHA and BHT: Chemistry of BHA and BHT Food Preservatives**. Disponível em: <http://chemistry.about.com/od/foodcookingchemistry/a/bha-bht-preservatives.htm>. Acesso em: 20/11/2012.



INMETRO. Comitê Codex Alimentarius. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/qualidade/comites/codex.asp>>. Acesso em novembro de 2012.

KOCHHAR, S.P., ROSSELL, J.B. **Detection, estimation and evaluation of antioxidants in food systems**. Food antioxidants, Elsevier, New York, pp. 19–64. 1990.

LACHAPELLE, M. Y.; DROUIN, G. "Inactivation dates of the human and guinea pig vitamin C genes". **Genetica**, v.139, n.2, p.199–207, 2010.

LIDE, D.R. **Physical Constants of Organic Compounds**. In CRC Handbook of Chemistry and Physics, Internet Version <<http://www.hbcpnetbase.com>>, CRC Press, Boca Raton, FL, 2005.

MADHAVI, D.L.; SALUNKHE, D.K. **Antioxidants**; MAGA, J.; TU, A.T., Marcel Dekker: New York, 1995, 89 p.

MESSIAS, K.L.S. **Dossiê antioxidantes**. Food Ingredients Brazil, n. 6, p. 16-27, 2009.

PORTAL ANVISA. **Alimentos**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Alimentos>. Acesso em 15/11/2012.

PORTAL ANVISA. **Brasil e EUA firmam acordo em vigilância sanitária**. Disponível em: <http://s.anvisa.gov.br/wps/s/r/RG6>. Acesso em 15/11/2012.

PORTER, W. L. **Recent trends in food applications of antioxidants**. In Autoxidation in Food and Biological Systems, eds M. G. Simic & M. Karel. Plenum Press, New York, pp. 295-365. 1980.

PORTER, W. L.; BLACK, E. D.; DROLET, A. M. Use of polyamide oxidative fluorescence test on lipid emulsions: contrast in relative effectiveness of antioxidants in bulk versus dispersed systems. **J. Agric. Food Chem.**, v.37, p.615-624 1989.

PRYOR, W. **Free Radicals**. New York: Mac Graw Hill, 1966 p.5-13.

RAMARATHNAM, N.; OSAWA, H.; OCHI, T.; KAWAKISHI, S. The contribution of plant food antioxidants to human health. **Trend Food Science & Technology**, v. 6, n. 3, p. 75-82, mar. 1995.

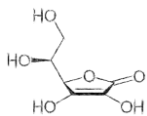
SASAKI, Y. F., KAWAGUCHI, S., KAMAYA, A., MIYUKI, O., KABASAWA, K., IWAMA, K., TANIGUCHI, K., TSUDA, S. The comet assay with 8 mouse organs: Results with 39 currently used food additives. **Mutation Reserch**, v. 519, n. 1-2, p. 103-109, ago. 2002.

SHOUDE, C.; YUMEI,G.; XUJUN,S. **Synthesis of TBHQ Catalyzed by Resin Cation**. Guangdong Chemical Industry; 2008.

SIES, H. Oxidative stress: From basic research to clinical application. **The American Journal of Medicine**, v. 91, n. S3, p. 31-38, set. 1991.

SIMIC, M. G.; KAREL, M. **Autoxidation in Foods and Biological Systems**. Plenum Press, New York. 1980.

SLATER, T.F. Free radical mechanisms in tissue injury. **Biochem. J.**, v.222, p.1-15, 1984.



Capítulo 5 | Antioxidantes e antimicrobianos como agentes preservativos

SORG, O. Oxidative stress: a theoretical model or a biological reality? **Comptes Rendus Biologies**, v. 327, n. 7, p. 649-662, jul. 2004.

TAKAO, T.; KIATANI, F.; WATANABE, N.; YAGI, A.; SAKATA, K. A simple screening method for antioxidants and isolation of several antioxidants produced by marine bacteria from fish and shellfish. **Bioscience Biotechnology and Biochemistry**, v. 58, n. 10, p. 1780-1783, out. 1994.

URI, N. **Physico-chemical aspects of autoxidation**. In *Autoxidation and Antioxidants*, Vol. I, ed. W. O. Lundberg. 1961.

VERHAGEN, H. et al. Disposition of single oral doses of butylated hydroxytoluene in man and rat. **Food Chemical and Toxicology**, v.27, n.12, p. 756-772, 2000.

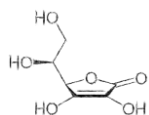
WANASUNDARA, U.N.; SHAHIDI, F. Antioxidant and pro-oxidant activity of green tea extracts in marine oils. **Food Chemistry**, v. 63, p. 335-342, 1998.

WEISS, R. 2007. Tainted Chinese Imports Common. Washington Post, Disponível em: <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2007/05/19/AR2007051901273_3.html>. Acesso em: setembro de 2012.

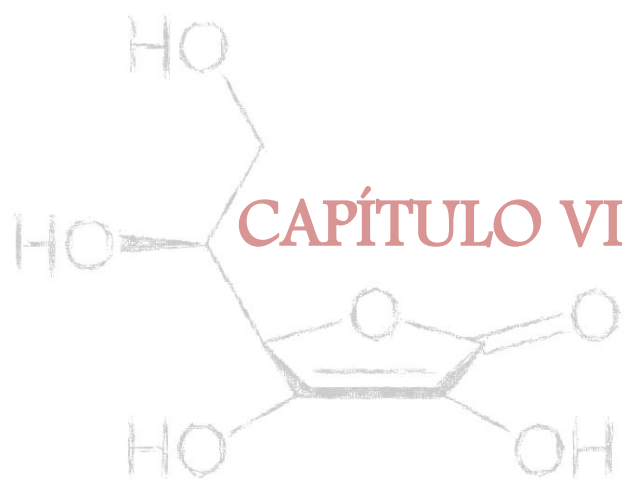
WHYSNER, J.; WANG, C.X.; ZANG, E.; IATROPOULOS, M.J.; WILLIAMS, G.M. Dose response of promotion by butylated hydroxyanisole in chemically initiated tumours of the rat fore stomach. **Food and Chemical Toxicology**, v. 32, p.215-222, 1994.

WITCHI, H.P. Enhanced tumour development by butylated hydroxytoluene (BHT) in the liver, lung and gastro-intestinal tract. **Food Chemical Toxicology**, v.24, n. 10/11, p. 1127-1130, 1986.

ZHENG, M.; STORZ, G. Redox sensing by prokaryotic transcription factors. **Biochemical Pharmacology**, v. 59, n. 1, p. 1-6, jan. 2000.



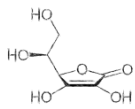
Capítulo 6 | Agentes processantes: considerações sobre a adição de emulsificantes, estabilizantes, espessantes, quelantes e umectantes aos alimentos



Virgínia Verônica Cardoso de Melo

Manuella Souza Silverio

Mariana Alves Pereira Zóia



Agentes processantes: considerações sobre a adição de emulsificantes, estabilizantes, espessantes, quelantes e umectantes aos alimentos

AGENTES PROCESSANTES: aspectos gerais

Os agentes processantes são aditivos alimentares adicionados durante o processamento de fabricação. Existem cinco tipos principais de aditivos processantes alimentares, a saber: emulsificantes, estabilizantes, espessantes, quelantes e umectantes.

Os aditivos processantes possuem uma vasta gama de funções e aplicações e uma delas é a capacidade de manterem uma dispersão uniforme entre dois líquidos imiscíveis - função atribuída aos emulsificantes. Tal como a homogeneidade do alimento, sua viscosidade é uma característica fundamental para caracterização e avaliação de textura e pode ser aumentada pelos agentes espessantes, tendo como exemplos a goma guar e goma xantana.

Outra classe de agente processante agrupa os agentes estabilizantes, que como o próprio nome sugere, estabilizam o produto final conforme é desejado pelo fabricante. Sua aplicação promove uma aparência homogênea e previne a formação de possíveis cristais ou líquidos indesejáveis. Os principais representantes são o citrato de sódio e cloreto de cálcio.

Os agentes umectantes (como glicerol e lactato de sódio) e anti-umectantes (principalmente representados por carbonato de cálcio e dióxido de silício) mantêm a quantidade de água necessária ao produto. Podem mantê-lo úmido e evitar o ressecamento ou evitar a absorção de água pelo alimento.

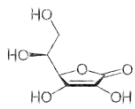
Esse capítulo demonstrará detalhadamente os cinco tipos de agentes processantes anteriormente citados, relacionando seus conceitos, legislação associada, funções, curiosidades e aplicações.

UMECTANTES E ANTIUMECTANTES

Os agentes umectantes e anti-umectantes são adicionados aos alimentos a fim de capturar a água. O mecanismo de ação dos anti-umectantes consiste em imobilizar a água mantendo o alimento seco, enquanto os umectantes retêm a água e repassam-na para o alimento para manter a umidade. Assim, quando o equilíbrio hídrico é atingido, a água propicia as características desejáveis do produto.

Umectantes são capazes de proteger os alimentos da perda de umidade em ambientes secos ou facilitar a dissolução de um pó em meio aquoso. São também substâncias anidras que podem absorver umidade não se tornando úmidas.

Os agentes umectantes permitidos pela Legislação Brasileira são Glicerol (U.I), Sorbitol (U.II), Dioctilsulfossuccinato de sódio (U.III), Propilenoglicol (U.IV) e Lactato de sódio (U.V), conforme listado no quadro 1.



Quadro 1 | Agentes umectantes permitidos pela Legislação Brasileira

Glicerol

O propano-1,2,3-triol é um composto orgânico pertencente à função álcool, líquido à temperatura ambiente, higroscópico, inodoro, viscoso e de sabor adocicado. A legislação norte-americana atribui ao glicerol a denominação GRAS. É geralmente reconhecido como seguro, quando usado como aditivo alimentar segundo as boas normas de fabricação e alimentação, inclusive na alimentação humana.

Atualmente existe pouca informação sobre as implicações metabólicas da suplementação de glicerol na dieta. Estudos afirmam que o glicerol é bem absorvido no intestino de ratos, porém menos rapidamente do que a glicose. Além disso, o glicerol também é absorvido no estômago de ratos, porém menos rapidamente do que no intestino.

Sorbitol

Utiliza-se o sorbitol em alimentos e tal agente é estável sob uma larga faixa de pH e não sofre modificações quando submetido às temperaturas usuais nos processos de produção de alimentos. É usado como edulcorante e agente de corpo em produtos do tipo “isento de açúcar”, nos adoçantes alternativos, em confeitos, cremes, “fondants”, “marshmallows” e produtos a base de coco.

O sorbitol é usado devido à sua função de ação inibidora sobre a cristalização do açúcar e condicionadora da umidade. Estes produtos, quando produzidos com Sorbitol, geralmente apresentam melhor sabor, textura, aparência e prolongamento de sua vida de prateleira. Em massas alimentícias, por sua propriedade condicionadora da umidade, o sorbitol pode prolongar a vida útil de vários produtos, mantendo a umidade próxima de seu ponto inicial.

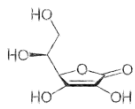
É importante ressaltar que os melhores resultados têm sido obtidos por substituição de parte do açúcar utilizado.

Propilenoglicol

Ingrediente versátil por ser de toxicidade extremamente baixa. Nos Estados Unidos, a Agência de Alimentos e Medicamentos (FDA) o aprovou como um ingrediente para consumo humano e animal.

Como umectante, o propilenoglicol absorve e retém a água para manter os produtos sem ressecamento. Os salgadinhos que ficam expostos podem manter sua umidade e as gomas de mascar, balas, rações, biscoitos e doces podem ter sua vida de prateleira aumentada. Nas rações, o álcool absorve a umidade e mantém o alimento úmido, fresco e mastigável, o que torna mais fácil a ingestão por parte de cães e animais de gado, principalmente durante o inverno (pois reduz o ponto de congelamento e preserva o alimento por períodos longos).

Portanto, além de ser estável a temperaturas abaixo de zero, o propilenoglicol também é uma fonte de energia disponível para animais. É importante ressaltar que não é permitido para uso em ração felina.



Capítulo 6 | Agentes processantes: considerações sobre a adição de emulsificantes, estabilizantes, espessantes, quelantes e umectantes aos alimentos

Agentes processantes antiulectantes são substâncias capazes de diminuir as características higroscópicas dos alimentos e reduzir a tendência de adesão das partículas individuais. Os antiulectantes podem agir encapsulando as partículas de alimentos, impedindo que se agrupem ao entrar em contato com a umidade, mantendo a característica de livre fluxo dos alimentos granulares ou em pó. Um efeito que pode decorrer da adição de umectantes é a inibição do crescimento de microrganismos devido à diminuição da atividade de água do alimento.

Os agentes processantes antiulectantes permitidos pela Legislação são o Carbonato de Cálcio (AU.I), Carbonato de Magnésio (AU.II), Fosfato Tricálcio (AU.III), Citrato de Ferro Amônico (AU.IV), Silicato de Cálcio (AU.V), Ferrocianeto de Sódio (AU.VI), Alumínio Silicato de Sódio (AU.VII) e Dióxido de Silício (AU.VIII). Existem outros, ainda utilizados, mas que não possuem Legislação que os regulamente, e entre eles estão o Hidróxido de Magnésio, Óxido de Magnésio, Silicato de Alumínio, Sais de Alumínio, Cálcio, Magnésio, Potássio, Sódio e Amônio dos ácidos Mirístico, Palmítico e Esteárico.

Diferentes aditivos são utilizados para manter a característica granular e pulverizada de alguns alimentos que por sua natureza são higroscópicos. Como dito anteriormente, estes agentes têm a função de absorver rapidamente o excesso de umidade ao revestirem as partículas, formando uma barreira para repelir a água e tornando as partículas insolúveis.

No geral, o Silicato de Cálcio, por exemplo, finamente dividido, absorve líquido sem aglomerar-se até 2,5 vezes o seu peso. Absorve também com eficácia óleos e outros compostos orgânicos não polares. Os sais de cálcio e magnésio, para uso de alimentação, são utilizados como aditivos em produtos vegetais desidratados, sal, cebola e alho e em outros muitos ingredientes e misturas que se encontram moídos. O alumínio silicato de sódio, o fosfato tricálcico, o silicato de magnésio e o carbonato de magnésio são insolúveis em água e diferem entre si pela capacidade de reabsorverem água. Os pós de celulose microcristalina são utilizados para evitar a formação de grumos no queijo ralado. Características mais detalhadas dos agentes processantes antiulectantes permitidos no Brasil são mostradas no quadro 2.

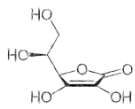
Quadro 2 | Agentes antiulectantes permitidos pela Legislação Brasileira

Estearato de Cálcio

O estearato de cálcio é usado em alimentos em pó para impedir a aglomeração. É insolúvel em água e se adere bem às partículas, proporcionando um revestimento que repele parcialmente a água. Os pós de estearato comerciais têm elevada densidade e grande superfície, o qual os faz úteis. O estearato de cálcio também é utilizado como lubrificante de desprendimento ou antiadesivo na fabricação de caramelos prensados em forma de tabletes.

Carbonato de Cálcio

Dentre os sais de cálcio utilizados para enriquecimento de farinhas e cereais, destaca-se o carbonato de cálcio. Os sais orgânicos de cálcio, devido à sua solubilidade, e por consequência, melhor absorção pelo organismo, são as formas mais indicadas para utilização em enriquecimento alimentar.



EMULSIFICANTES

Emulsões são sistemas heterogêneos (dispersões coloidais) que consistem em um líquido imiscível, completamente difuso em outro, formando gotículas. Estas são constituídas por uma fase interna, dispersa ou descontínua, e por uma fase que rodeia as gotículas, designada de externa, dispersante ou contínua.

Dependendo da hidrofília ou lipofília da fase dispersante, as emulsões podem ser classificadas em óleo em água (O/A), na qual a água é a fase contínua e o óleo é a fase dispersa (ex: leite), ou água em óleo (A/O), em que o óleo é a fase contínua e a água a fase dispersa (ex: manteiga). Existem ainda, emulsões múltiplas do tipo A/O/A ou O/A/O, que são sistemas complexos e heterogêneos, formados por emulsões simples na presença de dois agentes emulsionantes, um hidrofílico e outro lipofílico.

Assim, a formação de uma emulsão necessita de energia, em geral mecânica, para manter as gotículas dispersas na fase contínua, sendo o sistema termodinamicamente desfavorável e com estabilidade mínima. No entanto, tal estabilidade pode ser aumentada pela adição de agentes tensoativos de superfície, ou seja, os agentes emulsivos, que se interpõem entre a fase dispersa e a dispersante, retardando a separação das mesmas.

Segundo a legislação vigente (Portaria nº 540 de 1997), emulsionante/emulsificante é a substância que torna possível a formação ou manutenção de uma mistura uniforme de duas ou mais fases imiscíveis no alimento.

Eles são constituídos de substâncias anfipáticas, cuja estrutura química possui funções hidrofílicas e funções hidrofóbicas. Possuem, portanto, propriedades emulsificantes e se posicionam na interface de duas fases imiscíveis, reduzindo a tensão superficial ao permitir que elas se misturem. Tal interação permite a formação de uma emulsão, além de prevenir a coalescência das partículas através da formação de barreiras estéricas e eletrostáticas.

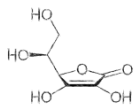
A eficácia de um emulsificante está ligada à sua solubilidade em uma das fases, podendo ser hidro ou lipossolúveis. De maneira geral, considera-se que o emulsificante deve ser bastante solúvel na fase contínua.

Diversos alimentos processados são emulsões como: creme de leite, manteiga, margarina, maionese, molhos para salada, salsicha, linguiça, sorvetes, bolos, chocolates, recheios e produtos instantâneos. O leite e a gema do ovo são considerados emulsões naturais.

Existem inúmeras outras aplicações para as substâncias emulsificantes, entre elas: melhorar a textura e vida de prateleira de produtos contendo amido, pela formação de complexos com os componentes destes; modificar as propriedades reológicas da farinha de trigo, pela interação com o glúten; melhorar a consistência e textura de produtos à base de gorduras, pelo controle de polimorfismos e da estrutura cristalina das gorduras, além de promover a solubilização de aromas.

CLASSIFICAÇÃO DOS EMULSIFICANTES

Os agentes emulsificantes podem ser classificados em três grandes grupos: os tensoativos, os materiais de origem natural e os sólidos finamente divididos (Tabela 1). Todos eles possuem em comum a característica de formar uma película de adsorção em torno das gotas dispersas, prevenindo a coagulação e coalescência da emulsão.



Capítulo 6 | Agentes processantes: considerações sobre a adição de emulsificantes, estabilizantes, espessantes, quelantes e umectantes aos alimentos

Os emulsificantes tensoativos constituem um grupo muito numeroso. A classificação deste grupo é feita de acordo com as características da porção polar da molécula. O primeiro grupo é formado pelos que possuem uma cabeça polar e que se ionizam: são os aniônicos, catiônicos e anfóteros. O segundo grupo é formado por aqueles cuja porção polar não se ioniza: são os tensoativos não iônicos. Os agentes tensoativos são utilizados principalmente na indústria farmacêutica. Alguns somente em fármacos de aplicação externa devido à sua toxicidade.

Os sólidos finamente divididos possuem a capacidade de se adsorverem na interface das emulsões estabilizando-as. Entre os compostos mais utilizados encontram-se os hidróxidos de metais pesados, argilas e pigmentos. Tais emulsificantes são, em geral, também utilizados na indústria farmacêutica.

Todos os organismos vivos possuem seu próprio sistema emulsificante. Alguns são extraídos (naturais) para uso em alimentos industrializados, outros imitam o emulsificante natural. Os alimentos industrializados necessitam de emulsificantes, visto que, além de água, contêm outros componentes principais como proteínas, carboidratos e gorduras. Os emulsificantes utilizados nestes alimentos são ésteres de ácidos graxos de origem animal ou vegetal e álcoois polivalentes, como glicerol, propilenoglicol, sorbitol, sacarose, etc. Podem ainda ser adicionalmente esterificados com ácidos orgânicos, como ácido láctico, tartárico, succínico, cítrico, etc.

Tabela 1 | Tipos de emulsificantes. Agentes ativos de superfície em alimentos.

A: OCORRÊNCIA NATURAL

IÔNICO: proteínas, fosfolipídios, lecitina

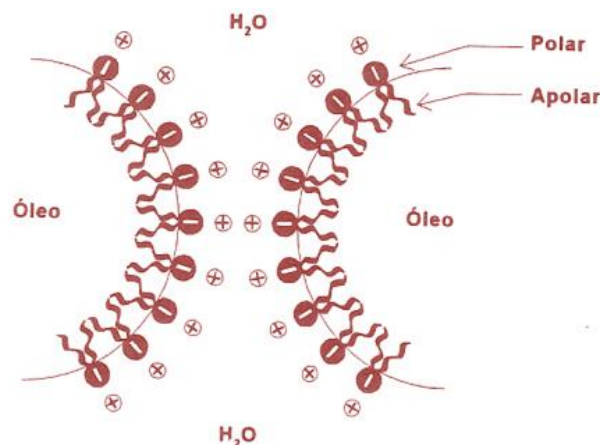
NÃO IÔNICO: glicolipídios, saponinas

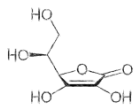
B: SINTÉTICOS

IÔNICOS: estearoil-2-lactilato

NÃO IÔNICOS: mono e diglicerídeos e seus ésteres: acético, cítrico, tartárico, láctico, sacarose, sorbitana, polioxietileno

Os emulsificantes podem também ser classificados quanto à carga. Os emulsificantes iônicos são responsáveis por estabilizarem emulsões do tipo óleo/água. Nestas, os grupos alquila interagem com as gotículas de óleo, enquanto os grupos finais carregados se projetam para a fase aquosa, formando uma camada dupla, que previne a agregação das gotículas de óleo (Figura 1).





Capítulo 6 | Agentes processantes: considerações sobre a adição de emulsificantes, estabilizantes, espessantes, quelantes e umectantes aos alimentos

Figura 1 | Atividade do emulsificante iônico (emulsão O/A)

Os não iônicos são orientados na superfície das gotículas do óleo com a proporção polar projetada para a fase aquosa (Figura 2).

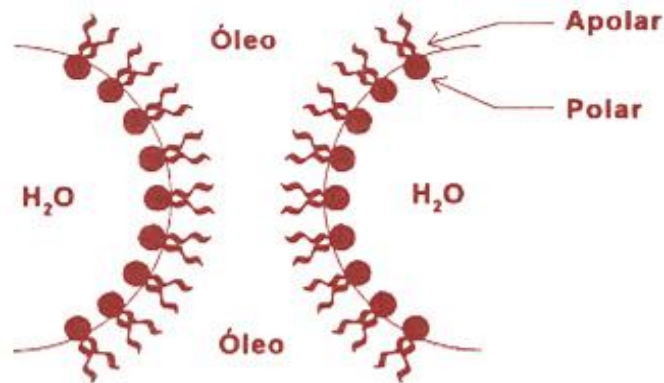


Figura 2 | Atividade do emulsificante não iônico (emulsão A/O)

A coalescência das gotículas de água na emulsão água/óleo requer que as moléculas de água rompam as camadas duplas da região hidrofóbica da molécula do emulsificante. Com o aumento da temperatura, a estabilidade da emulsão é reduzida. Tal estabilidade também pode ser reduzida através da adição de íons à emulsão, pois estes provocam o colapso da camada eletrostática dupla, ou a hidrólise, para destruir o emulsificante.

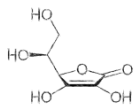
OS PRINCIPAIS EMULSIFICANTES PARA ALIMENTOS

A indústria de alimentos é considerada a maior consumidora de emulsificantes. Os emulsificantes, com exceção da lecitina, são ésteres parciais de ácidos graxos de origem animal ou vegetal e álcoois polivalentes esterificados com ácidos orgânicos ou não.

Os monoglicerídeos constituem a principal categoria de agentes emulsificantes utilizados em alimentos e estão comercialmente disponíveis. São uma mistura de mono, di e triglicerídeos. No entanto, somente a porção do monoglicerídeo possui ação emulsificante e os ácidos graxos usados na produção dos mesmos são principalmente de origem vegetal.

Os sacaroésteres são obtidos de ácidos graxos por esterificação direta com sacarose ou com os ésteres metílicos dos ácidos graxos. São utilizados como emulsificantes e anti-salpicantes na indústria de margarina.

Os sacaroglicerídeos são misturas constituídas de mono-diglicerídios e sacaroésteres. Estas misturas são relativamente hidrófilas, fáceis de dissolver em água, seu sabor é menos pronunciado que o dos monoglicerídios e são facilmente hidrolisados pelo calor. Porém, devido a inconvenientes, como toxicidade, quanto ao uso de solvente na produção dos sacaroglicerídios, estes emulsificantes são pouco empregados em produtos alimentícios.



Capítulo 6 | Agentes processantes: considerações sobre a adição de emulsificantes, estabilizantes, espessantes, quelantes e umectantes aos alimentos

Éster de sorbitana é obtido pela esterificação de ácidos graxos com sorbitol desidratado. Os ésteres de sorbitana podem reagir com óxido de etileno, obtendo-se assim um produto com propriedades hidrofílicas muito interessantes. É utilizado para estabilizar emulsões do tipo O/A.

A Lecitina é utilizada como um emulsificante natural pela indústria de alimentos. Tecnicamente, pode ser obtida da gema do ovo e de diversas fontes de óleos vegetais. A fonte mais comum é a soja (com percentual de 2 a 3% de lecitina) em virtude de sua disponibilidade e propriedades emulsificantes.

A lecitina é formada por uma mescla de fosfolípeos (50%), triglicerídeos (35%), glicolípeos (10%), carboidratos, pigmentos, carotenóides e outros microcompostos. As propriedades tensoativas da lecitina são provenientes da estrutura molecular dos fosfolípeos, componentes ativos da lecitina. Estes são formados por uma porção hidrofóbica e uma porção hidrofílica.

Os fosfolípeos são constituídos de três componentes em proporções quase iguais: **fosfatidilcolina (PC)** com propriedades emulsificantes do tipo **O/A**, **fosfatidiletanolamina (PE)**, e **fosfatidiletanosinol (PI)**, com propriedades emulsificantes do tipo **A/O**. Portanto este antagonismo faz com que a mescla tenha propriedades emulsificantes relativamente limitadas. Na obtenção de emulsões mais estáveis, a lecitina deve ser utilizada em combinação com outros emulsificantes, ou ainda modificada química ou enzimaticamente.

A lecitina tem sido aplicada em alimentos devido às suas propriedades emulsificantes e também relacionadas à molhabilidade e dispersibilidade, sendo utilizada em:

Chocolates | melhora propriedades de fluidez, diminuindo a viscosidade da massa; reduz a quantidade de manteiga de cacau e potencializa efeitos sinérgicos com Poliglicerolpoliricinolato (PGPR).

Biscoitos | atua como emulsificante em produtos como crackers e biscoitos semi-duros; ajuda a reduzir o tempo de mistura; melhora o processamento de biscoitos moldados; reduz quebras e trincas; aumenta o prazo de validade devido a propriedades antioxidantes.

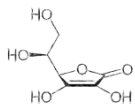
Margarinas | combinada com outros emulsificantes, a lecitina atua como antioxidante e contribui para a estabilização das margarinas, evitando que espirrem durante a fritura.

Produtos instantâneos | em refrescos, leite em pó, cacau em pó, suplementos alimentares, sopas, etc, é típica a aplicação da lecitina via pulverização. A propriedade de molhabilidade diminui a tensão superficial, ajudando o produto a solubilizar-se. A propriedade de dispersibilidade incrementa a velocidade com que o produto irá se dispersar em água sob agitação, viabilizando a instantaneidade dos produtos alimentícios desta categoria.

Rações Animais | A lecitina quando aplicada a rações animais, emulsiona a gordura para melhorar a digestão, além de ter propriedades nutricionais importantes.

ESTABILIZANTES E ESPESSANTES: Aspectos gerais

De acordo com a legislação brasileira, portaria Nº 540 de 27 de outubro de 1997, do Ministério da Saúde, estabilizante é a substância que torna possível a manutenção de uma dispersão uniforme de duas ou mais substâncias imiscíveis em um alimento. São substâncias que favorecem e mantêm as



Capítulo 6 | Agentes processantes: considerações sobre a adição de emulsificantes, estabilizantes, espessantes, quelantes e umectantes aos alimentos

características físicas das emulsões e suspensões, além de promover uma interação homogênea impedindo a separação de ingredientes como óleo e água para aumento da viscosidade, evitando, inclusive, a formação de cristais.

São, usualmente, mono e diglicerídeos produzidos a partir de óleos vegetais, como a lecitina de soja, e podem ser identificados nos rótulos das embalagens pelos códigos ET1 até ET29. Normalmente, são utilizados em alimentos como maionese, vinagretes, massas, sucos, molhos e, principalmente, em sorvetes, iogurtes e chocolates para evitar a separação de fases das emulsões.

Os aditivos processantes e espessantes são importantes em alimentos, pois aumentam a sua viscosidade e melhoram, por consequência, a textura e consistência do mesmo. São substâncias hidrossolúveis e hidrofílicas, usadas para dispersar, estabilizar ou evitar a sedimentação de substâncias em suspensão. Emprega-se em tecnologia de alimentos e bebidas como agentes estabilizadores de sistemas dispersos como suspensões (sólido-líquido), emulsões (líquido-líquido) ou espumas (gás-líquido).

De maneira geral, os espessantes são macromoléculas que se dissolvem ou dispersam na água, produzindo um efeito denominado gelificante. Podem ter origem vegetal, de natureza glúcida, ou animal, de natureza protéica. Para a formação de um espessante, a matéria prima é extraída e os exsudados são obtidos, sofrendo modificação, purificação, secagem e trituração até se tornarem polissacarídeos. Assim, essas substâncias podem ser utilizadas adicionalmente para estabilizar suspensões e emulsões, reter água, ligar e formar complexos protéicos. Esse tipo de aditivo é usado em pequenas proporções (menos que 0,5%) e deve apresentar algumas características como sabor neutro, fácil dispersão e termoestabilidade.

TIPOS DE ESTABILIZANTES E ESPESSANTES

Existem diversos tipos de estabilizantes, até mesmo alguns tipos de emulsificantes como a lecitina realizam tal função, no entanto, os mais utilizados na indústria alimentícia são: caseína, carragena, alginatos, goma guar, goma Jataí, goma xantana e carboximetil celulose sódica (CMC).

A Legislação brasileira permite o uso dos seguintes espessantes: Agar agar (EP.I), Alginatos (EP.II), Carboximetilcelulose sódica (EP.III), Goma adragante (EP.IV), Goma arábica (EP.V), Goma caraia (EP.VI), Goma guar (EP.VII), Goma jataí (EP.VIII), Mono e diglicerídios (EP.IX), Musgo irlandês (EP.X) e Celulose microcristalina (EP.XI), conforme mostra o quadro 3. No geral, os espessantes não apresentam toxicidade, porém alguns podem causar efeitos adversos a pessoas específicas, como a goma xantana (diarreia) e a carragena (colite ulcerativa e pode ser carcinogênica em ratos).

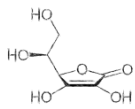
Quadro 3 | espessantes permitidos pela Legislação brasileira.

CASEÍNA

É uma proteína micelar, insolúvel em água, classificada como uma fosfoproteína. É obtida através de precipitação pela acidificação do leite desnatado a pH 4,6 e à temperatura de 20°C. O leite de vaca contém quatro tipos de caseína, α_1 , α_2 , β e κ -caseína, na proporção 4:1:4:1.

Hidrólise enzimática da κ -caseína, temperatura, pH, excesso de Ca^{2+} e adição de etanol estão entre os principais fatores que afetam a estabilidade coloidal das micelas de caseína.

CARRAGENA



A carragena é um hidrocolóide extraído de algas marinhas das espécies *Gigartina*, *Hypnea*, *Euclima*, *Cladophora*. É utilizada em diversas aplicações na indústria alimentícia como espessante, gelificante, agente de suspensão e estabilizante, tanto em sistemas aquosos como em sistemas lácteos.

A carragena é um ingrediente multifuncional e se comporta de maneira diferente na água e no leite. Na água, se apresenta tipicamente como um hidrocolóide com propriedades espessantes e gelificantes. No leite, possui a propriedade de reagir com as proteínas e prover funções estabilizantes.

Esta substância possui a habilidade exclusiva de formar uma ampla variedade de texturas de gel a temperatura ambiente, tais como gel firme ou elástico, transparente ou turvo, forte ou débil, termorreversível ou estável ao calor, alta ou baixa temperatura de fusão/gelificação. Pode ser utilizado também como agente de suspensão, retenção de água, gelificação, emulsificação e estabilização de alimentos como sorvetes, creme de leite, iogurtes, queijos, doces, gelatinas e produtos lácteos.

ALGINATOS

A variedade de compostos algínicos disponíveis atualmente é o resultado de um intensivo trabalho de pesquisa, desenvolvimento, marketing e serviços, durante cerca de 30 anos nos principais países produtores. As algas marrons da família das feofíceas constituem a principal matéria prima para produção de alginato, um componente da parede celular desses organismos, formando um complexo insolúvel de ácido algínico, sais de cálcio, magnésio e metais alcalinos.

Os alginatos disponíveis no mercado são comercializados, na maioria, em forma de sais hidrossolúveis, livres de celulose, branqueados e purificados, incluindo-se, entre eles, o ácido algínico E400, o alginato de sódio E401, o alginato de potássio E402, o alginato de amônio E403, o alginato de cálcio E404, e o alginato de propileno glicol E405. Também se produzem compostos combinados, como o alginato de amônio-cálcio e o alginato de sódio-cálcio.

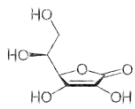
A importância dos alginatos como insumo para as indústrias alimentícia, farmacêutica e química é devido as suas propriedades hidrocolóides, ou seja, sua capacidade de hidratar-se em água quente ou fria para formar soluções viscosas, dispersões ou géis.

Os alginatos são únicos quanto às suas propriedades espessantes, estabilizantes, gelificantes e formadoras de películas, resultando em uma gama de aplicações como produção de sorvetes, de queijos, de sucos, molhos, cremes, cerveja, gelatinas, entre outras.

Comercialmente, se produzem alginatos (principalmente alginato de sódio) de baixa, média e alta viscosidade (soluções aquosas de 1%), que apresentam pequenas diferenças quanto à estabilidade. Com algumas exceções, a regra geral é que os compostos com elevado grau de polimerização são menos estáveis do que aqueles com baixo grau de polimerização.

Os alginatos têm suas propriedades afetadas tanto por fatores físicos como químicos. A quantidade de alginatos dissolvidos em água é limitada pela natureza física das soluções, mais do que pela solubilidade do composto em si.

Para aumentar a concentração de alginatos, a solução passa do estado de líquido viscoso a uma pasta espessa, ponto no qual se torna muito difícil dispersar os alginatos restantes. Assim, a solubilização dos compostos de alginato é afetada tanto pelo tamanho como pela forma das partículas.



GOMAS

A goma xantana é um polissacarídeo sintetizado por uma bactéria fitopatogênica do gênero *Xanthomonas*, de grande importância comercial. Esse polímero tem sido o mais utilizado em alimentos no Brasil e no mundo. Foi aprovado pela FDA (Food and Drug Administration) em 1969, sendo aplicado a inúmeros produtos em diferentes segmentos industriais, dentre eles, alimentos, fármacos, cosméticos, químicos e petroquímicos. Sua ampla aplicabilidade se deve principalmente a suas propriedades reológicas, que permitem a formação de soluções viscosas a baixas concentrações (0,05% a 1,0%); e estabilidade em ampla faixa de pH e temperatura.

A goma xantana tem sido usada em uma extensa variedade de alimentos, por apresentar importantes propriedades como espessante de soluções aquosas, agente dispersante, estabilizadora de emulsões e suspensões, estabilizadora da temperatura do meio, propriedades reológicas e pseudoplásticas e compatibilidade com ingredientes alimentícios. Quando utilizada em baixas concentrações, gera estabilidade na estocagem, capacidade de resistência à água e apelo estético.

Tem sido bastante utilizada como estabilizante para alimentos, como cremes, sucos artificiais, molhos para saladas, carne, frango ou peixe, assim como para xaropes e coberturas para sorvetes e sobremesas.

Devido à grande aplicação da goma xantana e ao seu amplo mercado mundial, várias pesquisas vêm sendo feitas para otimizar a produção através da seleção de novas linhagens, da adequação das condições ótimas de crescimento celular, produção, recuperação e purificação desse polissacarídeo.

A goma guar é retirada do endosperma do feijão do tipo guar, *Cyamopsis*. 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 geleificante de outros espessantes. Além dessas vantagens, a goma guar é de baixo custo, além de ser um bom estabilizante.

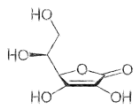
Esta goma pode ser empregada em bebidas como estabilizantes, ou ainda, em sorvetes, pudins e coberturas para saladas como espessante. É ainda indicada para uso no preparo de sorvetes, cremes, produtos à base de queijo, molhos, sopas e produtos de panificação.

A goma jataí é proveniente do feijão de alfarroba, característico da região do Mediterrâneo. Sua aplicação tem a finalidade de melhorar a textura de certos alimentos como bolos e biscoitos, espessar coberturas para saladas e melhorar características de congelamento e fusão de sorvetes.

Por ser insolúvel em água fria, a goma jataí fornece máxima viscosidade após aquecimento a 95°C e posterior resfriamento. Isoladamente, não forma gel, mas pode fazê-lo com xantana e carragena. Atua como espessante e estabilizante de emulsões, podendo ser utilizada, assim como a goma guar, na elaboração de molhos, sopas, cremes, sorvetes, produtos cárneos, enlatados e queijos.

CARBOXIMETIL CELULOSE (CMC)

A CMC é obtida a partir de celulose e monocloroacetato de sódio. Além de ser hidrossolúvel, apresenta viscosidade em elevadas faixas de pH, sendo empregada como estabilizantes em sorvetes e como “agentes de corpo” em produtos dietéticos.



QUELANTES: Aspectos gerais

Os agentes quelantes são compostos sequestrantes de íons. Desta forma, são capazes de proteger os produtos de muitas reações enzimáticas que resultam na deterioração do alimento. Tais reações podem ocorrer tanto no processo de fabricação, como na estocagem do produto. Sendo assim, os quelantes podem agir também como antioxidantes, complexando íons metálicos como cobre, ferro, cálcio e magnésio, que são cofatores de enzimas envolvidas principalmente na oxidação lipídica dos alimentos.

São formados por um íon metálico carregado negativamente (que pode também conter oxigênio), estando ligado por várias ligações covalentes a uma estrutura heterocíclica de compostos como aminoácidos, peptídeos ou polissacarídeos, que reagem com íons metálicos carregados positivamente formando um composto estável.

Os quelantes mais utilizados na indústria alimentícia são etileno-diamino-tetra-acético (EDTA), ácido cítrico e seus sais, fosfatos e compostos fenólicos, como butil-hidroxi-anisol (BHA), butil-hidroxi-tolueno (BHT), tércio-butil-hidroxiquinona (TBHQ), tri-hidroxi-butilfenona (THBP) e propilgalato (PG).

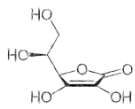
O EDTA está entre os quelantes mais comumente utilizados na indústria de alimentos, se ligando a íons metálicos, como cobre, magnésio, cálcio, manganês, ferro (II e III), zinco, cobalto, cobre (II), chumbo e níquel.

O cloreto de cálcio vem sendo utilizado na prevenção do amaciamento de frutas minimamente processadas e também na prevenção do escurecimento.

O ácido cítrico e seus derivados estão entre os aditivos mais amplamente utilizados por quelar íons metálicos e por conservar diversos tipos de alimentos. Na indústria de conservas, ele é utilizado para reduzir o processamento térmico, e na quelação de metais traços para evitar a oxidação enzimática e a degradação da cor.

Na indústria de confeitos, o ácido cítrico controla a inversão de açúcar, otimiza as características de fixação do gel e realça o sabor. No processamento de frutas e vegetais, é utilizado para inibir reações enzimáticas e para rastrear a oxidação de metais catalisados que pode causar deterioração da cor e sabor.

Alguns compostos fenólicos funcionam como sequestradores de radicais e algumas vezes como quelantes de metais por agir tanto na etapa de iniciação como na propagação de processo oxidativo. Estes compostos são, portanto, eficazes para prevenir a oxidação lipídica. No entanto, poucos fenóis são utilizados em alimentos devido à toxicidade.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, M. V. et. Al. Educação alimentar: uma proposta de redução do consumo de aditivos alimentares, **Química Nova na Escola**, v .34, p 51-57, 2012.

Aditivos alimentares. Disponível em <<http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/aditivos.html>> acesso: 05/10/2012.

ANTUNES, A. **Setores da Indústria Química Orgânica**. Epapers serviços editoriais, Rio de Janeiro, 2007.

ARAÚJO, J. **Química de alimentos: teoria e prática**. 2ª ed. Viçosa: editora UFV, 1995. 335p.

BROCK, J. et. al Experimental measurements of viscosity and thermal conductivity of vegetable oils **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v.28, n.3, 2008.

CARCAIOLI, G. F. **Alimentos Industrializados**. Projeto PIBID – Ano 2010. 8 p. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química. Campinas, 2010.

DAVID, M.A.; SILVA, P.S. **Alimentos e cinética química**. Disponível em: <http://crv.educacao.mg.gov.br/SISTEMA_CRV/documentos/md/em/quimica/2010-08/md-em-qu-10.pdf> acesso: 05/10/2012.

EKHOLM, P.; VIRKKI, L.; YLINEN, M.; JOHANSSON, L. The effect of phytic acid and some natural chelating agents on the solubility of mineral elements in oat bran. **Food and Chemistry**, v. 80, p.165-170, 2003.

EMULSIFICANTES EM PANIFICAÇÃO. disponível em <<http://www.oxiteno.com.br/aplicações/mercados/dos/documento.asp?artigotecnico=1&segmento=0100&idioma=PO&r=.pdf>> acesso em 02/10/2012.

EMULSIFICANTES: PANORAMA DA SITUAÇÃO. Disponível em <<http://www.revista-fi.com/materias/89.pdf>> acesso: 05/10/2012.

Espessante Alimentar. In Infopédia [Em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2012. [Consulta: 2012-11-02]

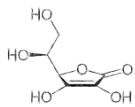
GAVA, A. J. **Princípios de Tecnologia de Alimentos**, Editora Nobel, 1a. edição, 8a. reimpressão, 1998.

JATO, J. (1997). **Aspectos fundamentales de los sistemas farmacêuticos y operaciones básicas**, Madrid, Editorial Sintesis. Disponível em <<http://www.eufic.org/article/pt/artid/Descricao-alguns-aditivos-alimentares/>> acesso: 05/10/2012.

LACHMAN, L.; LIEDERMAN, H. A.; KANING, J. L. **The theory and practice of industrial pharmacy**, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian. (2001).

MARTINA, M. C. **Introducción a ladermofarmácia y a la cosmetologia**, Zaragoza, Editorial Acribia, S.A. 2005.

MENTEN, J. F. M.; MIYADA, V. S.; BERENCHTEIN, B. **Glicerol na Alimentação Animal**, ESALQ/USP, Piracicaba, SP. 2008.



Capítulo 6 | Agentes processantes: considerações sobre a adição de emulsificantes, estabilizantes, espessantes, quelantes e umectantes aos alimentos

MORAIS, J. M.; ROCHA-FILHO, P. A.; BURGESS, D. J. Influence of phase inversion on the formation and stability of one-step multiple emulsions. **Langmuir**, v.25, p.7954-7961, 2009.

NOGUEIRA PRISTA, C. A.; MORGADO, R. **Tecnologia Farmacêutica**, Porto, Fundação Calouste Gulbenkian. 1995.

QUIMIDROL. **Ficha técnica**, Joinville, SC disponível em:

<http://www.quimidrol.com.br/site/admin/user/anexos/quimico_e528a56afdc89ecbd716f92b0b440b1a.pdf>. Acessado em 28.10.12.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Revista Química Nova**, v.29, n.4, p.755-760, 2006.

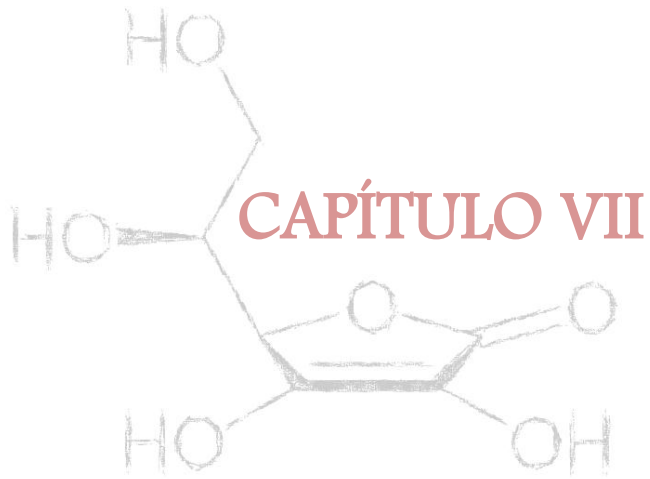
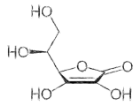
SALAGER, J. L. **Formulación, composición y fabricación de emulsiones para obtenerlas propiedades deseadas**. Estado del arte. Parte B. Propiedades de las emulsiones y su maduración. In: FIRP, L., Química, E. D. I., andes, U.D.L. e Venezuela, M. (eds). Mérida-Venezuela. 1999.

SOARES, S. E. Ácidos Fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.15, n.1, p.71-81, jan./abr. 2002.

TEIXEIRA, L. Aditivos nos alimentos. Disponível em <<http://www.luzimarteixeira.com.br/wp-content/uploads/2010/04/tapioo-aditivos-alimentares-2.pdf>> acesso: 05/10/2012.

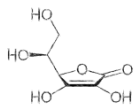
VALSECHI, O. A. **Aditivos**, Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2001.

VILAS BOAS, E.V.de B.; KADER, A.A. **Effect of 1-MCP on fresh-cut fruits**. *Perishables Handling Quarterly*, Davis, n. 108, p. 25, 2001.



Cássio Resende de Moraes

Carlos Fernando Campos



Aplicações de probióticos e prebióticos na biotecnologia de alimentos

ASPECTOS GERAIS

Presente no aparelho intestinal com especificidade no colón, as bactérias encontraram condições favoráveis em desenvolvimento ao ponto que garantiu uma população tão diversificada que supera em números as células eucarióticas do restante do corpo humano.

Algumas destas espécies são responsáveis por desencadear uma série de patologias ao ser humano. Estas bactérias dependem exclusivamente de sítios de adesão na mucosa intestinal, sendo mediadas por competição por adesão e alimento, com bactérias não patogênicas, tornando evidente o aparecimento de algumas doenças em circunstâncias resultantes de um desequilíbrio da microbiota intestinal.

Alimentos funcionais são caracterizados por produtos que contenham em seu processo final, nutrientes, organismos ou qualquer substância que possa ser utilizada como benefício nutricional e para promoção de saúde. Estima-se que seu emprego foi difundido primariamente no Japão, no ano de 1980 e, a partir daí, conquistaram de forma significativa o mercado mundial.

Paralelamente a esta situação, as indústrias alimentícias investem em produtos de origem ou derivados de alimentos funcionais, com destaque para produtos probióticos, prebióticos e simbióticos, que visam aumentar a microbiota bacteriana intestinal, promovendo uma eficiente competição com agentes patológicos, a fim de promover uma vida saudável ao hospedeiro.

É importante ressaltar que apesar de serem eficazes quanto a suas propriedades, os alimentos funcionais possuem como característica o objetivo de promover saúde ao consumidor.

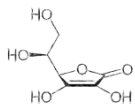
A primeira publicação sobre probióticos foi feita em 1907 por Metchnikoff, pesquisador do Instituto Pasteur, e já conferia conceito aos probióticos. Sobretudo, a definição mais aceita, segundo a Organização Mundial da Saúde, classifica os probióticos como **“microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro”**.

Já os **prebióticos** são ingredientes seletivamente fermentáveis, que devido suas propriedades, estabelecem modificações nos produtos ou atividade da microbiota intestinal, promovendo bem estar ao hospedeiro.

Além de estímulo seletivo da microbiota intestinal, os prebióticos são aplicados a fim de atender indivíduos que possuem diabetes e/ou níveis elevados de colesterol no sangue, agindo assim como substitutos de açúcar e gordura.

Os produtos **simbióticos** são aqueles elaborados pela adição de probióticos e prebióticos, estabelecendo um produto mais eficiente, motivo este observado pelo ambiente que os prebióticos estabelecem como estímulo para a proliferação de probióticos.

No ano de 2005, o mercado americano alimentício movimentou 73,5 bilhões de dólares. Este avanço nas indústrias alimentícias se dá pelo fato de que a população nesta década se preocupa em adquirir uma alimentação rica em nutrientes e propriedades que venham a estabelecer uma vida mais saudável, colocando as indústrias que utilizam tal tecnologia em vantagem significativa no mercado capitalista.



No Brasil, já é comum o encontro de produtos funcionais nas vias de comércio. Na tabela 1 estão listadas algumas empresas, bem como seus produtos e os microrganismos responsáveis pela ação funcional, que já estão disponíveis no mercado.

Tabela 1 | Alimentos com funcionalidade probiótica comercializados no Brasil

FABRICANTE	PRODUTO	MICROORGANISMO(S) PROBIÓTICO(S)
BATAVO	Batavinho	<i>Lactobacillus spp</i>
	Biofibras	<i>Lactobacillus acidophilus</i> e <i>Bifidobacterium lactis</i>
DANONE	Activia	<i>Bifidobacterium animalis</i> DN173010
NESTLÉ	Chamyto leite fermentado	<i>Lactobacillus paracasei</i>
	Chamyto iogurte fermentado	<i>Lactobacillus paracasei</i>
YAKULT	Yakult	<i>Lactobacillus casei</i> Shirota
	Yakult 40	<i>Lactobacillus casei</i> Shirota

EFEITOS DE PROBIÓTICOS E PREBIÓTICO NA DIETA HUMANA

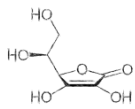
Observa-se uma gama de efeitos desejáveis ao hospedeiro que utiliza em sua dieta alimentar produtos probióticos. Entre estes efeitos, observa-se a capacidade de garantir o controle microbiano intestinal através da competição por sítios de adesão e alimento, promovendo o reforço dos mecanismos naturais de defesa do organismo, estabelecendo ou restabelecendo a saúde do consumidor. Além da síntese de ácidos acéticos, lácticos e bacteriocinas que atuam como atividades antimicrobianas.

Dentre os benefícios dos probióticos, é possível citar aqueles que realizam quebra e digestão da lactose em indivíduos intolerantes; os que possuem numerosos efeitos antagonistas contra agentes patogênicos Gram-positivos e Gram-negativos; os que atuam na prevenção de rinite alérgica e alergias decorrentes de constituintes alimentares; que possuem efeitos que combatem a hipertensão; contribuem para prevenção de infecções dos órgãos urogenitais, além de efeitos inibitórios de processos mutagênicos.

Além disso, alguns probióticos servem como via de tratamento de dermatites, doenças crônicas no fígado e colite, prevenção do câncer de cólon, reduzem os altos níveis de colesterol e são utilizados como coadjuvante de tratamento em casos de síndrome de intestino.

Outra característica marcante dos probióticos se deve a sua capacidade de modular o sistema imunológico. Tal mecanismo se dá pelo contato direto da microbiota intestinal com células epiteliais do intestino, promovendo uma série de processos imunológicos, inclusive o estímulo do sistema imunológico inato (citocinas, células fagocíticas). No sistema imune do hospedeiro, os probióticos participam na estimulação e modulação, reduzindo a produção de pró-inflamatórios como citocinas por meio de ações sobre NFκB, como via de produção, aumentando o número de citocinas IL-10, e na modulação da proliferação celular e de apoptose, prevenindo a apoptose de citocinas.

Prebióticos contribuem diretamente com os benefícios fornecidos pelos probióticos, uma vez que estes possuem como característica o fornecimento do substrato necessário como estímulo e desenvolvimento da microbiota benéfica.



ASPECTOS DA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA (ANVISA) ACERCA DOS PROBIÓTICOS

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) em função da legislação vigente, manifesta pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) de nº 2 de 7 de janeiro de 2002, em anexo, acerca de probióticos, afirma que:

- 1) A avaliação de segurança, registro e comercialização devem ser adotados como procedimentos padronizados.
- 2) Não são considerados como probióticos: chás; composto líquido pronto para consumo; alimentos para praticantes de atividade física; produtos com indicação terapêutica/ medicamentos; fármacos preventivos ou com ação clínica definida oriundos ou não de origem natural; fármacos estimulantes (hormônios e outras) designados como “dopping” pelo Comitê Olímpico Internacional – COI; fitoterápicos, associados ou não a nutrientes; alimentos e ingredientes alimentares que contenham ou consistam em organismo geneticamente modificados – OGM; alimentos e ingredientes alimentares advindos de OGM, mesmo não os contendo; suplemento vitamínico e/ou mineral; alimento para nutrição enteral, novos alimentos/ ingredientes; produtos com Padrão de Identidade e Qualidade ou Regulamento Técnico específico.
- 3) Definição de Probiótico: microrganismos vivos capazes de melhorar o equilíbrio microbiano intestinal produzindo efeitos benéficos à saúde do indivíduo.
- 4) Designação : é o nome do probiótico, acompanhado da forma de apresentação do produto.
- 5) Rotulagem: deve constar a quantidade dos microrganismos viáveis, que garanta a ação alegada dentro do prazo de validade do produto. Esta informação deve estar próxima à alegação de propriedade funcional e/ou de saúde do produto e fora da Tabela de Informação Nutricional. Contudo, a rotulagem no Brasil e em outros países não ocorre conforme disposto na Legislação.
- 6) Registro: o pedido para registro de produto probiótico deve conter laudo de análise para fins probatórios sobre o teor de contaminantes inorgânicos e fica sujeito ao regulamento; assim para disposições gerais temos: possibilidade de pedido de revisão, após dois anos da publicação; requerimento de acompanhamento e/ou estudos pós-comercialização; a empresa fabricante deve comunicar imediatamente à ANVISA qualquer informação adicional no sentido de reavaliação quanto ao risco e segurança de uso do produto.

Dentre os requisitos específicos citados pela ANVISA sobre probióticos temos: as unidades formadoras de colônias (UFC), que devem estar entre 10^8 e 10^9 no produto pronto para consumo na recomendação diária, laudo probatório da viabilidade máxima e mínima do produto até sua data de validade, teste de resistência aos sais biliares e acidez gástrica e a quantidade de UFC no consumo diário do produto, que deve ser declarada no rótulo.

Na tabela 2, estão listadas as linhagens bacterianas reconhecidas com propriedades funcionais em função do caráter científico probatório com reconhecimento de eficácia, que estão regularizadas quanto ao protocolo estabelecido pelo órgão e disponíveis no mercado.

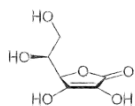


Tabela 2 | Linhagens bacterianas com propriedades funcionais em função do caráter probatório com reconhecimento da eficácia segundo a ANVISA.

GÊNERO	ESPÉCIE	VARIEDADES
Lactobacillus	<i>acidophilus</i>	
	<i>casei shirota</i>	
	<i>casei</i>	<i>rhamnosus/defensis</i>
	<i>paracasei</i>	
Lactococcus	<i>Lactis</i>	
	<i>bifidum</i>	
Bifidobacterium	<i>animallis</i>	
	<i>longun</i>	
Enterococcus	<i>faecium</i>	

Fonte: ANVISA | Linhagens bacterianas probióticas com reconhecimento da ANVISA, BRASIL, 2012.

Quanto aos prebióticos, a ANVISA ainda não restringiu uma legislação específica para tal tecnologia, no entanto, atribuiu-os como fibras alimentares que atuam de forma funcional no organismo sob a alegação de que “as fibras alimentares auxiliam o funcionamento do intestino. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”.

Requisitos Específicos:

- 1) para o que sugere a alegação, o produto pronto para consumo deve fornecer 3g de fibras para alimentos sólidos e 1,5g para alimentos líquidos.
- 2) A quantidade de fibras deve ser declarada na tabela de informação nutricional.
- 3) Para as apresentações em cápsulas, tabletes, comprimidos e similares, os requisitos mencionados anteriormente devem ser atendidos na recomendação diária do produto pronto para consumo, conforme indicação do fabricante.
- 4) Para os produtos do item 3, no rótulo, deve constar em negrito e em destaque a seguinte orientação: **“O consumo deste produto deve ser acompanhado da ingestão de líquidos”**

Na tabela 3, são apresentadas as fibras alimentares reconhecidas pela ANIVSA, bem como sua alegação e suas particularidades, além dos critérios que devem ser cumpridos para a fabricação e comercialização de todas as fibras.

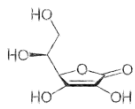


Tabela 3: Fibras alimentares com propriedades funcionais segundo a ANVISA (BRASIL, 2012)

FIBRA	ALEGAÇÃO	PARTICULARIDADE
Beta Glucana	Auxilia na redução da absorção de gordura	Alegação comprovada apenas em aveia
Dextrina Resistente	Auxilia o funcionamento do intestino	recomendação diária máxima 30g
Fruto oligossacarídeo*	Contribui com o equilíbrio da microbiota intestinal	recomendação diária máxima 30g
Goma Guar Parcialmente Hidrolisada	Auxilia o funcionamento do intestino	Para apresentações em sachê ou em pó, o fabricante deverá informar a quantidade mínima de líquido exigido para dissolver o produto.
Inulina*	Contribui com o equilíbrio da microbiota intestinal	Recomendação diária máxima 30g
Lactulose*	Auxilia o funcionamento do intestino	–
Polidextrose	Auxilia o funcionamento do intestino	–
Psillium ou Psyllium	Auxilia na redução da absorção de gordura	Única espécie avaliada: <i>Plantago ovata</i>
Quitosana	Auxilia na redução da absorção de gordura e colesterol	–

* Fibras alimentares reconhecidas como prebióticos de acordo com a literatura.

FONTES PROBIÓTICAS E PREBIÓTICAS

Como descrito no começo do capítulo, as culturas probióticas em sua suma magnitude vem conquistando de forma exponencial o mercado das indústrias alimentícias, utilizando como marketing as propriedades funcionais, as quais estes agentes fornecem ao organismo hospedeiro.

Empresas de vários ramos alimentares investem em tal tecnologia, inovando fórmulas fermentativas para a elaboração desses produtos. É necessário salientar que no processo de fermentação nem todas as culturas são ditas probióticas, uma vez que para serem consideradas como tais devem atender tanto sua definição quanto suas respectivas propriedades. Assim, culturas utilizadas apenas como processo de fermentação são ditas culturas *starter* ou cultura inicial.

Além das culturas legalizadas pela ANVISA, as indústrias alimentícias almejam e buscam novas fórmulas e cepas bacterianas para inovarem seus produtos. Dentre as cepas bacterianas, as mais conhecidas e de maior destaque compreendem o gênero das *Bifidobacterium* e os *Lactobacillus*, bactérias encontradas e isoladas no aparelho digestório de humanos, principalmente no íleo terminal e no cólon (este conhecimento foi possível, pela análise do bolo fecal em humanos). A partir daí, diversos gêneros e diferentes espécies foram catalogadas e inseridas nas indústrias alimentícias (Tabela 4).

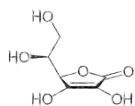


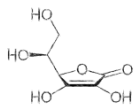
Tabela 4 | Principais linhagens utilizadas como probióticos nas indústrias alimentícias

GÊNERO	ESPÉCIE	REFERÊNCIA
Lactobacillus	<i>animalis</i>	(HAYES <i>et al.</i> , 2006)
	<i>brevis</i>	(GOBBETTI <i>et al.</i> , 2000)
	<i>delbrueckii ssp.</i>	(GOBBETTI <i>et al.</i> , 2000)
	<i>delbeuckii ssp.bulgaricus</i>	(SIRACUSA <i>et al.</i> , 2007)
	<i>casei</i>	(ALONSO <i>et al.</i> , 2003)
	<i>paracasei</i>	(SIRACUSA <i>et al.</i> , 2007)
	<i>plantarum</i>	(SIRACUSA <i>et al.</i> , 2007)
	GG	(ROKKA <i>et al.</i> , 1997)
	<i>helveticus</i>	(MAENO <i>et al.</i> , 1996)
	<i>rhamnosus</i>	(XU <i>et al.</i> , 2005)
Lactococcus	<i>acidophilus</i>	(ALONSO <i>et al.</i> , 2003)
	<i>lactis</i>	(SIRACUSA <i>et al.</i> , 2007)
	<i>lactisto</i>	(JUILLARD <i>et al.</i> , 1995)
Pediococcus	<i>lactis ssp. Cremoris</i>	(GOBBETTI <i>et al.</i> , 2000)
	<i>acidilactici</i>	(KISHINO <i>et al.</i> , 2006)
Propionibacteria	<i>freundenreichii ssp. Shermanii</i>	(JIANG <i>et al.</i> , 1998)
	<i>freundenreichii ssp.Freundereichii</i>	(JIANG <i>et al.</i> , 1998)
Pseudomonas	<i>aeruginosa</i>	(HAMEL <i>et al.</i> , 1985)
Bacillus	<i>cereus</i>	(HAMEL <i>et al.</i> , 1985)
Saccharomyces	<i>cerevisae</i>	(NAKAMURA <i>et al.</i> , 1995)
Streptococcus	<i>thermophilus</i>	(LIN <i>et al.</i> , 1999)
	<i>catenulatum</i>	(BARRETT <i>et al.</i> , 2007)
	<i>dentium</i>	(BARRETT <i>et al.</i> , 2007)
	Bifidobacterium	<i>infantis</i>
<i>bifidum</i>		(BARRETT <i>et al.</i> , 2007)
<i>longum</i>		(BARRETT <i>et al.</i> , 2007)

No entanto, vale salientar que para que seja legalizada quanto às propriedades funcionais a que os probióticos conferem, eles devem atender aos requisitos exigidos pela ANVISA, quanto a seu caráter científico probatório.

Quanto aos prebióticos, todo esforço se concentra na Biotecnologia tradicional, procurando em pesquisas científicas a elaboração de substâncias que venham a fornecer o substrato para o desenvolvimento de cepas seletivas no intestino humano.

Os prebióticos conhecidos hoje são carboidratos não digeríveis, que por sua vez, fornece como matéria prima estes complexos para fermentação e, conseqüentemente, propagação de bactérias benéficas no intestino delgado.



Para que um componente possa ser classificado como prebiótico, ele deve atender a três requisitos:

- 1) *O componente deve ter resistência à acidez gástrica, à hidrólise de enzimas e à absorção gastrointestinal;*
- 2) *O componente obrigatoriamente deve ser fermentado pela microbiota intestinal;*
- 3) *O componente deve ser seletivo, estimulando apenas bactérias benéficas ao organismo, sendo assim associado à saúde e bem estar.*

Os prebióticos mais conhecidos vinculados à dieta humana tratam-se dos frutanos tipo inulina, oligofrutose e a lactulose. Os mais empregados como recurso tecnológico nas indústrias alimentícias são os frutanos inulina e oligofrutose, ambos encontrados e isolados nas espécies *Chichorium intybus* e a *Helianthus tuberosus*, respectivamente, e utilizados como fonte de carboidratos.

A inulina, como composto parcialmente solúvel em água e em meios ácidos possui 10% de doçura quando comparada com a sacarose. Sua principal característica está diretamente relacionada à sua capacidade de formar gel e atividade de emulsificação sendo, portanto, substituta de gordura.

Os fruto-oligossacarídeos (FOS) são classificados como prebióticos devido sua capacidade de resistir às enzimas do sistema digestório, que por sua vez são fermentados por bactérias sacarolíticas. São compostos solúveis em água e possuem 35% de doçura em relação à sacarose, e, por possuírem propriedades umectantes e de retenção de umidade, são usados como substitutos de açúcar.

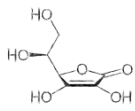
A lactulose estimula o desenvolvimento de Bifidobactérias, proporcionando descongestionamento das fezes no intestino, agindo assim como laxativo.

CUIDADOS NO MANUSEIO DE PROBIÓTICOS

Apesar de ser uma tecnologia promissora, para obter sucesso no mercado e obter resultados satisfatórios, é necessário que as indústrias assegurem seus produtos quanto suas qualidades e propriedades probióticas. Para obter um produto que atenda as exigências dos órgãos fiscalizadores e consumidores, é necessário que os fabricantes, além de seguir o protocolo da ANVISA, se priorizem de certos cuidados.

A produção de um alimento funcional aditivado com cepas probióticas, nem sempre é tarefa fácil. Primeiramente, antes de disponíveis aos consumidores, as cepas probióticas devem possuir a capacidade de serem fabricadas sob condições industriais e, posteriormente, sejam elas culturas congeladas ou liofilizadas, a sobrevivência das cepas deve ser assegurada afim de, manter sua funcionalidade durante o armazenamento e após serem incorporadas ao alimento não produzir sabores ou texturas desagradáveis.

Entretanto, a dificuldade para obter um produto funcional aditivado de cepas probióticas não se resume apenas aos fatores citados até aqui. A preparação de um produto alimentar à base de probióticos com viabilidade para uso deve levar em conta a sensibilidade apresentada por estes microrganismos, sendo algumas delas: presença de compostos antimicrobianos, meio ácido e a presença de oxigênio.



Segue abaixo os 5 passos que devem ser levados em extrema cautela quanto ao manejo de culturas probióticas em indústrias alimentícias.

1| No momento da recepção do leite cru ou qualquer matéria prima a ser industrializada, esta deve ser desprovida de níveis altos de antibióticos, micotoxinas e pesticidas atendendo os padrões estabelecidos pela legislação vigente, uma vez que esta pode prejudicar o desenvolvimento ou viabilidade das culturas, que interferem de forma direta no desenvolvimento das cepas utilizadas como probióticos.

2| Independentemente da duração do tratamento térmico na qual a matéria prima é submetida, a temperatura deve ser o suficiente para promover a destruição dos microrganismos patológicos e suas enzimas, além de promover a desnaturação das proteínas para posteriormente formar um complexo entre elas.

3| O processo de fermentação sem dúvida nenhuma é a etapa mais crucial do processo, exigindo total atenção do condutor em tal operação. Tal processo varia de acordo com o produto que irá ser industrializado. No leite, a fermentação é feita por meio de culturas que realizam a hidrólise das proteínas presentes no mesmo, bem como utilizam a lactose como via de consumo para suprir suas necessidades energéticas. Resultante deste mecanismo ocorre a produção de peptídeos, ácido láctico e acetaldeído.

L. bulgaricus e *S. thermophilus* são as culturas (*Starters*) mais utilizadas na elaboração do fermento lácteo (iogurtes e leite fermentado). Sua eficiente aplicabilidade se deve pela ação simbiótica que é observada nas duas culturas, onde as cepas de *S. thermophilus* ao se multiplicarem de forma extraordinariamente rápida, conferem dióxido de carbono e ácido fórmico (diminui o PH) para as cepas *L. bulgaricus*, produtos estes aproveitados por esta espécie. As culturas *L. bulgaricus* por sua vez desenvolvem-se nestas condições e produzem peptídeos e aminoácidos, os quais são aproveitados pelas culturas *S. thermophilus*; tal condição favorece ambas as espécies, prevalecendo na ação fermentativa um equilíbrio simbiótico entre as culturas. A adição de probióticos pode ser ministrada no momento ou depois da confecção da fermentação, entretanto esta etapa deve ser manipulada com considerável cautela, uma vez que nesta etapa é obrigatória a harmonia entre as culturas microbianas do fermento e a cultura probiótica, a fim de evitar competição e assegurar o desenvolvimento de ambas as culturas.

4| Sejam quaisquer processos aos quais os probióticos forem submetidos, por apresentarem em condições anaeróbicas no intestino humano, eles devem ser desprovidos de oxigênio, o qual possa leva-los ao mau funcionamento metabólico ou mesmo a morte celular.

5| Os produtos devem ser restritos ao contato de altas taxas de NaCl, uma vez que este compromete as culturas probióticas.

Os processos e cuidados descritos acima não servem de regras gerais, uma vez que os cuidados são aplicados de acordo com o produto que será industrializado. No entanto, é indispensável garantir que haja a destruição dos microrganismos na matéria prima primária; garantir que não haja competição entre as cepas probióticas ou qualquer cultura no processo, além de restringir o produto do contato com oxigênio e altas taxas de NaCl.

TECNOLOGIA DE MICROENCAPSULAÇÃO

A produção de um alimento funcional adicionado de cepas probióticas é quase sempre tarefa complicada. Conferir resistência às cepas durante sua passagem ao meio ácido e aos sais biliares presentes no trato gastrointestinal é imprescindível para garantir a viabilidade do alimento em casos de existência de microrganismos que exibem propriedades funcionais.

Mesmo sendo considerado um procedimento novo, a microencapsulação já era descrita em 1970 por Todd, como a tecnologia de empacotamento que, com finas coberturas poliméricas, aplicável tanto aos sólidos, às gotículas líquidas ou material gasoso, que tem por finalidade formar microcápsulas através de micropartículas.

A microencapsulação de probióticos consiste no processamento de reter com uma membrana polimérica ou biopolimérica a fim de proteger os microrganismos para alguns casos e, possibilitar sua liberação em determinadas condições específicas, viabilizando inúmeros benefícios às culturas probióticas (Figura 2). Na tabela 5, estão listados alguns dos benefícios conferidos ao processo de microencapsulação em cepas probióticas.

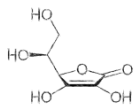
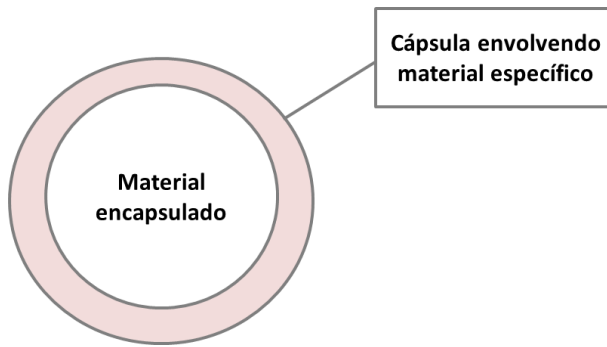


Figura 2 | Representação esquemática de uma microcápsula.



Fonte: Adaptado de Castañeta *et al.* (2011).

Tabela 5 | Benefícios da tecnologia de microencapsulação em cepas probióticas

CULTURAS PROBIÓTICAS EM PÓ	Produção e manutenção de viabilidade facilitada para culturas sensíveis ao oxigênio; Culturas sensíveis à centrifugação apresentam recuperação mais facilmente; Menor risco/problemas de contaminação.
ALIMENTOS, NUTRACÊUTICOS / RAÇÕES, CULTURAS STARTER	No trato gastrointestinal, as culturas são expostas às soluções gástricas e biliares, onde as microencapsuladas apresentam melhoria de sua sobrevivência/ Maior estabilidade durante a estocagem.
SORVETES	Resistência à fase de congelamento.
QUEIJO	Detenção no produto final é maior; adquire proteção contra bacteriófagos.
LEITE FERMENTADO	Adquire proteção contra leveduras contaminantes.

Fonte: Benefícios da microencapsulação para cepas probióticas. Modificado de FAVORO-TRINDADE (2011).

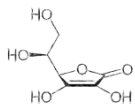
Dentre as técnicas já utilizadas para o encapsulamento de probióticos, destacam-se: extrusão, atomização ou *spray-drying*, leite fluidizado ou *spray coating*, emulsão, coacervação, imobilização em gordura ou em grânulos de amido.

APLICAÇÕES

IOGURTES E BEBIDAS LÁCTEAS

Desde o desenvolvimento de culturas de probióticos, se tornou comum o emprego destas, em alimentos derivados de produtos lácteos sendo os pioneiros de tal tecnologia.

Considerados ótimos veículos de culturas probióticas, o iogurte devido suas propriedades funcionais e nutricionais conquistou de forma significativa a dieta da população nesta era moderna.



Os prebióticos em si participam principalmente na substituição do teor de gordura e açúcar, em iogurtes e leites fermentados, e em quantidade moderada estabelece o substrato para o desenvolvimento de cepas probióticas no intestino delgado.

Por passarem a imagem de “saudável”, as bebidas lácteas estão conquistando a confiança dos consumidores e refletindo sua posição perante o mercado capitalista. Este crescimento se deve exclusivamente ao uso de culturas de probióticos e ingredientes prebióticos sendo considerados sinônimos de promoção de saúde, o qual os torna o foco das indústrias alimentícias com ênfase nas bebidas lácteas.

De maneira significativa, contribuem de forma vantajosa em empresas de laticínios, tendo em vista uma renda a mais ao utilizar o soro gerado na elaboração de seus produtos, na confecção de bebidas lácteas, outrora utilizados como descarte.

QUEIJOS

A produção de queijos aditivados com bactérias que possuem propriedades probióticas, recentemente vem atraindo muita atenção. Queijos, que apresentem pH entre 4,8 a 5,6 podem ser bons veículos para cepas do gênero *Bifidobacterium*, pois nesta faixa de pH, o meio é estável para a sobrevivência destes microrganismos, haja vista que são sensíveis a meios mais ácidos que os descritos, e também, do metabolismo de microrganismos presentes no interior do queijo, resulta-se um meio quase anaeróbio que é favorável a sobrevivência de bifidobactérias, e isso ocorre rapidamente, algumas semanas após a maturação.

Devido suas propriedades fisiológicas os queijos fornecem excelentes condições para o desenvolvimento de cepas probióticas, garantindo a proteção e sobrevivência destes ao passarem pela ação química do aparelho digestório, onde este derivado do leite se enquadra entre os alimentos que mais favorece a proliferação de cepas seletivas de probióticos.

Este fato se deve aos altos índices de gordura, presentes na matriz do queijo, sendo este um fator favorável à sobrevivência de linhagens probióticas, pois este fator oferece proteção a esses microrganismos durante seu percurso pelo trato gastrointestinal.

Existe uma ampla diversidade de variedades de queijos utilizados como veículo de microrganismos probióticos, e também uma considerável quantidade de bactérias com propriedades probióticas utilizadas neste tipo de produto. Em alguns casos, como tendo o queijo aditivado de cepas probióticas, é possível mensurar para alguns casos, bons resultados, em detrimento ao potencial, enquanto alimento funcional, este produto apresentou e por manter similaridade quanto à textura e característica sensorial se comparado aos queijos tradicionais.

Na tabela 5 esta descrita as principais culturas de bactérias com propriedades funcionais aplicadas nas indústrias de laticínios.

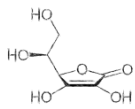


Tabela 5 | Principais culturas de probióticos aplicados em variedades de queijo

QUEIJOS	PROBIÓTICO(S)
Cottage	<i>Bifidobacterium infantis</i>
Cheddar	<i>Bifidobacterium bifidum</i> ; <i>B. lactis</i> ; <i>B. longum</i> ; <i>B. infantis</i> ; <i>Lactobacillus paracasei</i>
Canestrato Pugliese	<i>Bifidobacterium bifidum</i> e/ou <i>B. longum</i>
Queijo Fresco	<i>Bifidobacterium breve</i> e ou <i>B. longum</i>
Minas Frescal	<i>Lactobacillus paracasei</i> ; <i>L. acidophilus</i> ; <i>Bifidobacterium lactis</i> ; <i>Streptococcus thermophilus</i> e <i>L. acidophilus</i> ; <i>B. animalis</i> . <i>S. thermophilus</i> e <i>L. acidophilus</i>
Prato	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>

Fonte: Adaptado de Van Dender (2008).

É necessário ressaltar que os queijos probióticos, quando adicionados com produtos prebióticos, confere ao queijo uma reação simbiótica ao ponto apresenta no produto final uma excelente qualidade no desempenho sensorial, além de uma maior durabilidade na preservação dos mesmos.

SORVETES

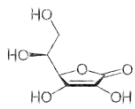
A relação sorvete-probiótico, também é muito aceita no mercado, motivo este averiguado pela compatibilidade em ambos, observando ausência prejudicial na qualidade sensorial do produto final.

O sorvete é um produto consumido por todas as faixas etárias, principalmente no verão, mas, ainda assim, algumas pessoas têm o hábito de consumo durante o ano inteiro, de modo que o sorvete é considerado um produto com alta aceitação sensorial, sendo que, no Brasil, existe uma boa expectativa no que diz respeito ao crescimento comercial.

Basicamente, entre outras substâncias, o sorvete possui em sua composição proteínas do leite, gordura e lactose, e como é de senso comum, é um produto congelado, assim, composição e estado físico culminam no que pode ser considerado como fator favorável na utilização do mesmo, como veículo para culturas probióticas.

No entanto, conforme descrito anteriormente, a elaboração de um produto alimentar aditivado com cepas probióticas, nem sempre é tarefa fácil. Dentre as etapas no processamento do sorvete adicionado de culturas probióticas, destacam-se alguns problemas e alguns obstáculos tecnológicos, tais como: escolha adequada do ingrediente (polpa ou suco de frutas), o que infere no aumento da acidez do composto, inviabilizando a sobrevivência da cultura probiótica; o inóculo fermentado por probióticos, em baixos valores de pH, apresenta perda de sua viabilidade; o oxigênio que, durante o batimento, entra em contato com a cultura e torna-se tóxico a ela; a estocagem que induz a cultura ao *stress*, em função do congelamento, reduzindo sua viabilidade probiótica em 1 ciclo log.

No entanto, as soluções para os problemas mensurados anteriormente foram elucidadas, mas assim, para os processos de microencapsulação que não devem crescer 0,1 Euro por kg ao alimento, essas soluções, em virtude dos problemas e obstáculos tecnológicos, deve ser adequada à realidade de cada empresa, para que consigam elaborar um produto probiótico sem crescer o preço final em função das soluções adotadas de maneira exorbitante.



PRODUTOS CÁRNEOS E PESCADOS

Na indústria cárnea a demanda de produtos vinculados à produção de embutidos sofre um preconceito por parte da população, gerando desconfiança da parte nutricional e consequências no ato de consumo de tais produtos. A aplicabilidade de probióticos favorece as empresas na resolução de tais problemas, devolvendo ao alimento aspectos condicionais de saúde e refletindo na comercialização de embutidos no mercado capitalista.

Além de suas propriedades funcionais no intestino humano, os probióticos atuam como culturas *starters* funcionais, estabelecendo em produtos cárneos o controle patológico, atribuindo segurança e conseqüentemente melhores valores sensoriais.

A carne, assim como o leite, atribui às bactérias probióticas a proteção contra ação do suco gástrico do estômago, as protegendo no processo de digestão para posteriormente atuarem no intestino delgado.

Outra característica de probióticos em produtos cárneos refere-se à descarboxilação dos aminoácidos presentes na carne, que formam as complexas aminas biogênicas, que por sua vez possuem atividades tóxicas quando digeridas pelo organismo. Tais eventualidades são combatidas por cepas probióticas, que ao reduzirem o pH, inibem o desenvolvimento da microbiota fermentativa ou residente da carne, promovendo ações amino-oxidase.

Apesar de serem indispensáveis ao nível celular, os teores de gordura estão diretamente relacionadas à doenças crônicas em seres humanos. A inulina se enquadra entre as muitas fibras alimentares que, como prebióticos, auxiliam na redução de tais níveis prejudiciais à saúde.

Em pescados assim como em produtos cárneos, os probióticos atuam no controle da microbiota patológica e no combate de aminas por deteriorantes. O preparo de ingredientes probióticos pode ser de forma direta com a fixação no pescado, ou de forma indireta, através de filmes comestíveis, todos atendendo à legislação vigente do país em que são comercializados.

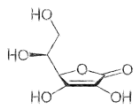
CEREAIS

Sendo de suma importância na alimentação humana, os cereais foram responsáveis pelo comércio de 2 bilhões de toneladas no ano de 2009. Cereais são conhecidos pelo seu alto teor de carboidratos e baixo teor de proteínas. Seu consumo pode ser tanto de maneira tradicional quanto no desenvolvimento e preparo de produtos, principalmente bebidas, pelo processo de fermentação.

As bebidas lácteas, por serem as pioneiras da utilização de probióticos como alimentos funcionais, estão em primeiro lugar quanto ao emprego de tal tecnologia. No entanto, uma parcela da população é intolerante ou possui hipersensibilidade a lactose, tornando assim os cereais uma excelente alternativa para indivíduos que são restritos ao consumo de lactose e queiram consumir alimentos acrescidos de bactérias funcionais.

Por fornecerem proteínas e principalmente açúcar, os cereais estabelecem um excelente substrato para o desenvolvimento de culturas probióticas, sendo, portanto, uma alternativa promissora para emprego de tal tecnologia.

Além de serem ótimos veículos de transporte de culturas bacterianas ao intestino, os produtos tradicionais fermentados a base de cereais, quando em produção espontânea, podem favorecer o surgimento de leveduras e bactérias, inclusive probióticas, participando diretamente na qualidade nutricional dos produtos.



A aplicação de prebióticos em cereais tem sido extensivamente pesquisada quanto as suas propriedades e suas interações com o alimento. Uma longa estabilidade durante o armazenamento e uma avaliação sensorial favorável tem refletido importantes índices capitalistas no comércio mundial. Em contraste a esta situação, são encontrados na literatura resultados negativos quanto ao emprego de prebióticos em alguns derivados de cereais.

O destaque do trigo está na sua constituição protéica formadora de glúten, que apresenta propriedades de elasticidade e extensibilidade, indispensáveis para a confecção de alguns produtos.

CACAU

O *Theobroma cacao* L, conhecido popularmente como cacau, é uma planta originária da América do Sul e Central que ao decorrer dos tempos foi difundida e cultivada em grande parte do mundo. De grande valor cultural o cacau, além de alimento, participou diretamente na economia dos Astecas sendo utilizado como moeda de comércio (semente).

Atualmente, seu principal emprego está diretamente ligado à fabricação de chocolate. Chocolate ao leite, meio amargo, amargo, ausentes ou não de frutas e cereais, são alguns dos exemplos mais comuns encontrados no mercado, além do emprego de chocolates *lights* direcionados àqueles que fazem dieta ou que são propensas à obesidade, e *diet*, indicados a indivíduos diabéticos, hipertensos e indivíduos com níveis exorbitantes de colesterol.

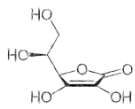
Pesquisas demonstram que o cacau apresenta riqueza de antocianinas, procianidinas e polifenóis em sua constituição, sendo estes compostos responsáveis por elevar os níveis de antioxidantes no plasma sanguíneo, prevenindo contra a oxidação do colesterol e, conseqüentemente, protegendo o organismo contra doenças cardiovasculares, câncer e diversos processos inflamatórios.

Aproveitando as características saudáveis presente no cacau, o emprego de bactérias probióticas e compostos prebióticos corroboram com a industrialização de um produto de maior valor nutricional e aceitação comercial. Outro aspecto benéfico é observado no consumismo deste produto por crianças, sendo assim uma excelente alternativa para incorporar alimentos funcionais na dieta infantil.

Em um experimento *in vitro*, pesquisadores utilizaram duas linhagens de bactérias (*Lactobacillus acidophilus* Rosell-52 e *Bifidobacterium longum* Rosell-175) e chegaram à conclusão que estas, quando acondicionadas ao chocolate, apresentaram resistência ao pH ácido do suco gástrico e às altas concentrações do suco biliar, chegando ao intestino sem prejuízos nas colônias transportadas.

Outro estudo demonstrou que culturas de *Lactobacillus casei* e *Lactobacillus paracasei*, quando aplicadas no chocolate, mantiveram as unidades formadoras de colônia (UFC) em altas taxas por 12 meses, além de afirmar que os *Lactobacillus* spp não alteraram a textura e os ácidos voláteis no chocolate.

Entretanto, o autor observou que estes resultados foram possíveis devido à introdução das bactérias na massa desidratada, uma vez que no processo convencional, por usar uma temperatura elevada, esta poderia destruir as culturas durante a mistura dos ingredientes, e na possibilidade de reduzir a temperatura para fornecer as condições aos probióticos, esta alternativa iria comprometer diretamente a mistura e dispersão das bactérias, gerando um produto final mal elaborado. Para compensar estas evidências, o emprego de microencapsulação resolveria o problema apresentado.



Por resolver o problema descrito, garantir o transporte e sobrevivência pelo aparelho gastrointestinal e por apresentarem uma boa estabilidade durante o período de um ano, o sistema de microencapsulação em chocolate, atualmente, é transposto em escala mundial.

A busca de uma fórmula para chocolates *diet* nem sempre é tarefa fácil, partindo do princípio de que algum componente do chocolate tradicional deve ser substituído por outro que apresente similaridade sensorial e que atenda as necessidades do consumidor. De acordo com o contexto apresentado, a inulina juntamente com adoçantes e fibras, pode agir como substituto do açúcar e atender as necessidades de diabéticos.

AVICULTURA

A microbiota das aves é composta de uma gama de bactérias, sendo estas mediadas por competição no trato gastrointestinal. Para controlar estes níveis exorbitantes o homem passou a fazer uso de antibióticos, com intuito de proteger as aves e obter produtos mais saudáveis culminando lucros no comércio industrial. Entretanto, o uso de antibióticos ainda é questionado quanto a suas propriedades residuais, outrora influenciando a saúde do consumidor.

Salmonella spp. está entre as várias espécies de bactérias que prejudicam a avicultura no Brasil. Inerente a esta situação, o emprego de probióticos pode controlar, por competição, os índices de *Salmonella spp.*, bem como dispensar o uso de antibióticos na avicultura. *Lactobacillus salivarius*, *Lactobacillus acidophilus* e *Lactobacillus reuteri* são as espécies de bactérias probióticas mais conhecidas e aplicadas na avicultura.

Os índices de *Escherichia coli* também podem ser reduzidos pelo emprego de probióticos. Entretanto, vale ressaltar que *S. Galinarum*, por ter hospedeiro específico, apresenta atividade sistêmica, sendo incontrolável pelo controle de probióticos na microbiota intestinal.

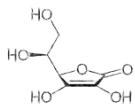
De maneira ampla, o uso de probióticos na avicultura apresenta duas vantagens distintas: uma que determina melhores índices zoeconômicos através dos parâmetros de engorda, gerando aves com um maior ganho de peso e conseqüentemente mais lucros financeiros; e outro com a redução dos índices de infecções por patógenos, que permite assim que a avicultura elabore um produto final com melhores condições sanitárias.

Apesar das características e benefícios em que os prebióticos conferem aos organismos, o uso destes compostos de maneira intrínseca em aves não apresentou nenhuma redução nos níveis de *Salmonella spp.* ou qualquer patógeno presente nas mesmas. Em contraste a esta situação, quando incluídos os probióticos nestes compostos prebióticos, a condição simbiótica reduziu de maneira significativa os níveis de *Salmonella spp.* nas aves tratadas.

A partir desta informação podemos concluir que o emprego de prebióticos na avicultura somente terá efeitos desejáveis quando de maneira simbiótica com a administração de probióticos e prebióticos em quantidades adequadas.

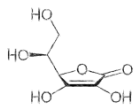
É evidente que as pesquisas direcionadas aos alimentos funcionais, em especial as que dão ênfase em probióticos e prebióticos, são reveladoras, demonstrando os benefícios que estes agentes oferecem quando em contato com o sistema gastrointestinal.

É neste contexto que as indústrias alimentícias investem na tecnologia com o intuito de desenvolver alimentos contendo em suas fórmulas agentes com comprobatório caráter científico de eficiência, bem como os compostos que podem criar um ambiente propício para o desenvolvimento destes microrganismos, deixando as indústrias que utilizam estas tecnologias em vantagem significativa no mercado capitalista.



REFERÊNCIAS

- ABBASI, S.; FARZANMEHR, H. Optimization of the formulation of probiotic milk chocolate based on rheological properties. **Food Technology and Biotechnology**, v. 47, p. 396-403, 2009.
- ACHANTA, K.; ARYANA, K.J.; BOENEKE, C.A. Fat free plain set yogurts fortified with various minerals. **LWT-Food Science and Technology**, v.40, p.424-429, 2007.
- AKALIN, A.S.; ERISIR, D. Effects of inulin and oligofructose on the rheological characteristics and probiotic culture survival in low-fat probiotic ice cream. **Journal of Food Science**, v.73, p.184-188, 2008.
- ALDRIDGE, P.D.; GRAY, M.A.; HIRST, B.H.; KHAN, C.M.A. Who's talking to whom? Epithelial-bacterial pathogen interactions. **Mol. Microbiol.**, v.55, p.655-63, 2005.
- ALONSO, L.; CUESTA, E.P.; GILLILAND, S.E. Production of free conjugated linoleic acid by *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* of human intestinal origin. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1941-1946, 2003.
- AMMOR, M.; MAYO, B. Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as functional starter cultures in dry sausage production: an update. **Meat science**, v.76, p.138-146, 2007.
- ANAL, A.K.; SINGH, H. Recent development in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery. **Trends in Food Science and Technology**, v.18, p.240-251, 2007.
- ARVANITOYANNIS, I.S.; HOUWELINGEN KOUKALIAROGLU, M.V. Functional foods: a survey of health, claims, pros and cons, and current legislation. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p.385-404, 2005.
- BARRETT, E.; ROSS, R.P.; FITZGERALD, G.F.; STANTON, C. Rapid screening method for analyzing the conjugated linoleic acid production capabilities of bacterial cultures. **Applied and Environmental Microbiology**, v.73, p.2333-2337, 2007.
- BAYLLEY, J. S.; BLANKENSHIP, L. C.; COX, N.A. Effect of fructooligosaccharide on Salmonella colonization of the chicken intestine. **Poultry Science**, v. 70, p. 2433-2438, 1991.
- BIELEKA, M.; BIEDRZYCKA, E.; MAJKOWSKA, A. Selection of probiotics and prebiotics for synbiotics and confirmation of their in vivo effectiveness, **Food Research International**, v.35, n.2/3, p.125-131, 2002.
- BISPO, E.S.; GUIMARÃES, A.G.; MIRANDA, M.S. **Probióticos e Prebióticos em Alimentos – Fundamentos e Aplicações Tecnológicas**, 1Ed., p. 587-587, 2011.
- BOTELHO, L. **Isolamento e identificação de Lactobacilos e Bifidobactérias em alimentos probióticos disponíveis no mercado brasileiro**. 2005. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- BOTES, A.; TODOROV, S. D.; VON MOLLENDORFF, J.W.; BOTHA, A.; DICKS, L. M. T. Identification of lactic acid bacteria and yeast from boza. **Process Biochemistry**, v. 42, p. 267-270, 2007.
- BOYLE, R.J.; TANG, M.L.K. The role of probiotics in the management of allergic disease. **Clinical and Experimental Allergy**, v.36, p.568-576, 2006.



BOYLSTON, T.D.; VINDEROLA, C.G.; GHODDUSI, H.B REINHEIMER, J.A. Incorporation of bifidobacteria into cheeses challenges and rewards. **International Dairy Journal**, v.14, p.375-387, 2004.

BRASIL – AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. **Alimentos / Assuntos de Interesse / Alimentos Com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde/ Alegações de propriedade funcional aprovada**. Acesso em 14/06/2012. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Alimentos/Assuntos+de+Interesse/Alimentos+Com+Alegacoes+de+Propriedades+Funcionais+e+ou+de+Saude/Alegacoes+de+propriedade+funcional+Aprovadas.>>

BRASIL - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA, **RDC nº2 de 7 de janeiro de 2002**. Acesso em 15/10/2012. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2002/02_02rdc.htm>

BRASIL – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA, **Resolução nº 18 de 3 dezembro de 1999**. Aprova o regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e/ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. Disponível em: <<http://anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno.htm>. Acesso em 13/06/2012.>

BRASIL. Ministério da Agricultura , Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n.51, de 18 de setembro de 2002**. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=8932>. Acessado em 15 jun. 2012.>

BRASILEIRO, J.S.L. **Microencapsulação de compostos bioativos: inovação em diferentes áreas**. Universidade Fernando Pessoa, Faculdade de Ciências da Saúde, Porto, 2011.

BRENNAN, C.S.; KURI, V.; TUDORICA, C.M. Inulin-enriched pasta: effects on textural properties and starch degradation. **Food Chemistry**, v.86, p.189-193, 2004.

BRIGHENTI, F.; CASIRAGHI, M. C.; CANZI, E.; FERRARI, A. Effect of consumption of a ready-to-eat breakfast cereal containing inulin on the intestinal milieu and blood lipids in healthy male volunteers. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 53, p. 726-733, 1999.

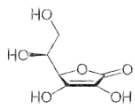
BURITI, F.C.A.; CARDARELLI, H.R.; SAAD, S.M.I. Biopreservation by *Lactobacillus paracasei* in coculture with *Streptococcus thermophilus* in potentially probiotic and synbiotic fresh cream cheeses. **Journal of Food Protection**, v.70, p.228-235. 2007.

CARDARELLI, H.R.; BURITTI, F.C.A.; CASTRO, I.A.; SAAD, S.M.I. Inulin and Oligofructose improve sensory quality and increase the probiotic viable count in potentially synbiotic *petit-suisse* cheese. **LWT-Food Science and Technology**, v.41, p.1037-1046, 2008.

CASTAÑETA, H.; GEMIO, R.; YAPU, W.; NOGALES, J. Microencapsulação , um método para la conservacion de propiedades fisicoquimicas y biológicas de substancias. **Revista Boliviana de química**, v. 28, No. 2, 2011

CHAMPAGNE, C.P.; GARDNER, N.J.; ROY, D. Challenges in the addition of probiotic cultures to foods. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v.45, p.61-84, 2005.

CHAMPAGNE, C.P.; KAILASAPATHY, K. **Encapsulation of probiotics**. In: GARTI, N., ed. Delivery and controlled release of bioactives in foods and nutraceuticals. Boca Raton: CRC Press, 2008. p.496.



CHARTERIS, W.P.; KELLY, P.M.; MORELLI, L.; COLLINS, J.K. Ingredient selection criteria for probiotic microorganisms in functional dairy foods. *International Journal of Dairy Technology*, v.51, n.4, p.123-136, 1998.

COLLADO, M.C.; SANZ, Y. Method for direct selection of potentially probiotic *Bifidobacterium* strains from human feces based on their acid-adaptation ability. *Journal Microbiological Methods*, v.66, p.560-563, 2006.

CORBO, M.R.; ALBENZIO, M.; DE ANGELIS, M.; SEVI, A.; GOBBETTI, M. Microbiological and biochemical properties of canestrato Pugliese hard cheese supplemented with Bifidobacteria. *Journal of Dairy Science*, v.84, p.551-561, 2001.

CRITTENDEN, R.; LAITILA, A.; FORSELL, P.; MATTO, J.; SAARELA, M.; MATTILA-SANDHOLM, T.; MULLARINEN, P. Adhesion of bifidobacteria to granular starch and its implications in probiotic technologies. *Applied and Environmental Microbiology*, v.67, p. 3469-3475, 2001.

CRUZ, A.G.; ANTUNES, A.E.C.; SOUZA, A.L.O.P.; FARIA, J.A.; SAAD, S.M.I. Ice-cream as a food carrier. *Food Research International*, v.42, p. 1233-1239, 2009.

CRUZ, A.G.; ANTUNES, A.E.C.; HARAMI, J.B.; SOUZA, A.L.O.P. de; FARIA, J.A.F.; SAAD, S.A.F. **Probióticos e Prebióticos em Alimentos – Fundamentos e Aplicações Tecnológicas**. Editora Varela – São Paulo, edição 1, p. 360-362, 2011.

CUI, J.H.; GOH, J.S.; KIM, P.H.; CHOI, S.H.; LEE, B.J. Survival and stability of bifidobacteria loaded in alginate poly-L-lysine microparticles. *International Journal of Pharmaceuticals*, v. 210, p. 51-59, 2000.

CUMMINGS, J.H.; MacFARLANE, G.T. Gastrointestinal effects of prebiotics. *British Journal of Nutrition*, v.87, suppl.2, p.S145-S151, 2002.

DAVIS, C.D.; MILNER, J. A. Gastrointestinal microflora, food components and colon cancer prevention. *Journal of Nutritional Biochemistry*, v.20, p.743-752, 2009.

DRGALIC, I.; TRATNIK, L.; BOZANIC, R. Growth and survival of probiotic bacteria in reconstituted whey. *Lait*, v.85, p.171-179, 2005.

ENGLER, M.B. The health effects of chocolate. Cardiology University of California, San Francisco, CA. Department of Physiological Nutrition, Laboratory of Cardiovascular – **Physiology Business Briefing**. US, p.1-7, 2004.

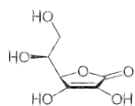
FALK, M. The impact of regulation on information to consumers about the health promoting properties of functional foods in the USA. *Journal of Food Science*, v.69, p 143-145, 2004.

FANARO, S.; CHIERICI, R.; GUERRINI, P.; VIGI, V. Intestinal microflora in early infancy: composition and development. *Acta Paediatr Suppl*, 2003;441:48-55.

FAO. **Crop Prospects and Food Situation**, n.4, November de 2009. Disponível em: http://www.fao.org/ag/agn/agns/files/Prebiotics_Tech_Meeting_Report. Pdf. Acessado em 01 de setembro de 2012.

FAVORO-TRINDADE, C.S. **Probióticos e Prebióticos em Alimentos – Fundamentos e Aplicações Tecnológicas**. Editora Varela – São Paulo, edição 1, capítulo 10, p. 239-254, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS WORLD HEALTH ORGANIZATION-FAO. **Evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk**



with live lactic acid bacteria. Report of a joint Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization Expert Consultation, Córdoba, Argentina, 2001. Disponível em : <ftp://ftp.fao.org/es/esn/food/probio_report_en.pdf.> Acessado em 09 de jun. 2012.

FRANK. A. **Food Applications of Prebiotics.** In: GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B.; eds. Handbook of Prebiotics. Boca Raton:CRC, 2008, p. 437-448.

FRANK, A. Technological functionality of inulin and oligofructose. *British Journal of Nutrition*, v.87, p.287S-291S, 2002.

GALLINA, D.A.; ALVES, A.T.S.; TRENTO, F.K.H.S. Caracterização de Leites Fermentados Com e Sem Adição de Probióticos e Prebióticos e Avaliação da Viabilidade de Bactérias Láticas e Probióticas Durante a Vida-de-Prateleira, UNOPAR. **Cient Ciênc Biol Saúde**, v.13, n.4, p.239-44. 2011.

GEIER, M.S.; BUTLER, R.N.; HOWARTH, G.S. Inflammatory bowel disease: current insights into pathogenesis and new therapeutic options; probiotics, prebiotics and synbiotics. **Int J Food Microbiol.**, v.115, p.1-11. 2007

GIBSON, G. Fibre and effects on probiotics (the prebiotic concept).**Clinical Nutrition Supplements**, v.1, p.25-31, 2004.

GIBSON, G.R.; PROBERT, H.M.; VAN LOO, J.; RASTALL, R.A.; ROBERFROID, M. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **Nutrition Research Reviews**, v. 17, p. 259-275, 2004.

GOBBETTI, M.; CORSETTI, A.; SMACCHI, E.; ZOCCHETTI, A.; DE ANGELIS, A. Production of Crescenza cheese by incorporation of Bifidobacteria. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.37-47, 1998.

GOBBETTI, M.; FERRANTI, P.; SMACCHI, E.; GOFFREDI, F.; ADDEO, F. Production of angiotensin-I-converting-enzyme-inhibitory peptides in fermented milks started by *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgarius* SS1 and *Lactococcus lactis* subsp. *Cremoris* FT4. **Applied and Environmental Microbiology**, v.66, p.3898-3904, 2000.

GODWARD, G.; SULTANA, K.; KAILASAPATHY, K.; PEIRIS, P.; ARUMUGASWAMY, R. The importance of strain selection on the viability of probiotic bacteria in dairy foods. **Milchwissenschaft**, v. 55, p.441-445, 2000.

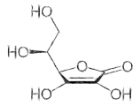
GOUIN, S. Microencapsulation: industrial appraisal of existing technologies and trends. **Trends in Food Science and Technology**, v.15, p. 330-347, 2004.

GUARNER, F; MALAGELADA, JR. Gut flora in health and disease. **Lancet.**, v.361, p.512-519, 2003.

GUPTA, G. Probiotics and periodontal health. **Journal of Medicine and Life**, v. 4, n.4, p.387-394. 2011.

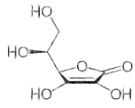
HAMEL, U.; KIELWEIN, G.; TESCHEMACHER, H. β -Casomorphin immune-reactive materials in cows milk incubated with various bacterial species. **Journal of Dairy Research**, v.52, p.139-148, 1985.

HAYES, M.; ROSS, R.P.; FITZGERALD, G.F.; HILL, C.; STANTON, C. Casein-derived antimicrobial peptides generated by *Lactobacillus acidophilus* DPC6026. **Applied and Environmental Microbiology**, v.72, p.2260-2264, 2006.

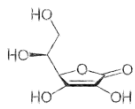


Capítulo 7 | Aplicações de probióticos e prebióticos na biotecnologia de alimentos

- HIGGINS, J. P.; HIGGINS, S. E.; WOLFENDEN, A. D.; HENDERSON, S. N.; TORRES-RODRIGUEZ, A.; VICENTE, J. L.; HARGIS, B.M.; TELLES, G. Effect of lactic acid bacteria probiotic culture treatment timing on *Salmonella* Enteritidis in neonatal broilers. **Poultry Science**, v. 89, p. 243- 247, 2010.
- ISOLAURI, E.; SALMINEM, S.; OUWEHAND, A.C. Probiotics. **Best Practice and Research Clinical Gastroenterology**, v.18, n.2, p.229-313, 2004.
- JELLEN,P.; LUTZ, S. Functional milk and dairy products. In: MAZZA, G., ed. Functional foods: biochemical and processing aspects. Lancaster: **Technomic Publishing**, p.357-381. 1998.
- JIANG, J.; BJORCK, L.; FONDEM, R. Production of conjugated linoleic acid by dairy starter cultures. **Journal of Applied Microbiology**, v.85, p.95-102. 1998.
- JIN, L.Z.; HO, Y. W.; ABDULLAH, N.; JALALUDIN, S. Influence of dried *Bacillus subtilis* and *Lactobacilli* cultures on intestinal microflora and performance in broilers. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 9, p. 397-404, 1996.
- JULLIARD, V.; LAAN, H.; KUNJIN, E.R.; JERONIMUS-STRATINGH, C.M.; BRUINS, A.P.; KONINGS, W.N. The extra-cellular PI-type proteinase of *Lactococcus lactis* hydrolyses β -casein into more than one hundred different oligopeptides. **Journal of Bacteriology**, v.177, p.3472-3478, 1995.
- JUSTFOOD. Global market review of functional foods-forecasts to 2012. Worcestershire: Aroq,2006.
- KISHINO, S.; OGAWA, J.; OMURA, Y.; MATSUMURA, K.; SHIMIZU, S. Conjugated linoleic acid production from linoleic acid by lactic acid bacteria. **Journal of the American Oil Chemistry Society**, v.79, p.159-163, 2002.
- KOMATSU, T.R.; BURITI, F.C.A.; SAAD, S.M.I. Inovação, persistência e criatividade superando barreiras no desenvolvimento de alimentos probióticos. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 44, n. 3, jul./sep. 2008.
- KORUS, J.; WITCZAK, M.; ZIOBRO, R.; JUSZCZAK, L. The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free dough and bread. **Food Hydrocolloids**, v. 23, p. 988-995, 2009.
- KRASAEOKOPT, W.; BHANDARI, B.; DEETH, H. Evaluation of encapsulation techniques of probiotics for yoghurt. **International Dairy Journal**, v.13, p.3-13, 2003.
- LAHTINEN, S.J.; OUWEHAND, A.C.; SALMINEN, S.J.; FORSELL, P.; MYLLARINEN, P. Effect of starch and lipid-based encapsulation on the culturability of two *Bifidobacterium longum* strains. **Letters in Applied Microbiology**, v.44, p. 500-505, 2007.
- LAMSAL, B. P.; FAUBION, J. M. The beneficial use of cereal and cereal components in probiotic foods. **Food reviews International**, v.25, p. 103-114, 2009.
- LANKAPUTHRA, W.E.V.; SHAH, N.P.; BRITZ, M.L. Survival of bifidobacteria during refrigerated storage in the presence of acid and hydrogen peroxide. **Milchwissenschaft**, v. 51, p. 65-69, 1996.
- LA TORRE, L.; TAMIME, A.Y.; MUIR, D.D. Rheology and sensory profiling of set-type fermented milks made with different commercial probiotic and yoghurt starter cultures. **International Journal of Dairy Technology**, v. 56, p. 163-170, 2003.
- LEROY, F.; VERLUYTEN, J.; VUYST, L. Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation. **International journal of Food Microbiology**, v.106, p.270-285, 2006.



- LIÉVIN, V.; PEIFFER, I.; HUDAULT, S.; ROCHAT, F.; BRASSART, D.; NEESER, J.R.; SERVIN, A.L. *Bifidobacterium* strains from resident infant human gastrointestinal microflora exert antimicrobial activity. **Gut**, 47:646-52. 2000.
- LIN, T.Y.; LIN, C.W.; LEE, C.H. Conjugated linoleic acid concentration as affected by lactic cultures and added linoleic acid. **Food Chemistry**, v.67, p.1-5, 1999.
- LOURENS-HATTINGH, A.; VILJOEN, B.C. Yogurt as a probiotic food carrier. **International Dairy Journal**, v.11, p.1-17, 2001.
- LÜKE, F.K. Utilization of microbes to process and preserve meat. **Meat Science**, v.56, p.105-115, 2000.
- MAENO, M.; YAMAMOTO, N.; TAKANO, T. Identification of an antihypertensive peptide from casein hydrolysate produced by a proteinase from *Lactobacillus helveticus* CP790. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.1316-1321, 1996.
- MAILLARD, M.; LANDUYT, A. Chocolate: an ideal carrier for probiotics. **Agrofood industry hi-tech**, v. 19, p.13-15, 2008.
- MARCO, M.L.; PAVAN, S.; KLEEREBEZEM, M. Towards understanding molecular modes of probiotic action. **Curr Opin Biotechnol.**, 17:204-10. 2006.
- MARSHALL, V.M.; TAMIME, A.Y. Starter cultures employed in the manufacture of biofermented milks. **International Journal of Dairy Technology**, v. 50, p. 35-41, 1997.
- MATTILA-SANDHOLM, T.; MYLLÄRINEN, P.; CRITTENDEN, R.; MOGENSEN, G.; FONDÉN, R.; SAARELA, M. Technological challenges for future probiotics foods. **International Dairy Journal**, v.12, p.173-182, 2002.
- MEDICI, M. et al. Gut mucosal immunomodulation by probiotic fresh cheese. **International Dairy Journal**, v.14, n.7, p.611-618, 2004.
- MEIMANDIPOUR, A.; SHUHAIMI, M.; HAIR-BEJO, M.; AZHAR, K.; KABIER, B.M.; RASTI, B.; YAZID, A.M. In vitro fermentation of broiler cecal content: the role of Lactobacilli and pH value and end products fermentation. **Letters in Applied Microbiology**, v. 49, p.415-420, 2009.
- MICHIDA, H.; TAMALAMPUDI, S.; PANDIELLA, S.S.; WEBB, C.; FUKUDA, H.; KONDO, A. Effects of cereal extracts and cereal fiber on viability of *Lactobacillus plantarum* under gastrointestinal tract conditions. **Biochemical Engineering Journal**, v. 28, p. 73-78, 2006.
- MODLER, H.W.; VILLA-GARCIA, L. The growth of *Bifidobacterium longum* in a whey-based medium viability of this organism in frozen yogurt with low and high levels of developed acidity. **Cultured Dairy Products Journal**, p.4-8, 1993.
- NAKAMURA, Y.; YAMAMOTO, M.; SAKAI, K.; OKUBO, A.; YAMAZAKI, S.; TAKANO, T. Purification and characterization of angiotensin I converting enzyme inhibitors from sour milk. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.777-783, 1995.
- NEBESNY, E.; YELEWWICZ, D.; MOTYL, I.; ZDZISLAWA, L. Dark chocolates supplemented with Lactobacillus strains. **European Food Research Technology**, v.225, p.33-42, 2007.
- NEISH, A. S. The gut microflora and intestinal epithelial cells: a continuing dialogue. **Microbes Infect.**, v.4, p.309-317. 2002.



PAPADEMAS, P.; BINTSIS, T. **Microbiology of ice cream and related products**. In: ROBINSON, R.K., edition Dairy microbiology handbook, 3° edition. New York: Wiley Inter-science, 2002, chapter 6, p. 213-260.

PETÄJÄ, E.; EEROLA, S.; PETÄJÄ, P. Biogenic amines in cold-smoked fish fermented with lactic acid bacteria. **European Food Research and Technology**, v.210, p.280-285, 2000.

PINTO, S. S. **Efeito da adição de *Bifidobacterium* BB-12 microencapsulada sobre as propriedades de frozen iogurte**. Dissertação de mestrado apresentada ao Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Santa Catarina, para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências dos Alimentos, Florianópolis, 2012.

PUUPPONEM-PIMIA, R.; AURA, A.M.; OKSMAN-CALDENTY, K.M.; MYLLARINEN, P.; SAARELA, M.; MATTILA-SANDHOLM, T.; POUTANEM, K. Development of functional ingredients for gut health. **Trends in Food Science and Technology**, v.13, p.3-11, 2002.

REBELLO, F.F.P. Microencapsulação de ingredientes alimentícios, **Revista Agrogeoambiental**, dezembro, 2009.

RESEARCH AND MARKETS. Functional foods market assessment 2007. Disponível em: <www.researchandmarkets.com/reports/Acessado em 09 de jun. 2012>.

ROBERFRIOD, M.B. Inulin-type fructants: functional food ingredients. **Journal of Nutrition**, v.137, n.11, p.2493S-2502S, 2007.

ROBERFROID, M.B. **Prebiotic: concepts, definition, criteria, methodologies, and products**. In: GIBSON, G.R.; ROBERFROID, M.B., eds. Handbook of prebiotics. Boca Raton: CRC, 2008, p.39-68.

ROKKA, T.; SWYVAOJA, E.L.; TUOMINEN, J.; KORHONEN, H. Release of bioactive peptides by enzymatic proteolysis of *Lactobacillus* GG fermented UHT milk, **Milchwissenschaft**, v.52, p.675-677, 1997.

SAADA, S.M.I. Probióticos e Prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.42, p.1-16, 2006.

SAARELA, M.; MOGENSEN, G.; FONDÉN, R.; MATTO, J.; MATTILA-SANDHOLM, T. Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties. **Journal of Biotechnology**, v.84, p.197-215, 2000.

SACCARO, D.M, TAMINE, A.Y.; PILLEGGI, A.L.O. P.S; OLIVEIRA, M.N. The viability of three probiotic organisms grown with yoghurt starter cultures during storage for 21 days at 4°C. **International Journal of Dairy Technology**, v.62, p.397-404, 2009.

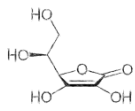
SAHA, N.P. Functional cultures and health benefits. **International Dairy Journal**, v.17, p.1262-1277, 2007.

SANCHEZ, B.; REYES-GAVILAN, C.G.; MARGOLLES, A.; GUEIMONDE, M. Probiotic Fermented Milks: Present and future. **International Journal of Dairy Technology**, v.62, p1-10, 2009.

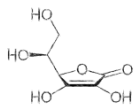
SANDERS, M.E. Probiotics: considerations for human health. **Nutrition Reviews**, v.61, n.3, p91-99, 2003.

SAXELIN, M.; TYNKKYNNEN, S.; MATTILA-SANDHOLM, T.; VOS, W.M. Probiotic and other functional microbes: from markets to mechanisms. **Current Opinion in Biotechnology**, v.16, p.204-211, 2005.

SCHWAB, C.; MASTRANGELO, M.; CORSETTI, A.; GANZLE, M. Formation of oligosaccharides and polysaccharides by *Cibaria* 10M in sorghum sourdoughs. **Cereal Chemistry**, v.85, p. 679-684, 2008.



- SILVA, E. N.; SNOEYENBOS, G. H.; WEINACK, O.M.; SMYSER, C. F. The influence of native gut microflora on the colonization and infection of *Salmonella gallinarium* in chickens. **Avian Diseases**, v.25, p.68-73, 1981.
- SIRAGUSA, S.; DE ANGELIS, M.; DI CAGNO, R.; RIZZELO, C.G.; CODA, R.; GOBBETTI, M. Synthesis of gamma-aminobutyric acid by lactic acid bacteria isolated from a variety of Italian cheeses. **Applied and Environmental Microbiology**, v.73, p. 7283-7290, 2007.
- SOUZA, J.C.B.de; COSTA, M.R.; RENSIS, C.M.V.B. de; SIVIERI, K. Sorvete: Composição, Processamento e Viabilidade da Adição de Probiótico. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, São Paulo, v. 21, n.1, p.155-165, janeiro/março, 2010.
- TAKAHASHI, N.; XIAO, J.Z.; MIYAJI, K.; IWATSUKI, K. H⁺ - ATPase in the acid tolerance of *Bifidobacterium longum*. **Milchwissenschaft**, v. 62, p.151-153, 2007.
- TALWALKAR, A.I.; KAILASAPATHY, K. The role of oxygen in the viability of probiotic bacteria with reference to *L.acidophilus* and *Bifidobacterium spp.* **Current Issues Intestinal Microbiology**, v.5, p.1-8, 2004a.
- TAMIME, A.Y.; SAARELA, M.; KORSLNDSØNDERGAARD, A.; MISTRY, V.V.; SHAH, N.P. Production and maintenance of viability of probiotic micro-organisms in dairy products. In: TAMIME, A. edition Probiotic dairy products: society of dairy technology . Oxford, Ames: Blackwell, 2005, chapter 3, pages 39-72.
- TAMIME, A.Y.; ROBINSON, R.K. *Yogurt: science and technology*. New York: CRC Press. 2007. 791p.
- TANNOCK, G.W. **The normal microflora: an introduction**. In: Tannock GW, ed. Medical importance of normal microflora. Netherlands: Kluwer Academic Publishers; 1999. p.1-23.
- TAPIA, MS.; ROJAS-GRAÜ, M.A.; RODRIGUES, F.J.; RAMIREZ, J.; CARMONA, A.; MARTIN-BELLOSO, O. Alginate and Gellan-Based Edible Films for Probiotic Coatings on Fresh-Cut Fruits. **Journal of Food Science**, v.72, p.190-196, 2007.
- TAVERNITI, V.; GUGLIELMETTI, S. The immunomodulatory properties of probiotic microorganisms beyond their viability (ghost probiotics: proposal of paraprobiotic concept). **Genes Nutr** 6:261–274. 2011.
- TINRAT, S.; SARAYA, S.; CHOMNAWANG, MT. Isolation and characterization of *Lactobacillus salivarius* MTC 1026 as a potential probiotic. **J. Gener. App. Mic.**, v.57, p. 365-378, 2011.
- TUOHY, K.M.; PROBERT, H.M.; SMEJKAL, C.W.; GIBSON, G.R. Using probiotics and prebiotics to improve gut health. **Drug Discovery Today**, v.8, n.15, p.692-700, 2003.
- VAN DENDER, A.G.F. **Prebióticos e probióticos em queijos**. I Simpósio Internacional: Prebióticos e Probióticos em Produtos Lácteos, Campinas – São Paulo, 2008.
- VASILJEVIC, T.; SHAH, N.P. Probiotics – from Metchnikoff to bioactives. **International Dairy Journal**, v. 18, p. 714-728, 2008.
- WANG, Y. Probiotics : present and future in food science and technology. **Food Research International**, v.42, p.8-12, 2009.
- XU, S.; BOYLSTON, T.D.; GLATZ, B.A. Conjugated linoleic acid content and organoleptic attributes of fermented milk products produced with probiotic bacteria. **J. Agric. Food Chem.**, v.53, p.9064-9072, 2005.



AUTORES |

AMANDA FERNANDES DOS SANTOS RODRIGUES

Bacharel em Química pela Universidade Federal de Uberlândia.
Trabalha no SESI/SENAI, Brasil.

ANA LAURA PEREIRA PASSOS

Bacharel em Biotecnologia pela Universidade Federal de Uberlândia.
Trabalha na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, Brasil.

BIANCA ULIANA PICOLO

Bacharel em Biotecnologia pela Universidade Federal de Uberlândia.
Trabalha no Laboratório de Imunologia da Universidade Federal de Uberlândia.

BOSCOLLI BARBOSA PEREIRA | Org.

Doutor em Genética e Bioquímica pela Universidade Federal de Uberlândia.
Pesquisador do Laboratório de Vigilância em Saúde Ambiental da Universidade Federal de Uberlândia.

CARLOS FERNANDO CAMPOS

Licenciado em Ciências Biológicas pela Fundação Carmelitana Mário Palmério.
Trabalha no Laboratório de Monitoramento Ambiental da Fundação Carmelitana Mário Palmério.

CÁSSIO RESENDE DE MORAIS

Licenciado em Ciências Biológicas pela Fundação Carmelitana Mário Palmério.
Trabalha no Laboratório de Genética da Universidade Federal de Uberlândia.

CÉLIO DIAS SANTOS JÚNIOR

Bacharel em Biotecnologia pela Universidade Federal de Uberlândia.
Trabalha no Laboratório de Genética da Universidade Federal de Uberlândia.

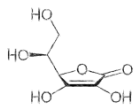
DÃO PEDRO DE CARVALHO NETO

Bacharel em Biotecnologia pela Universidade Federal de Uberlândia.
Trabalha no Laboratório de Citogenética Vegetal da Universidade Federal de Uberlândia.

FERNANDA FERNANDES DOS SANTOS RODRIGUES

Técnica em Alimentos e Mestre em Educação pela Universidade Federal de Uberlândia.
Docente da Disciplina Tecnologia de Alimentos na Fundação Carmelitana Mário Palmério.

ISABELA LEMOS DE LIMA



Aditivos alimentares | Conceitos, aplicações e toxicidade

Bacharel em Biotecnologia pela Universidade Federal de Uberlândia.
Trabalha no Laboratório de Biomateriais da Universidade Federal de Uberlândia.

JÉSSICA REGINA DA COSTA SILVA

Bacharel em Biotecnologia pela Universidade Federal de Uberlândia.
Trabalha no Laboratório Nanobiotecnologia da Universidade Federal de Uberlândia.

MANUELLA SOUZA SILVERIO

Bacharel em Biotecnologia pela Universidade Federal de Uberlândia.
Trabalha no Laboratório de Genética da Universidade Federal de Uberlândia.

MARCO AURÉLIO BERNARDES VIEIRA

Bacharel em Biotecnologia pela Universidade Federal de Uberlândia.
Trabalha no Laboratório de Genética da Universidade Federal de Uberlândia.

MARIANA ALVES PEREIRA ZÓIA

Bacharel em Biotecnologia pela Universidade Federal de Uberlândia.
Trabalha no Laboratório de Nanobiotecnologia da Universidade Federal de Uberlândia.

MARIANA FERREIRA CARRIJO

Bacharel em Biotecnologia pela Universidade Federal de Uberlândia.
Trabalha no Núcleo de Pesquisa de Produtos Naturais e Sintéticos da Faculdade de Ciências Farmacêuticas na Universidade de São Paulo.

VIRGÍNIA VERÔNICA CARDOSO DE MELO

Bacharel em Biotecnologia pela Universidade Federal de Uberlândia.
Trabalha no Laboratório de Genética da Universidade Federal de Uberlândia.