



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE
MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE QUÍMICA TECNOLÓGICA**

**EDULCORANTES: CARACTERÍSTICAS,
LEGISLAÇÃO BRASILEIRA E ANÁLISES**

João Vitor Siqueira de Azevedo

**Belo Horizonte-MG
2014**



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE
MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE QUÍMICA TECNOLÓGICA**

**EDULCORANTES: CARACTERÍSTICAS,
LEGISLAÇÃO BRASILEIRA E ANÁLISES**

João Vitor Siqueira de Azevedo

Monografia apresentada ao Curso de
Química Tecnológica do CEFET-MG como
parte das exigências da disciplina Trabalho
de Conclusão de Curso II (TCC II).

Orientador: Prof. Dr. Cleverson F. Garcia

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Cleverson Fernando Garcia (orientador)

Prof. Ildefonso Binatti

Prof^a. Flávia Augusta Guilherme Gonçalves

Monografia aprovada em 26 de janeiro de 2015

**Belo Horizonte-MG
2014**

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pelo apoio incondicional, pela paciência que sempre tiveram e pela força que sempre me deram.

Ao corpo docente do CEFET-MG que me ensinou e ajudou na minha formação profissional, oferecendo os melhores recursos que um Químico poderia ter.

Aos meus colegas que compartilharam comigo desse período da minha vida, pelos bons momentos de estudo e de descontração que tive com eles, em especial a Sâmara, ao Batata, a Bárbara ao Ítalo e ao Matheus.

Aos técnicos Késsia e Alisson que me ajudaram muito sempre que eu precisei.

A minha orientadora de iniciação científica Angela Ferreira pela oportunidade de participar de um projeto que foi uma das coisas que mais gostei de fazer na faculdade.

Ao meu orientador Cleverson Garcia pela paciência, pelo suporte e pela atenção, mesmo com o pouco tempo que tinha disponível.

A todos que fizeram parte dessa história e que certamente sem eles seria impossível chegar onde cheguei, o meu muito obrigado.

LISTA DE ABREVIATURAS

ACK - Acessulfame K

ADA - American Dietic Association

ANVISA - Agência de Vigilância Sanitária

BPF - Boas Práticas de Fabricação

CLAE - Cromatografia Líquida de Alta Eficiência

FCC - Food Chemical Codex

FTIR - Fourier Transform Infrared

FDA - Food and Drug Administration

HPLC - High Performance Liquid Chromatography

IDA - Ingestão Diária Aceitável

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

IR - Índice de Refração

IV - Infravermelho

JECFA - Joint Expert Committee on Food Additives

NCI - National Cancer Institute

Sac - Sacarina

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura química do sorbitol.....	05
Figura 2 – Estrutura química do manitol.....	05
Figura 3 – Estrutura química do xilitol.....	06
Figura 4 – Fotografia da <i>Thaumatococcus daniellii</i>	08
Figura 5 – Fotografia da <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni.....	09
Figura 6 – Estrutura química do esteviosídeo.....	10
Figura 7 – Estrutura química do rebaudiosídeo A.....	11
Figura 8– Estrutura química do acessulfame de potássio.....	12
Figura 9 – Estrutura química do aspartame.....	13
Figura 10 – Estrutura química do ciclamato de sódio.....	14
Figura 11 – Estrutura química da cicloexilamina.....	15
Figura 12 – Estrutura química da sacarina.....	16
Figura 13 – Estrutura química da sacarina sódica.....	17
Figura 14 – Estrutura química da sucralose.....	17
Figura 15 – Estrutura química da neotame.....	18
Figura 16 – Etapas das reações de volumetria.....	22
Figura 17 – Escores das componentes principais na análise de adoçantes de mesa via FTIR.....	24
Figura 18 – Curva biamperométrica da titulação de uma das amostras de edulcorantes.....	28
Figura 19- Curva analítica do ciclamato a partir dos voltamogramas....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação do perfil calórico de alimentos e bebidas.....	03
Tabela 2 – Poder adoçante e quantidades de calorias, por massa, dos polióis.....	08
Tabela 3 – Composição dos edulcorantes de <i>S. rebaudiana</i> Bertoni comum e das plantas após melhoramento genético (UEM320).....	11
Tabela 4 – Relação entre o pH e a perda de ciclamato de sódio (%) após aquecê-lo a 100°C, por uma hora.....	15
Tabela 5 – Concentração de edulcorantes em adoçantes permitida pela ANVISA.....	20
Tabela 6 – Composição declarada pelos fabricantes das amostras comerciais de adoçantes.....	23
Tabela 7 – Teores médios de sucralose (mg 100mL ⁻¹) das amostras de néctares de fruta <i>light</i>	27
Tabela 8 - Teor de ciclamato de sódio (mg 100mL ⁻¹) nas amostras comerciais de adoçantes de mesa e de bebidas.....	30

RESUMO

EDULCORANTES: CARACTERÍSTICAS, LEGISLAÇÃO BRASILEIRA E ANÁLISES

AZEVEDO, J. V. S.; GARCIA, C. F.

A necessidade de muitas pessoas de substituir o açúcar da dieta foi o ponto de partida para o desenvolvimento de substâncias que adoçam os alimentos e bebidas, podendo ou não ser calóricas. Essas substâncias são os edulcorantes. Seu uso tem sido amplo devido à substituição dos açúcares, que beneficia pessoas diabéticas podendo, inclusive, favorecer a redução de peso. Dessa forma, objetivou-se elaborar uma revisão bibliográfica sobre os edulcorantes, a) relacionando o conteúdo com a formação do químico tecnológico, b) apresentando os diferentes tipos e suas propriedades, c) a legislação brasileira que regulamenta seu uso e d) os principais métodos de análise empregados. Inicialmente pôde-se verificar que os edulcorantes podem ser classificados de acordo com sua origem (natural ou sintética) ou de acordo com seu perfil nutricional (nutritivos ou não). Há vários tipos de edulcorantes naturais, entre eles os polióis, a taumatina e os esteviosídeos. Entre os artificiais, tem-se o acesulfame K, aspartame, ciclamato de sódio, sacarina, sucralose e o neotame. Os edulcorantes artificiais tem sido alvo de críticas por alguns pesquisadores, considerando os malefícios gerados em cobaias animais. Agências como a ANVISA têm a responsabilidade de fiscalizar produtos comerciais como alimentos e bebidas, buscando verificar se os fabricantes seguem suas exigências regulamentadas. Para tanto, há vários métodos analíticos disponíveis, capazes de identificar e quantificar os edulcorantes. Entre eles, métodos cromatográficos como a CLAE, espectrofotométricos como o FTIR, eletroquímicos como a biamprometria e a voltametria cíclica e de bancada como a volumetria. Ao final do trabalho, pôde-se concluir que a revisão bibliográfica foi fundamental para aprofundar os conhecimentos sobre os edulcorantes. Por exemplo, o controle de qualidade demanda conhecimentos ministrados nos cursos de química tecnológica, capacitando o profissional para atuar na área. Pôde-se também conhecer as regulamentações que determinam como o fabricante deve proceder e o perfil de cada um dos edulcorantes citados no início do texto.

Palavras-chave: edulcorantes, legislação, análises.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. DESENVOLVIMENTO.....	3
2.1 Edulcorantes.....	3
2.2 Classificação e propriedades.....	4
2.2.1 Edulcorantes Naturais.....	4
2.2.1.1 <i>Polióis.....</i>	4
2.2.1.2 <i>Taumatina.....</i>	8
2.2.1.3 <i>Esteviosídeos.....</i>	9
2.2.2 Edulcorantes Artificiais.....	11
2.2.2.1 <i>Acessulfame K.....</i>	12
2.2.2.2 <i>Aspartame.....</i>	13
2.2.2.3 <i>Ciclamato de sódio.....</i>	14
2.2.2.4 <i>Sacarina.....</i>	16
2.2.2.5 <i>Sucralose.....</i>	17
2.2.2.6 <i>Neotame.....</i>	18
2.3 Legislação.....	19
2.4 Análises quantitativas.....	21
2.4.1 Volumetria.....	21
2.4.2 Espectrofotometria no infravermelho.....	22
2.4.3 Cromatografia Líquida de Alta Eficiência.....	24
2.4.4 Eletroquímica.....	26
3. CONCLUSÃO.....	31
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
5. ANEXO.....	38

1. INTRODUÇÃO

Edulcorantes são substâncias de gosto adocicado utilizadas para substituir os açúcares em produtos comerciais como alimentos e bebidas.

Podem ser calóricos ou não, naturais ou sintéticos e atualmente tem sido associados a consumidores que buscam fazer dietas restritivas, por atletas e, até mesmo, por pessoas com restrições alimentares, como os portadores de *diabetes melittus*.

Há diferentes tipos de edulcorantes naturais, tais como os polióis, a taumatina e os esteviosídeos. Entre os artificiais, tem-se o acessulfame K, aspartame, ciclamato de sódio, sacarina, sucralose e o neotame.

Seu aplicação é variada, podendo ser encontrados em refrigerantes, sucos, adoçantes de mesa, doces, balas e em outros alimentos processados. Apesar da grande vantagem em reduzir as calorias e permitir o consumo de alimentos por pessoas com dieta restritiva, muitos dos edulcorantes sintéticos tem sido alvo de críticas, considerando os resultados dos testes em cobaias animais.

Intoxicações, doenças como câncer, queda da atividade do sistema imunológico, entre outras enfermidades já foram publicadas e seus resultados têm sido avaliados pelas agências fiscalizadoras de todos os países.

O Brasil, por sua vez, tem regulamentação própria que determina quais edulcorantes podem ser consumidos, quais informações devem obrigatoriamente constar nos rótulos dos produtos comerciais, os tipos de veículos que podem ser empregados, entre outras.

Entre as exigências, o limite máximo dos edulcorantes é estabelecido como, por exemplo, pela ingestão diária aceitável (IDA). E pode ser fiscalizado por meio de diferentes métodos instrumentais e de bancada, tais como a cromatografia, espectrofotometria, métodos eletroquímicos e volumétricos.

Assim, considerando o conteúdo acima, o presente trabalho tem como objetivo elaborar uma revisão bibliográfica sobre edulcorantes, apresentando sua definição, os diferentes tipos e suas propriedades. Além disso, conhecer a legislação brasileira que regulamenta o uso de

edulcorantes e os principais métodos de análise empregados para fazer sua identificação e quantificação.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Edulcorantes

A necessidade de substituir os açúcares consumidos nos alimentos foi o ponto de partida para o desenvolvimento ou a extração de substâncias capazes de substituí-los. Essas substâncias são os edulcorantes, conhecidos popularmente como adoçantes.

Os edulcorantes podem ser classificados em nutritivos e não nutritivos. Os nutritivos são substâncias metabolizadas pelos seres humanos, podendo ser consideradas como fontes calóricas. Já os não nutritivos não são metabolizados, sendo consumidos como produtos não calóricos. Há ainda uma segunda classificação para os edulcorantes: a) naturais, obtidos a partir de plantas ou de alimentos de origem animal e os artificiais, produzidos a partir de substâncias naturais ou sintéticas (SAGAÇO, 2013).

Apesar de calóricos, os adoçantes nutritivos possuem baixo índice glicêmico, ou seja, seu consumo não gera altas concentrações de glicose no sangue, além de conferir aos alimentos textura semelhante ao promovido pelo açúcar. Em contrapartida, edulcorantes não nutritivos tendem a apresentar poder de doçura (intensidade relativa da sensação doce) muito maior do que os açúcares. Devido a isso, são designados como edulcorantes intensos (SAGAÇO, 2013).

Outra característica muito importante dos edulcorantes não nutritivos é a grande vantagem de possuir efeito sinérgico em combinação com outros edulcorantes, permitindo reduções significativas de calorias com a substituição dos açúcares nos alimentos. Buscando ilustrar essa característica, disponibilizou-se os dados comparativos de alguns produtos comerciais (Tabela 1).

Tabela 1 – Comparação do perfil calórico de alimentos e bebidas

Alimento ou bebida	Quantidade de calorias (kcal) do produto sem edulcorantes	Quantidade de calorias (kcal) do produto com edulcorantes
Coca-cola (330 mL)	139	0,7
Iogurte de morango	118	84
Geleia de framboesa	80	5
Polpa de laranja	110	5
Chá ou café	16	1

Fonte: SAGAÇO (2013)

Além da oferta de alimentos e bebidas de baixo poder calórico, os edulcorantes podem ainda compor alimentos direcionados para consumidores com problemas de saúde como os diabéticos.

Segundo Castro *et al.* (2002), pessoas com *diabetes mellitus* possuem um plano alimentar rigoroso e os produtos com edulcorantes desempenham fundamental papel no seu organismo, contribuindo para o bem estar psicológico e para o convívio social do indivíduo. Em seu trabalho relatam, ainda, que 90,5% das pessoas com diabetes consomem e consideram edulcorantes uma necessidade no tratamento da doença.

Mas o consumo de edulcorantes pode não ser satisfatório de forma ilimitada. Segundo pesquisadores como Cardello *et al.* (2000), alguns edulcorantes mostraram ser potenciais produtos carcinogênicos, tóxicos ou mutagênicos em cobaias animais.

2.2 Classificação e propriedades

2.2.1 Edulcorantes naturais

Os edulcorantes naturais são organizados em três classes de compostos orgânicos: polióis, taumatina e os esteviosídeos (SAGAÇO, 2013).

2.2.1.1 Polióis

Os polióis são edulcorantes de estrutura química similar aos carboidratos, denominados como alcoóis de açúcares. Tal denominação se deve ao perfil de suas estruturas químicas, caracterizadas como alcoóis com mais de uma hidroxila.

São encontrados em frutas e verduras e como produto intermediário no metabolismo de carboidratos de animais e do ser humano. Podem ainda ser derivados de substâncias naturais por meio da hidrogenação catalítica do grupo redutor de carboidratos como a glicose e a frutose (OS POLIÓIS, 2014).

Os polióis mais conhecidos e aplicados são: sorbitol, manitol e xilitol.

a) Sorbitol

Segundo a Associação Europeia de Produtores de Polióis, o sorbitol (Figura 1) é um edulcorante que pode ser usado como um eficiente substituto do açúcar comum (sacarose). É encontrado em vários vegetais, mas é obtido em escala industrial por meio da hidrogenação catalítica dos xaropes de dextrose e de glicose, os quais são formulados, por exemplo, a partir dos amidos de milho e de trigo. Por décadas o sorbitol é usado em uma larga variedade de alimentos, possuindo características tecnológicas específicas, como ser um excelente umectante e estabilizador. A indústria farmacêutica, por sua vez, emprega o sorbitol como laxante e diurético. E, considerando a saúde humana, seu consumo ajuda a combater cáries dentárias e a evitar a alta glicemia no sangue após as refeições (POLYOLS, 2014).

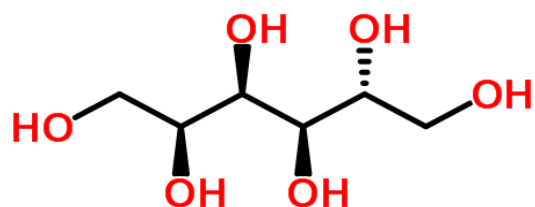


Figura 1 – Estrutura química do sorbitol.
Fonte: CHEMSPIDER-a (2014)

b) Manitol

O manitol (Figura 2) é um poliol encontrado em diversos vegetais, tais como beterraba, cebola, aipo e figo. Entretanto, assim como o sorbitol, sua extração a partir das fontes naturais não é satisfatória, pois seu teor não atenderia as demandas da indústria.

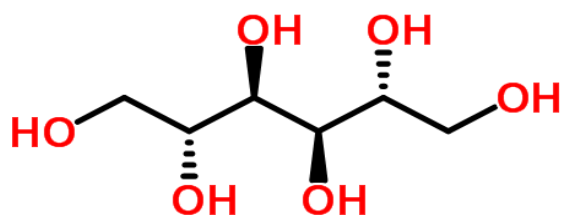


Figura 2 – Estrutura química do manitol.
Fonte: CHEMSPIDER-b (2014)

O manitol é muito versátil, pois possui diversas aplicações, tanto na indústria alimentícia, como na farmacêutica. Na indústria alimentícia o manitol pode ser usado como edulcorante para balas, pastilhas e chicletes. Na indústria farmacêutica pode ser usado como um bom diurético osmótico

para pessoas com problemas nos rins e como excipiente em comprimidos e cápsulas. Além disso, pode ser utilizado como substrato para obtenção de ligantes quirais, na síntese de produtos naturais e na síntese de substâncias biologicamente ativas (OLIVEIRA *et al.* 2009; POLYOLS, 2014).

Entre as substâncias biologicamente ativas, o manitol tem sido empregado na síntese de aminoálcoois usados no combate de doenças, como o mal de Alzheimer, esclerose múltipla, processos inflamatórios, entre outras (OLIVEIRA *et al.* 2008; OLIVEIRA *et al.* 2009).

Por motivos diversos, a produção do manitol a partir de seu carboidrato, a manose, é inviável industrialmente. Pode-se citar, por exemplo, o fato do manitol se encontrar na natureza em uma concentração muito baixa. Para contornar essas dificuldades, realiza-se a hidrólise da sacarose e, em seguida, a hidrogenação da mistura de glicose e frutose, formando manitol e sorbitol. Após essas operações, realiza-se o isolamento do manitol empregando sucessivas cristalizações. Este possui baixa solubilidade em água e, por esse motivo, pode ser mais facilmente separado da mistura com o sorbitol, que possui alta solubilidade (OS POLIÓIS, 2014).

c) Xilitol

O xilitol (Figura 3) é um poliol derivado do carboidrato xilose.

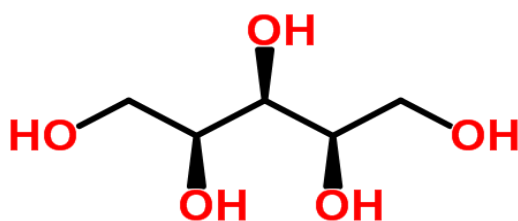


Figura 3 – Estrutura química do xilitol.
Fonte: CHEMSPIDER-c (2014)

Apresenta grande vantagem sobre a sacarose, pois é considerado quimicamente estável, podendo atuar como edulcorante e conservante alimentar. Outra importante característica é a ausência de grupos cetônicos no xilitol, impedindo reações de escurecimento enzimático (reações de Maillard) mantendo, assim, o valor nutritivo do alimento (MUSSATO, 2002).

É, ainda, considerado um edulcorante de baixa caloria, atóxico, não carcinogênico, de considerável solubilidade em água e estável até 120°C.

Além do emprego na indústria de alimentos, o xilitol apresenta aplicações clínicas, sendo usado no tratamento da diabetes, de distúrbios metabólicos, bem como para prevenir algumas infecções e inflamações (MUSSATO, 2002; SAGAÇO, 2013).

A anticariogenicidade do xilitol se deve ao fato de ser uma substância não fermentável pelas bactérias do gênero *Streptococcus*. A limitação da quantidade desse gênero de bactérias na boca diminui a quantidade de polissacarídeos insolúveis e aumenta a quantidade de polissacarídeos solúveis resultando em uma placa menos aderente e mais fácil de ser removida na escovação. Outro fator que contribui para essa característica é seu sabor adoçante agradável, aumentando assim a produção de saliva e, conseqüentemente, a quantidade de minerais, que acabam por causar a reversão de cáries em estágio inicial (MUSSATO, 2002).

A síntese do xilitol se dá através da hidrogenação da D-xilose, presente em algumas fontes naturais, realizada quimicamente ou por meio de processos biotecnológicos. A hidrogenação química foi feita pela primeira vez em 1975, utilizando reatores a altas pressões, temperaturas de 100°C a 130°C e tempo de reação de aproximadamente 5 horas (MUSSATO, 2002).

Comercialmente, o xilitol tem preço relativamente alto, sendo o seu custo de produção aproximadamente 10 vezes maior que o sorbitol ou a sacarose. Devido ao custo elevado de produção, outras técnicas de produção em larga escala têm sido desenvolvidas. Uma interessante via alternativa utiliza processos biotecnológicos para chegar ao xilitol, de maneira que seja mais barata e aplicável para uma escala industrial. Esse método dispensa a purificação da xilose, pois usa microrganismos que a convertem diretamente em xilitol (MUSSATO, 2002).

Por fim, salienta-se que todos os polióis são edulcorantes nutritivos e seu poder adoçante é similar ao da sacarose, carboidrato de referência (Tabela 2, p. 9).

Tais edulcorantes variam na intensidade do poder adoçante e na permanência do gosto. Como base, usa-se a sacarose como um padrão.

A seguir, pode-se observar na Tabela 2 (p. 8) o poder adoçante de alguns edulcorantes:

Tabela 2 – Poder adoçante e quantidades de calorias, por massa, dos polióis

Edulcorante	Poder adoçante com relação à sacarose	Calorias (kcal/g)
Manitol	0,7	1,6
Xilitol	1	2,4
Sorbitol	0,6	2,6

Fonte: CASTRO *et al.* (2002); SAGAÇO (2013)

2.2.1.2 Taumatina

A taumatina é uma mistura de proteínas proveniente dos frutos da planta tropical *Thaumatococcus daniellii* (Figura 4), conhecida popularmente como Katemfe. Estudos sugerem que a taumatina no organismo humano não é tóxica, não apresentando um limite de Ingestão Diária Aceitável (IDA).



Figura 4 – Fotografia da *Thaumatococcus daniellii*.
Fonte: KATEMFE (2015)

Desde o ano de 2008, a taumatina tem aprovação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para ser usado como edulcorante no Brasil. Entretanto, nos Estados Unidos só é permitido o uso como modificador de sabor, tendo restrições no uso em alimentos (ZANINI, 2010).

É o edulcorante natural não calórico mais doce conhecido pelo ser humano, precisando de pouca quantidade para alterar o sabor de um alimento ou bebida. Seu alto poder adoçante (3000 vezes maior que o da sacarose) se deve ao fato da taumatina ser uma mistura de proteínas que interagem fortemente com um grande número de receptores, o que também justifica o sabor doce prolongado após consumi-lo. Apesar de ser uma mistura reativa, a taumatina permanece estável sobre algumas condições de processamento, podendo se estabilizar tanto em valores extremos de pH e de temperatura. Possui, assim como outros edulcorantes, efeitos sinérgicos

principalmente quando usados junto a polióis. Além do efeito adoçante, é aplicado para melhorar a palatabilidade de produtos das indústrias farmacêutica e de cosméticos. Por fim, apesar das vantagens, é classificada como edulcorante de baixa aplicabilidade devido ao alto custo (GREEN, 1999).

2.2.1.3 Esteviosídeos

Os esteviosídeos são edulcorantes extraídos das folhas da planta *Stevia rebaudiana* Bertoni (Figura 5), denominados como esteviosídeo e como rebaudiosídeos. Os rebaudiosídeos se dividem em A, B e C, sendo o mais importante o rebaudiosídeo A. Atualmente há um grande interesse na *S. rebaudiana* Bertoni, tanto no seu plantio como na sua comercialização, visto que seus edulcorantes são considerados atóxicos e não mutagênicos, além de possuírem baixo valor calórico podendo também ser consumidos por pessoas diabéticas (GOTO *et al.* 1998).



Figura 5 – Fotografia da *Stevia rebaudiana* Bertoni.
Fonte: STEVIA (2014)

O esteviosídeo é o edulcorante presente em maior quantidade nas plantas, porém devido ao seu amargor e à sua baixa solubilidade apresenta aplicação industrial menos ampla. É um glicosídeo diterpênico (Figura 6; p. 10) que possui sabor adocicado com um forte amargor residual. Porém, graças à sua alta estabilidade a variações de temperatura e de pH, tem sido usado em combinação com os rebaudiosídeos, capazes de reduzir seu amargor característico (GOTO *et al.* 1998 ; BUNHAK *et al.* 2004).

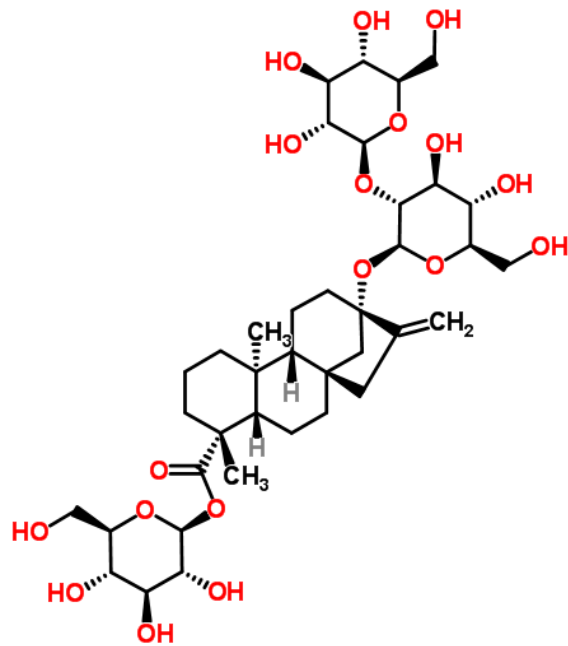


Figura 6 – Estrutura química do esteviosídeo.
Fonte: CHEMSPIDER-d (2014)

O rebaudiosídeo A (Figura 7; p. 11) é um edulcorante de grande interesse da indústria de alimentos, apesar de estar em menor proporção na *S. rebaudiana* Bertoni, devido ao seu grande poder adoçante (400 vezes maior que o da sacarose) e a não formação de gosto residual final após o consumo (BUNHAK *et al.* 2004).

Muitas empresas buscam um melhoramento genético para a *S. rebaudiana* Bertoni visando um aumento na quantidade de rebaudiosídeo A em relação aos demais compostos com características edulcorantes na planta. Um dos exemplos de melhoramento foi realizado pela Universidade Estadual de Maringá, sendo seus resultados evidenciados na Tabela 3 (p. 11).

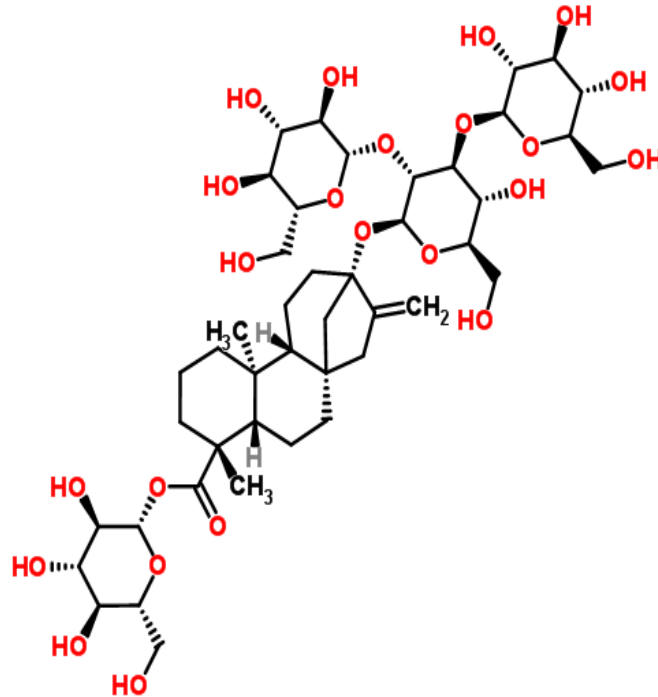


Figura 7 – Estrutura química do rebaudiosídeo A.
 Fonte: CHEMSPIDER-e (2014)

Tabela 3 – Composição dos edulcorantes de *S. rebaudiana* Bertoni comum e das plantas após melhoramento genético (modificada).

Edulcorante	Composição (% m m ⁻¹)	
	Planta comum	Planta modificada
Esteviosídeo	9,1	6,5
Rebaudiosídeo A	4,5	9,8

Fonte: BUNHAK (2004)

2.2.2 Edulcorantes artificiais

Edulcorantes artificiais são sintetizados em laboratório, não empregando precursores naturais. Entre as suas características, apresentam poder de doçura mais intenso que a sacarose. Atualmente são empregados na maioria dos produtos *diet* e *light* comercializados (bebidas gaseificadas, doces, sucos de frutas, sorvetes, entre outros) e sua maioria não acrescenta calorias à dieta, sendo de grande interesse para a indústria alimentícia (NCI, 2014).

A seguir serão apresentados alguns edulcorantes artificiais, enfatizado suas características químicas e biológicas. São eles: acessulfame de potássio, aspartame, sacarina, ciclamato de sódio, sucralose e neotame.

2.2.2.1 Acessulfame de potássio

O acessulfame de potássio (Figura 8), conhecido também como acessulfame K, ACK, Sweet One® e Sunett®, é um edulcorante artificial que foi sintetizado pela primeira vez em 1967 e hoje é aceito em mais de 100 países, incluindo o Brasil. Apresenta aproximadamente 200 vezes maior poder de doçura que a sacarose, sem gerar sabor residual e estabilidade considerável em altas temperaturas e variações de pH (NCI, 2014 ; CONG *et al.* 2014).

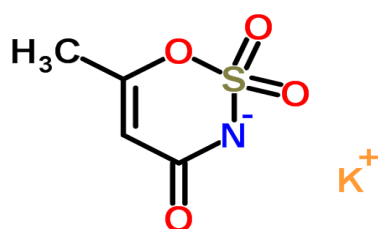


Figura 8 – Estrutura química do acessulfame de potássio.
Fonte: CHEMSPIDER-f (2014)

De acordo com a American Dietic Association (ADA), o acessulfame de potássio é um edulcorante de uso seguro, sendo permitida sua adição em uma ampla variedade de alimentos. Há, entretanto, estudos que o apontam como responsável por anomalias na secreção de incretina (estimuladores da secreção do hormônio insulina) e no transporte de glicose para o corpo. Além disso, alguns autores citam efeitos genotóxicos, porém nenhum estudo levou a uma conclusão sólida a respeito dos problemas citados (NCI, 2014 ; CONG *et al.* 2014 ; MAUDSLEY, 2013).

É um edulcorante usado muitas vezes em combinação com outros adoçantes (efeito sinérgico), artificiais ou naturais, visando alterações no dulçor, no tempo de resiliência e na estabilidade do sistema. Por exemplo, a combinação com aspartame ou com a sucralose diminui a doçura extremamente alta destes e intensifica outros sabores. Sua ingestão diária aceitável (IDA) é de, aproximadamente, 15 mg/kg de massa corporal para crianças e adultos (INMETRO, 2006 (Anexo 2, p. 42); BEVERAGE, 2014).

O acessulfame K pode ser usado como suplemento dietético, pois não é metabolizado pelo corpo, sendo excretado sem alterações. Por fim, não promove a cárie dentária, apresenta boa solubilidade em água e não

apresenta sódio em sua composição, característica muito apreciada pela indústria alimentícia (BEVERAGE, 2014).

2.2.2.2 Aspartame

O aspartame é um dissacarídeo metilado (Figura 9) muito empregado como edulcorante em produtos comerciais, mas que apresenta controvérsias por parte de alguns pesquisadores. Um dos estudos mostra que o aspartame possui potencial carcinogênico em animais de laboratório em uma quantidade muito abaixo de sua IDA, de 40 mg/kg (MARTINS *et al.* 2007). Outros estudos revelam que a ingestão de aspartame produz no organismo metanol, em baixas quantidades, e aminoácidos como fenilalanina e ácido aspártico que podem causar efeitos neurotóxicos em altas doses (MARTINS *et al.* 2007; HENKEL, 1999).

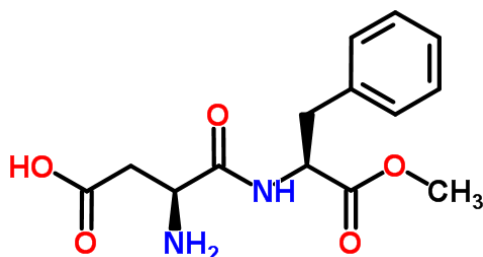


Figura 9 – Estrutura química do aspartame.
Fonte: CHEMSPIDER-g (2014)

Em contrapartida, agências internacionais de fiscalização como a Food and Drug Administration (FDA) garantem que o aspartame é um edulcorante seguro, apresentando mais de 100 estudos e testes clínicos toxicológicos revisados garantindo sua segurança comercial.

É considerado um edulcorante de baixo valor calórico e possui poder adoçante 180 vezes mais forte que a da sacarose e, por isso, é amplamente utilizado em alimentos como pudins, gelatinas, refrescos, entre outros. Sintetizado pela primeira vez em 1965, o aspartame precisou de quase 17 anos para ser aprovado pela FDA e de 29 anos para ser aprovado na União Européia, sendo esses períodos marcados por intensas discussões a respeito de sua segurança (HENKEL, 1999).

2.2.2.3 Ciclamato de sódio

O ciclamato de sódio (Figura 10) foi descoberto em 1937, sendo um edulcorante com poder de doçura maior que o da sacarose (30). É inodoro e cristalino, em forma de pó branco.

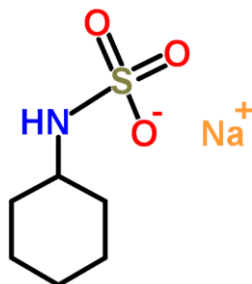


Figura 10 – Estrutura química do ciclamato de sódio.
Fonte: CHEMSPIDER-h (2014)

Pode ser facilmente usado com outros edulcorantes como o aspartame ou a sacarina, conferindo um efeito sinérgico sobre a mistura possibilitando, até mesmo, sua utilização em temperaturas mais baixas. Assim como o aspartame, o ciclamato de sódio é um edulcorante que apresenta estudos criticando seu uso comercial. Nos Estados Unidos da América (EUA) é proibido desde o fim da década de 1960 devido à publicação de estudos que mostraram relação entre seu uso e diversos tipos de doenças, inclusive alguns tipos de câncer. Entretanto, no Brasil e em países como a Alemanha e a Suíça, o ciclamato de sódio tem sua comercialização permitida tendo como argumento que as pesquisas citadas não são conclusivas (SAGAÇO, 2013; MEDEIROS *et al.* 2008).

Parte das críticas a seu consumo se deve a possível metabolização formando a cicloexilamina (Figura 11; p. 15), produto danoso à saúde humana e que é absorvida completamente pelo organismo. Essa conversão, no entanto, é pouco comum e cerca de 80% dos indivíduos não produzem a cicloexilamina. Entre os 20% restantes, apenas 3% (0,6% da população total) são capazes de converter grandes proporções de ciclamato de sódio. Vale salientar que a não assiduidade da ingestão desse edulcorante diminui a capacidade de conversão do ciclamato de sódio em cicloexilamina pelo corpo humano (SAGAÇO, 2013).

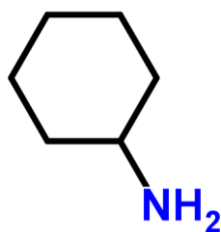


Figura 11 – Estrutura química da cicloexilamina.
Fonte: CHEMSPIDER-i (2014)

Além do uso na indústria alimentícia, o ciclamato de sódio já foi usado na indústria farmacêutica para mascarar o sabor amargo de alguns medicamentos. Apesar de sua proibição nos EUA, é o adoçante mais consumido e produzido em maior escala em todo mundo. Isso se deve muito ao seu custo de produção e ao seu sabor mais próximo ao da sacarose em relação aos outros edulcorantes (SAGAÇO, 2013).

Sua obtenção e aplicação se devem aos estudos de Sveda e Audrieth (1994), os quais notaram que alguns sais do ácido ciclâmico possuíam um intenso sabor doce e podiam ser obtidos através de uma reação simples de neutralização com a base que apresentasse o cátion de interesse.

Outra característica importante sobre o ciclamato de sódio é que possui considerável estabilidade. Testes realizados com o ciclamato de sódio a, aproximadamente 100°C, demonstraram que o teor do edulcorante não variou significativamente em valores de pH entre 4,5 a 6,5 (Tabela 4). Além disso, não houve variação significativa dentro de um período de 6 meses, à temperatura ambiente, após o experimento (SAGAÇO, 2013).

Tabela 4 – Relação entre o pH e a perda de ciclamato de sódio (%) após aquecê-lo a 100°C, por uma hora.

pH	0,9	1,6	2,5	4,5	5,3	6,5
Perda de Ciclamato de sódio (% m m⁻¹)	13,7	8,1	0,98	0,1	0,52	0,58

Fonte: SAGAÇO (2013)

Outras características físico-químicas do ciclamato de sódio são sua elevada estabilidade à luz, ao oxigênio molecular e seu baixo potencial higroscópico (SAGAÇO, 2013).

2.2.2.4 Sacarina

A sacarina (Figura 12) foi sintetizada pela primeira vez em 1879 por Constantine Fahlberg, sendo considerada o primeiro edulcorante sintético (MONSANTO, 2014).

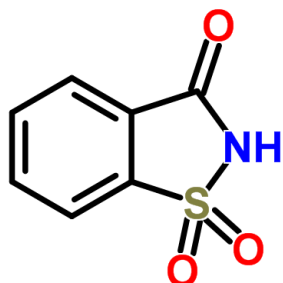


Figura 12 – Estrutura química da sacarina.
Fonte: CHEMSPIDER-j (2014)

É muito utilizada, pois possui baixo preço de aquisição e larga escala de aplicação, desde a indústria alimentícia à farmacêutica. Possui lenta absorção no trato digestório e não é metabolizada pelo organismo, conferindo um valor calórico próximo de zero kcal, sendo adequada para o uso de pessoas com diabetes (LIMA *et al.* 2010).

Em conjunto com o ciclamato de sódio, o poder adoçante chega a ser 300 vezes maior que o da sacarose. Assim como os outros edulcorantes artificiais, a sacarina também é indicada como tóxica em estudos independentes. Estes mostram que seu consumo intenso por animais de laboratório podem provocar alguns tipos de câncer, como o câncer na bexiga (NCI, 2009). Porém, a maioria dos órgãos reguladores de alimentos permite a utilização da sacarina em seus respectivos países (LIMA *et al.* 2010).

Outro ponto crítico é a aplicação da sacarina na como um sal sódico (Figura 13, p. 17). Devido à restrição do consumo excessivo de sódio, muitos países limitam o uso do sal da sacarina em produtos alimentícios. No Brasil, a ANVISA aprovou o uso da sacarina sódica em bebidas e alimentos, porém com concentração reduzida. Uma das possíveis consequências dessa redução é a menor incidência de consumidores com hipertensão (LIMA *et al.* 2010).

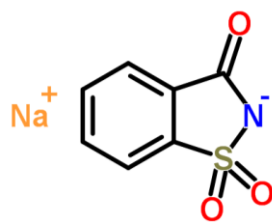


Figura 13 – Estrutura química da sacarina sódica.
Fonte: CHEMSPIDER-k (2014)

Outra característica interessante do edulcorante é sua capacidade de ser um ótimo ligante, uma vez que se seu ânion (Sac) facilmente se coordena com diversos cátions. Entre os complexos formados, tem-se o $\text{Na}(\text{Sac}) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, o $\text{Mg}(\text{Sac})_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ e o $\text{K}_2\text{Na}(\text{Sac})_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (BARAN, 2005).

2.2.2.5 Sucralose

A sucralose (Figura 14) é um edulcorante artificial não nutritivo cujo poder de doçura é aproximadamente 600 vezes mais intenso que a sacarose, esta a sua precursora (RODERO *et al.* 2009).

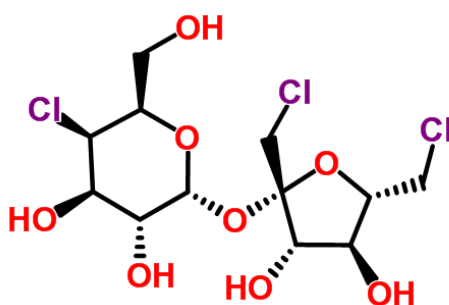


Figura 14 – Estrutura química da sucralose.
Fonte: CHEMSPIDER-l (2014)

Sua IDA é de 15 mg/kg e, segundo estudos clínicos, seu consumo excessivo pode ser responsável por algumas doenças. Testes feitos em animais de laboratório consumindo altas doses de sucralose acarretaram problemas como intoxicações. Por outro lado, estudos toxicológicos gerais não apresentaram resultados conclusivos entre o consumo da sucralose e os danos gerados na saúde dos consumidores (RODERO *et al.* 2009).

O consumo de sucralose vem aumentando mundo afora devido principalmente à sua ampla gama de vantagens. Entre elas, é um edulcorante não calórico, sem gosto residual e estável a altas temperaturas. Além disso, não é hidrolisada em meio às condições ácidas do estômago,

podendo também ser usada na formulação de diversos alimentos industrializados (RODERO *et al.* 2009).

2.2.2.6 Neotame

O neotame (Figura 15) é um edulcorante artificial com elevado poder de doçura, entre 7000 a 13000 vezes maior que o da sacarose. Muito usado em alimentos e bebidas para alterar e melhorar o sabor, é o edulcorante mais recente lançado no mercado, possuindo características muito próximas às do aspartame e a seguinte vantagem: liberar uma quantidade muito menor de fenilalanina, aminoácido tóxico para consumidores fenilcetíricos (com deficiência da enzima fenilalanina hidroxilase). Por apresentar pouco tempo de inserção no mercado, críticas à sua aplicação ainda estão sob avaliação dos órgãos de fiscalização (DUTRA *et al.* 2013).

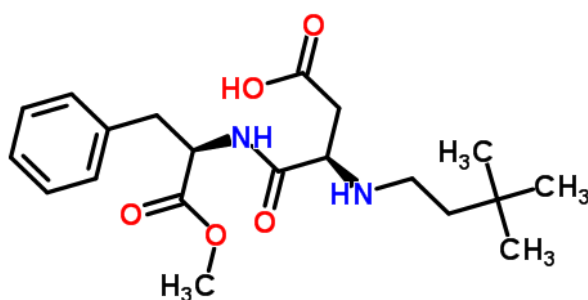


Figura 15 – Estrutura química da neotame.
Fonte: CHEMSPIDER-m (2014)

O neotame permanece estável por cinco anos se mantido em condições ideais de armazenamento (entre 15°C e 30°C; e umidade relativa de 35% a 60% em embalagens fechadas). Além disso, seu uso em escala industrial tem sido avaliado para bebidas *diet*, onde 6 mg podem adoçar satisfatoriamente 340g de bebida (NEOTAME, 2014).

Outra característica importante é seu baixo custo. Segundo seu fabricante (NEOTAME), o edulcorante é pelo menos 50% mais barato que a sucralose, podendo ser aplicado em qualquer produto que a sucralose é aplicada. Pelo menos 17,5% mais barato que a sacarina, sendo mais estável e não deixando o gosto residual metálico típico da sacarina. Em relação ao acesulfame de potássio, é 25% mais barato e, até o presente momento, considerado mais seguro. Em relação aos açúcares naturais (xaropes de

frutose), seu preço varia de 60 a 90% mais barato, sendo mais estável e menos calórico (NEOTAME, 2014; REVISTA-FI, 2014).

2.3 Legislação

A legislação brasileira permite o consumo de todos os edulcorantes relatados no presente trabalho, salientando-se que, somente a partir de 2008, a taumatina e o neotame foram incluídos na relação (INMETRO, 2006; ANVISA, 1998; ANVISA, 2008).

Tal documento corresponde à portaria nº 38, de 13 de janeiro de 1998, da ANVISA, cujo objetivo é evidenciar os parâmetros de avaliação da qualidade do adoçante que chega ao consumidor brasileiro. Este tópico da monografia apresentará os principais aspectos do documento, sendo seu conteúdo na íntegra disponibilizado no Anexo 1 (p. 37).

A portaria nº 38 define adoçante de mesa como "[...] produtos especificamente formulados para conferir o sabor doce aos alimentos e bebidas.". Quando o produto for formulado para pessoas que fazem dietas específicas e que não podem de maneira alguma ingerir sacarose, frutose ou glicose denomina-se, então, o edulcorante como "Adoçante Dietético" (ANVISA, 1998).

Em relação ao solvente ou diluente, o documento estabelece uma quantidade limitada de veículos (Anexo 1A, p. 39) os quais podem ser usados para estabelecer a concentração de edulcorante desejada. Além disso, os edulcorantes podem ser comercializados na forma de solução, grânulos, pó, tabletes ou comprimidos e podem levar em sua composição aditivos e coadjuvantes, desde que estejam de acordo com a legislação específica (ANVISA, 1998).

Quanto à higiene no preparo e na manipulação do edulcorante, a portaria nº 38 estabelece que "Os Adoçantes devem ser preparados, manipulados, processados, acondicionados e conservados conforme as Boas Práticas de Fabricação (BPF), atender aos padrões microbiológicos, microscópicos e físico-químicos estabelecidos pela legislação específica".

Outra característica importante descrita no documento são as exigências quanto à rotulagem dos produtos. Isso se deve às restrições relacionadas às

peessoas portadoras de alguma doença ou deficiência que podem ser agravadas com o consumo de edulcorantes. Um exemplo é o aspartame, que quando absorvido pelo organismo libera o aminoácido fenilalanina, nocivo às pessoas com a deficiência fenilcetonúria, incapazes de metabolizá-lo. Crianças com fenilcetonúria podem chegar a ter retardo mental irreversível se consumir frequentemente alimentos ricos em fenilalanina (MARTINS *et al.* 2007).

Assim, os edulcorantes devem apresentar em seus rótulos informações nutricionais e quaisquer informações complementares. Tais informações devem estar presentes no painel principal do rótulo do produto, sendo designado o tipo de adoçante (de mesa ou dietético) e se o edulcorante é de origem artificial, natural ou mista. Nos demais painéis devem conter avisos aos diabéticos, caso este contenha glicose, sacarose ou dextrose, o texto "contém Fenilalanina", se for o aspartame, e o nome e a classe dos aditivos presentes (ANEXO 1, p. 40).

Por fim, a resolução estabelece a quantidade máxima de edulcorante, em g 100g⁻¹ ou em g 100mL⁻¹, permitida em adoçantes comerciais (Tabela 5).

Tabela 5 – Concentração de edulcorantes em adoçantes permitida pela ANVISA.

Edulcorante	Limite Máximo (g 100g⁻¹ ou g 100mL⁻¹)
Sorbitol	Não possui
Manitol	Não possui
Xilitol	Não possui
Esteviosídeos	0,045 - 0,060
Acesulfame K	0,026 - 0,035 (0,20 para gomas de mascar)
Aspartame	0,056 - 0,075 (0,40 para gomas de mascar)
Ciclamato de Sódio	0,097 - 0,130
Sacarina	0,022 - 0,030
Sucralose	0,019 - 0,045 (0,25 para gomas de mascar)

Fonte: TOZETTO (2005)

2.4 Análises quantitativas

As análises quantitativas dos edulcorantes são de extrema importância para determinar seu teor nos produtos comerciais, buscando preservar a saúde dos consumidores, bem como compor seu controle de qualidade na indústria. Por exemplo, produtos comerciais contendo edulcorantes com teores maiores do que o permitido pela legislação brasileira podem colocar a saúde dos consumidores em risco, tendo em vista o IDA de cada edulcorante (TOZETTO, 2005).

A literatura relata, ainda, casos em que o produto comercial tem o edulcorante apresentado no rótulo substituído por outros de menor custo ou, até mesmo, por partes de carboidratos como sacarose, glicose ou dextrina, sem avisar o consumidor. Salienta-se que parte considerável dos consumidores de edulcorantes são diabéticos, cuja condição pode ser agravada após consumir produtos comerciais adulterados com os carboidratos citados.

Uma vez considerada a existência desse problema no mercado de edulcorantes, se faz necessária uma variedade de técnicas capazes de identificar, caracterizar e quantificar os edulcorantes presentes nos produtos comerciais. Com o avanço da química analítica nas últimas décadas, tem-se equipamentos capazes de realizar essa tarefa e diversos métodos analíticos, não só instrumentais, capazes de caracterizar e quantificar uma substância (TOZETTO, 2005).

2.4.1 Volumetria

O método volumétrico é pouco usado atualmente, pois vem sendo substituído por métodos instrumentais cuja precisão, exatidão e automação geram resultados mais satisfatórios em períodos de tempo menores. Conseqüentemente, a volumetria fica condicionada a empresas de poder aquisitivo mais baixo (LIMA *et al.* 2010).

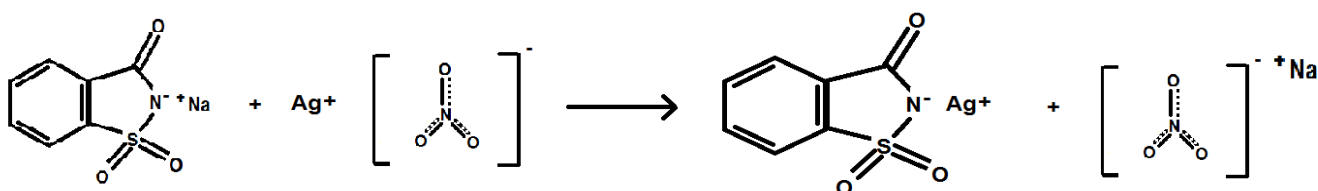
O sacarinato, por exemplo, pode ser quantificado via volumetria indireta utilizando íons prata (Ag^+) como titulante, pois forma um sal de prata de baixíssima solubilidade, devido à sua baixa constante de produto de solubilidade (K_{ps}). Como a quantidade de matéria do sal solúvel de prata (AgNO_3) é conhecida previamente, o excedente de íons prata pode ser

titulado com uma solução de tiocianato de potássio (KSCN). Logo, a diferença entre a quantidade de matéria total de AgNO_3 , antes da reação, e a quantidade de matéria de AgNO_3 obtida após a titulação com KSCN será a quantidade de matéria do sacarinato (LIMA *et al.* 2010).

A indicação do ponto final da titulação se deve à formação do sal tiocianato de ferro III ($\text{Fe}(\text{SCN})_3$), de coloração vermelha. Como o AgSCN apresenta menor solubilidade que o $\text{Fe}(\text{SCN})_3$, somente após o consumo total do AgNO_3 , o indicador avermelhado irá surgir no meio reacional, indicando o fim da titulação (LIMA *et al.* 2010; TOZETTO, 2005).

As reações do referido processo volumétrico podem ser observadas na Figura 16.

Primeira Etapa: Reação de Precipitação



Segunda Etapa: Reação de Titulação

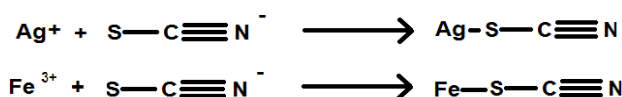


Figura 16 – Etapas das reações da volumetria.
Fonte: LIMA *et al.* (2010)

2.4.2 Espectrofotometria no infravermelho

O emprego de Infravermelho como método de quantificação de edulcorantes encontra certas restrições, uma vez que a mistura de edulcorantes dificulta a sua identificação, pois a presença desses múltiplos constituintes aumenta a probabilidade de ocorrer a superposição de sinais no espectro de infravermelho (IV). Entretanto, com o desenvolvimento de equipamentos com mais recursos tecnológicos e a aplicação de ferramentas estatísticas multivariadas, a espectrofotometria de infravermelho tende a se tornar mais útil para a caracterização e quantificação de edulcorantes em produtos comerciais.

Tozetto *et al.* (2007) analisaram 20 marcas de adoçantes comerciais elaborados com diferentes veículos (lactose, maltodextrina, lactose/maltodextrina, sacarose e dextrose/maltodextrina) e com os seguintes edulcorantes: aspartame, ciclamato, sacarina, esteviosídeos, acesulfame-K, sulcralose e sorbitol, como mostra a Tabela 6.

Tabela 6 – Composição declarada pelos fabricantes das amostras comerciais de adoçantes.

Amostra	Veículo	Edulcorante artificial
1	Lactose (93,75%)	Aspartame
2	Lactose (93,75%)	Aspartame
3	Lactose (95,7%)	Aspartame
4	Lactose (95,4%)	Aspartame
5	Lactose (95,0%)	Aspartame
6	Lactose	Ciclamato, Sacarina e Esteviosídeo
7	Lactose	Ciclamato, Sacarina e Esteviosídeo
8	Lactose	Esteviosídeo
9	Lactose	Ciclamato, Sacarina, Aspartame e Acesulfame-K
10	Lactose e Maltodextrina	Aspartame e Acesulfame-K
11	Lactose e Maltodextrina	Ciclamato, Sacarina e Esteviosídeo
12	Sacarose	Sulcralose
13	Sacarose	Sulcralose
14	Sacarose	Aspartame
15	Sacarose	Ciclamato e Sacarina
16	Sacarose	Ciclamato, Sacarina e Aspartame
17	Maltodextrina	Esteviosídeo
18	Maltodextrina	Ciclamato e Sacarina
19	Maltodextrina	Ciclamato e Sacarina
20	Maltodextrina	Sorbitol, Ciclamato e Sacarina
21	Dextrose e Maltodextrina	Aspartame

Para tanto, empregaram um espectrofotômetro de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), preparo de pastilhas de KBr, faixa de trabalho: 400 a 4000 cm^{-1} e resolução de 1,93 cm^{-1} . Como os espectros obtidos apresentam resultados semelhantes para a maioria das amostras, empregaram o método de análise multivariada conhecido como Análise dos Componentes Principais (PCA) (Figura 17). É importante frisar que o PCA é uma análise exploratória, isto é nos oferece grande quantidade de informações, porém sem levar à resultados de cunho quantitativo.

A faixa de frequências com maior potencial de diferenciação foi de 752,2 a 1284,5 cm^{-1} , denominada como a região de impressão digital do espectro de IV.

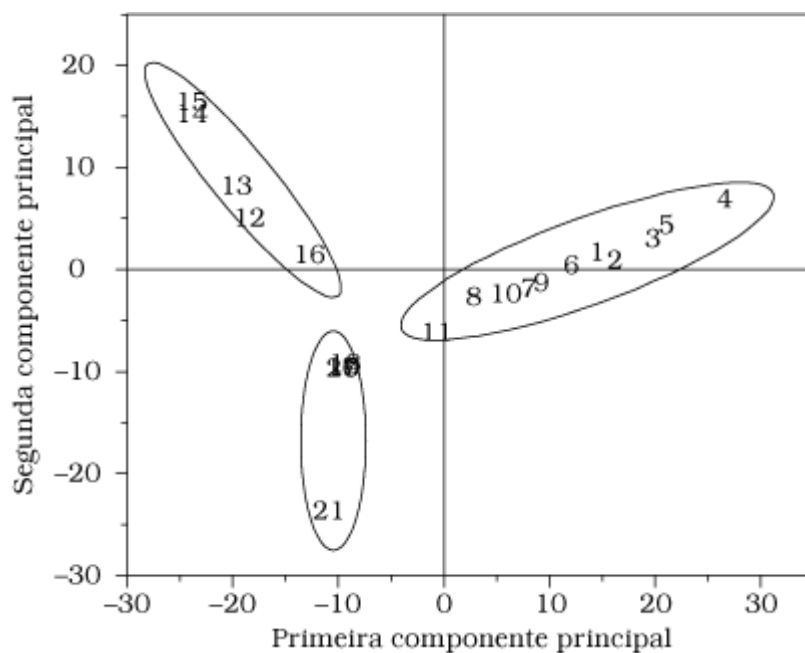


Figura 17 – Escores das componentes principais na análise de adoçantes de mesa via FTIR.

Fonte: TOZETTO *et al.* (2007)

Ao final do trabalho, os pesquisadores foram capazes de discriminar os produtos comerciais dependendo do seu veículo, características que seriam dificilmente identificadas sem o recurso quimiométrico aplicado.

2.4.3 Cromatografia Líquida de Alta Eficiência

Uma das maneiras mais eficientes e mais utilizadas para se quantificar edulcorantes é através da Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), geralmente associada aos detectores de ultravioleta (UV), arranjo de diodos (DAD) ou índice de refração (IR) (KIMURA *et al.* 2005; LUIS *et al.* 2012).

É a técnica mais comum para a determinação de edulcorantes como a sucralose, e a recomendada pela Food Chemical Codex (FCC) e pelo Comitê Conjunto de Especialistas em Aditivos Alimentares (JECFA). Esses órgãos recomendam o uso de uma coluna RadPack C18 com dimensões de 10 cm x 8 mm, diâmetro das partícula de 5 μm e fluxo da fase móvel igual a 1,5 mL min^{-1} , forno a 35,5°C e detector de IR. Podem ser feitos ajustes nas

condições cromatográficas para que o tempo de retenção da sucralose fique próximo a 9 min (KIMURA *et al.* 2005).

Por sua vez, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) indica a utilização de condições similares, como pré-coluna RP-18 (dimensões: 15 mm x 3,2 mm, partículas de 7 µm), coluna C18 (dimensões: 250 mm x 4,6 mm; partículas de 5 µm), bomba quaternária, injetor automático, detector UV/VIS e forno a 25°C (NOVATO *et al.* 2013).

A CLAE possui muitas vantagens, entre elas o fato de ser um método eficiente, rápido, simples, capaz de separar várias substâncias ao mesmo tempo, o que justifica sua recomendação para a análise de edulcorantes. Sua limitação é o custo de aquisição e manutenção, restringindo seu acesso à pequenas empresas (KIMURA *et al.* 2005; LUIS *et al.* 2012).

Considerando especificamente os detectores da CLAE, a sacarina, o ciclamato e aspartame podem ser quantificados com o detector UV em 192 nm. O acessulfame de potássio, por sua vez, é quantificado em 227nm (NOVATO *et al.* 2013).

Del Bianchi *et al.* (2011) quantificaram os edulcorantes aspartame, acessulfame-K e sacarina, presentes em adoçantes líquidos de mesa comerciais. Para a quantificação desses edulcorantes utilizou-se CLAE acoplada ao DAD. Foram analisados 3 lotes diferentes, de 11 marcas de adoçantes líquidos de mesa disponíveis no mercado. Dentre as marcas, 6 continham em sua formulação sacarina (36,4 - 78,7 mg/mL) e ciclamato. Duas continham aspartame (31,3 - 54,6 mg/mL) e acessulfame-K (13,4 - 14,2 mg/mL) e duas apenas aspartame (76,7 - 91,8 mg/mL). Uma marca continha sacarina (28,5 - 28,8 mg/ml), ciclamato e acessulfame-K (7,1 - 8,9 mg/mL).

A maioria dos fabricantes de adoçantes não disponibiliza na lista de ingredientes da embalagem a concentração dos edulcorantes que contém, por constituir-se de declaração opcional. No entanto, dada a variabilidade dos níveis de edulcorantes nos adoçantes analisados, para fins de comparação do consumo de edulcorantes com os respectivos valores de IDA estabelecidos para essas substâncias, os pesquisadores recomendaram que as concentrações dos edulcorantes presentes nos adoçantes fossem evidenciadas nos rótulos (Del BIANCHI *et al.*, 2011)

O detector de IR, apesar de apresentar baixa sensibilidade e depender de fatores externos como a temperatura, é empregado para quantificar a sucralose. Por exemplo, Kimura *et al.* (2007) analisaram 14 amostras de néctares de frutas *light* de diferentes marcas e sabores (uva, pêsego, morango, manga, goiaba e maracujá). Para tanto, foi empregado um cromatógrafo líquido Shimadzu modelo LC10A, bomba (LC-10AD), forno (CTO 10 A) a 30°C, detector de IR (RID-10 A), injetor Rheodyne com Loop de 20 µL; desgaseificador DGU 12A; coluna C18 (Lichrospher 100, Merck; 125 mm de comprimento x 4 mm de diâmetro, com partículas de 5 µm) e pré-coluna de mesma fase (4 X 4 mm), fluxo da fase móvel: 0,6 mL min⁻¹, Fase móvel água/acetonitrila (85:15 v v⁻¹), desgaseificada e filtrada com membrana filtrante de 0,45 µm (Millipore).

Foram preparadas soluções de sucralose nas concentrações de 5, 10, 15 e 20 mg 100mL⁻¹ (padronização externa), diluídas na fase móvel e filtradas com membranas filtrantes Durapore HV de 0,45 µm (Millipore) para a curva analítica.

Os resultados das quantificações podem ser visualizados na Tabela 7 (p. 27). Segundo os autores, apesar de existirem marcas com formulações diversas, os resultados de sucralose obtidos estão coerentes com os declarados nos respectivos rótulos, indicando que a faixa de concentração estudada está de acordo com a variação encontrada nos néctares de frutas *light* comercializados.

2.4.4 Eletroquímica

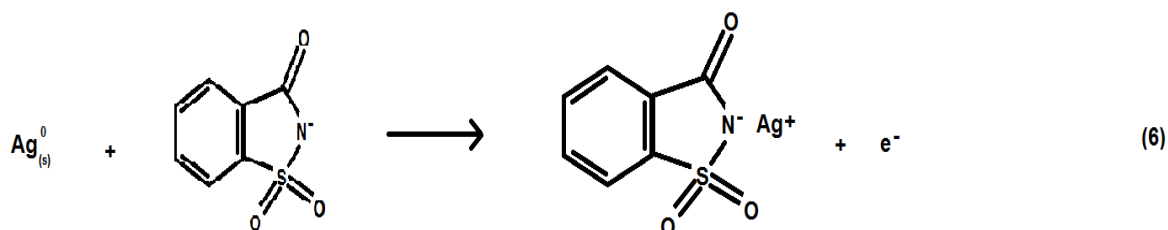
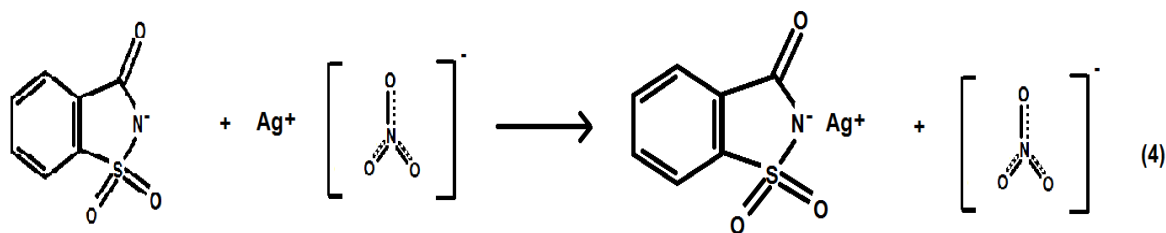
A quantificação de edulcorantes também pode ser realizada por meio de métodos eletroquímicos. Assumpção *et al.* (2008), por exemplo, realizaram a quantificação da sacarina por biamperimetria. Esse método apresentou, entre outras vantagens, baixo custo, simplicidade de operação, rapidez e a praticidade de não necessitar separar substâncias interferentes.

O método consiste na titulação biamperométrica utilizando como agente titulante o nitrato de prata.

Tabela 7 – Teores médios de sucralose ($\text{mg } 100\text{mL}^{-1}$) das amostras de néctares de fruta *light*.

Néctar “light”	Sucralose*	Teor declarado
Goiaba marca 1	$10,3 \pm 0,1$	9
Goiaba marca 2	$9,9 \pm 0,4$	8,03
Manga marca 1	$9,5 \pm 0,4$	9
Manga marca 2	$5,8 \pm 0,1$	5,6
Manga marca 4	$13,3 \pm 0,1$	13
Maracujá marca 2	$14,8 \pm 0,1$	16,6
Maracujá marca 4	$12,8 \pm 0,2$	14
Morango marca 3	$10,7 \pm 0,9$	12
Pêssego marca 1	$11,2 \pm 0,2$	9
Pêssego marca 2	$5,7 \pm 0,2$	6
Pêssego marca 4	$9,9 \pm 0,4$	10
Uva marca 1	$9,2 \pm 0,2$	9
Uva marca 2	$5,8 \pm 0,1$	5,7
Uva marca 4	$12,5 \pm 0,8$	12

À medida que é adicionada a solução do titulante, nitrato de prata (AgNO_3), há a precipitação do sal de sacarinato de prata ($\text{AgSac}(s)$) até atingir o ponto de equivalência (Equação 4). Com o primeiro excesso do titulante, as seguintes reações eletródicas são então processadas no cátodo (Equação 5) e no ânodo (Equação 6):



A Figura 18 evidencia uma das titulações biamperométricas, onde o ponto de equivalência ocorre após a adição de, aproximadamente, 4,0 mL de titulante.

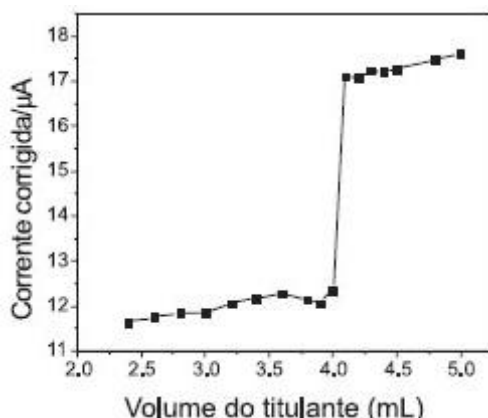


Figura 18 – Curva biamperométrica da titulação de uma das amostras de edulcorantes.

Fonte: ASSUMPÇÃO *et al.* (2008)

MEDEIROS *et al.* (2008), por sua vez, utilizou a voltametria de onda quadrada como método eletroquímico para determinar o teor de ciclamato de sódio em adoçantes de mesa e em bebidas comerciais.

A voltametria de onda quadrada (SWV) é, entre as técnicas voltamétricas de pulso, uma das mais rápidas e sensíveis, sendo que os limites de detecção alcançados podem ser comparados aos das técnicas cromatográficas e espectrofotométricas. A análise dos resultados também possibilita a avaliação cinética e mecanística, considerando-se as espécies

adsorvidas ou não à superfície do eletrodo de trabalho. Além disso, a SWV tem se mostrado extremamente sensível para a detecção de moléculas orgânicas (PEDROSA *et al.*, 2003).

O método utilizado por Medeiros *et al.* (2008) para a determinação de ciclamato de sódio foi o de adições múltiplas de padrão. Os voltamogramas obtidos na curva de calibração estão evidenciados na Figura 19, os quais permitem constatar que o ciclamato de sódio apresentou um único pico no sentido anódico em 1,9 V, com características de um processo irreversível e a linearidade obtida considerada satisfatória.

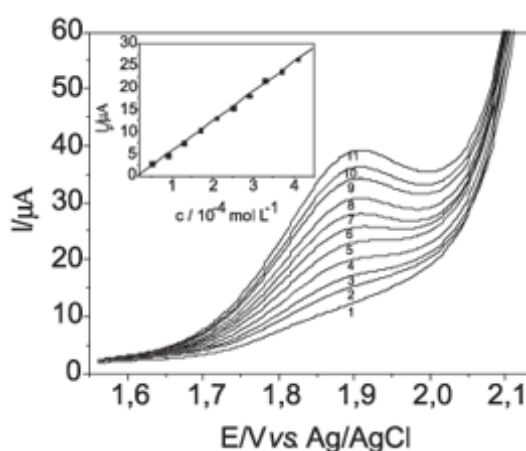


Figura 19 – Curva analítica do ciclamato a partir dos voltamogramas.
FONTE: MEDEIROS *et al.* (2008)

No estudo de adição e recuperação, foram obtidas recuperações entre 96,8 e 106,0%, indicando que não ocorreu interferência das matrizes das amostras na determinação do ciclamato de sódio. Para a repetibilidade, o desvio padrão relativo obtido foi de 1,2% e no estudo de reprodutibilidade, foi de 2,4%. Os resultados obtidos para a determinação de ciclamato de sódio em amostras de produtos dietéticos utilizando o procedimento proposto (SWV) foram considerados pelos pesquisadores concordantes com os resultados obtidos pelo método analítico de referência (CLAE), em nível de confiança de 95% (Tabela 8, p. 29). O procedimento desenvolvido para a determinação de ciclamato de sódio em produtos dietéticos também apresentou boa sensibilidade e não foi necessário qualquer pré-tratamento das amostras analisadas. Por fim, ressaltou-se que o método proposto apresentou algumas vantagens sobre a CLAE, como, por exemplo, baixo custo, menor tempo de análise e dispensou qualquer tratamento prévio das amostras.

Tabela 8 – Teor de ciclamato de sódio (mg 100mL⁻¹) nas amostras comerciais de adoçantes de mesa e de bebidas.

Amostras	Valor rotulado	CLAE	SWV
Zero cal®	-	7,511±10,000	8,007±1,500
Finn®	8300	8,410±22,000	8,370±2,300
Magro®	120	122±2	122±4
Antarctica®	70	68±1	72±1
Kuat®	31,0	31,5±0,5	29,3±0,4

Fonte: MEDEIROS *et al.* (2008)

3. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente trabalho permitiu concluir que o conjunto de conhecimentos sobre os edulcorantes é de grande importância para a indústria de alimentos e para a saúde, tendo o químico tecnológico formação adequada para atuar profissionalmente.

Ao considerar os conteúdos específicos, pôde-se notar que muitos dos edulcorantes são alvos de críticas com relação ao impacto que podem ter na saúde do consumidor. Entretanto, verifica-se que parte dos estudos não são conclusivos e que consumos desmedidos podem gerar problemas de saúde, uma vez que edulcorantes sintéticos e o manitol têm seu IDA estabelecido formalmente.

Ao conhecer a legislação brasileira que estabelece os parâmetros formais para o uso dos edulcorantes, pôde-se verificar que seu conteúdo permite de forma clara compreender aspectos importantes tais como: a) as especificações do produto tendo em vista os consumidores de dieta restritiva e b) as exigências quanto à apresentação dos dados na rotulagem dos produtos comerciais.

Por fim, conclui-se que a principal área de atuação do químico tecnológico frente aos edulcorantes é a parte analítica, tendo em vista seu controle de qualidade e fiscalização. Isso, pois os métodos empregados na sua quantificação fazem parte da formação dentro do curso de graduação, entre eles a volumetria, cromatografia, espectrofotometria e os métodos eletroquímicos.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANVISA. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/divulga/noticias/2008/190308.htm>>. Acesso em: 13 Dez. 2014.

ANVISA. **Portaria n.º 38, de 13 de janeiro 1998**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/portarias/38_98.htm>. Acesso em: 13 Dez. 2014.

ASSUMPTÃO, M. H. M. T.; MEDEIROS, R. A. ; MADI, A.; FATIABELLO-FILHO, O. Desenvolvimento de um procedimento biamperométrico para determinação de sacarina em produtos dietéticos. **Química Nova**, v.31, n.7, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422008000700028>. Acesso em: 13 Dez. 2014.

BARAN, E. J. The saccharinate anion: a versatile and fascinating ligand in coordination chemistry. **Química Nova**, v.8, n.2, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422005000200025&lang=pt>. Acesso em: 13 Jun. 2014.

BEVERAGE. **Acessulfame de potássio (Acessulfame K)**. Disponível em: <<http://beverageinstitute.org/brazil/article/acesulfame-potassium-acesulfame-k/>>. Acesso em: 26 de Abr. 2014.

BUNHAK, E. J.; MENDES, E. S.; PEREIRA, N. C.; COSTA, S. C. Avaliação do efeito do polieletrólito aniônico na clarificação do extrato aquoso de *Stevia rebaudiana*. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.24, n.4 julho 2004 Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612004000400018&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 20 Jun. 2014.

CARDELLO, H. M. A. B.; DA SILVA, M. A. A. P.; DAMÁSIO, M. H. Análise descritiva quantitativa de edulcorantes em diferentes concentrações. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.20, n.3, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612000000300008&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 20 Jun. 2014.

CASTRO, A. G. P.; FRANCO, L. J. Caracterização do Consumo de Adoçantes Alternativos e Produtos Dietéticos por Indivíduos Diabéticos. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v.41, n.3, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27302002000300011&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 20 Jun. 2014.

CHEMSPIDER-a. **ChemSpider: Search and Share Chemistry**. Disponível em: <<http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.6646.html?rid=84b65d63-f79f-40ee-9124-92885b1a5333>>. Acesso em: 20 Jun. 2014.

CHEMSPIDER-b. **ChemSpider 2014: Search and Share Chemistry**. Disponível em: <<http://www.chemspider.com/Chemical-Structure>>.

6015.html?rid=0532d2cd-5aff-44d1-884b-f74ddcb52050>. Acesso em: 20 Jun. 2014.

CHEMSPIDER-c. **ChemSpider 2014: Search and Share Chemistry.** Disponível em: <<http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.5576.html>>. Acesso em: 20 Jun. 2014.

CHEMSPIDER-d. **ChemSpider 2014: Search and Share Chemistry.** Disponível em: <<http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.5294031.html>>. Acesso em: 20 Jun. 2014.

CHEMSPIDER-e. **ChemSpider 2014: Search and Share Chemistry.** Disponível em: <<http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.390625.html>>. Acesso em: 20 Jun. 2014.

CHEMSPIDER-f. **ChemSpider 2014: Search and Share Chemistry.** Disponível em: <<http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.55940.html>>. Acesso em: 20 Jun. 2014.

CHEMSPIDER-g. **ChemSpider 2014: Search and Share Chemistry.** Disponível em: <<http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.118630.html>>. Acesso em: 20 Jun. 2014.

CHEMSPIDER-h. **ChemSpider 2014: Search and Share Chemistry.** Disponível em: <<http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.8421.html>>. Acesso em: 20 Jun. 2014.

CHEMSPIDER-i. **ChemSpider 2014: Search and Share Chemistry.** Disponível em: <<http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.7677.html>>. Acesso em: 20 de Jun. 2014.

CHEMSPIDER-j. **ChemSpider 2014: Search and Share Chemistry.** Disponível em: <<http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.2339423.html>>. Acesso em: 20 Jun. 2014.

CHEMSPIDER-k. **ChemSpider 2014: Search and Share Chemistry.** Disponível em: <<http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.64561.html>>. Acesso em: 20 Jun. 2014.

CHEMSPIDER-l. **ChemSpider 2014: Search and Share Chemistry.** Disponível em: <<http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.4959.html>>. Acesso em: 20 Jun. 2014.

CHEMSPIDER-m. **ChemSpider 2014: Search and Share Chemistry.** Disponível em: <<http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.55029.html>>. Acesso em: 20 de Jun. 2014.

CONG, W.; WANG, R.; CAI, H.; DAIMON, C. M.; SCHEIBYE-KNUDSEN, M.; BOHR, V. A.; TURKIN, R.; WOD III, W. H.; BECKER, K. G.; MOADDEL, R.; MAUDSLEY, S. Long-Term Artificial Sweetener Acesulfame Potassium Treatment Alters Neurometabolic Functions in C57BL/6J Mice. **Journal Plos One**, 7 agosto 2013. Disponível em: <<http://www.plosone.org/>

article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0070257>. Acesso em: 26 Abr. 2014.

DEL BIANCHI, M.; PASCHOAL, J. A. R.; GARCIA, K. C.; REYES, F. G. R. **Determinação de edulcorantes artificiais em adoçantes líquidos de mesa**. IX Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos (SLACA). Nov. 2011. Disponível em: <https://www.e-science.unicamp.br/gtaf/publicacoes/publicacoes_completo.php?id_publicacao=1297&categoria_publicacao=317>. Acesso em: 9 Jan. 2015.

DUTRA M. B. L.; BOLINI, H. M. A. Sensory and physicochemical evaluation of acerola nectar sweetened with sucrose and different sweeteners. **Ciencia e Tecnologia dos Alimentos**, v.33, n.4 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612013000400003&lang=pt>. Acesso em: 20 Jun. 2014.

GOTO, A.; CLEMENTE, E. Influência do Rebaudiosídeo A na solubilidade e no sabor do Esteviosídeo. **Ciencia e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas v.18, n.1, 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611998000100002&lang=pt>. Acesso em: 20 Jun. 2014.

GREEN, C. Thaumatin: A natural Flavor Ingredient. **The Talin Food Company**, Birkenhead, 1999. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=ifgKL_7e1fMC&pg=PA129&lpg=PA129&dq=%22Thaumatin:+a+natural+flavour+ingredient%22&source=bl&ots=cp8dxtVNXY&sig=Le7rE-jiVvRj0vBRmzS893PIdaI&hl=pt-BR&sa=X&ei=XINIU7vtCeissAS18YGQBA&ved=0CDcQ6AEwAg#v=onepage&q=%22Thaumatin%3A%20a%20natural%20flavour%20ingredient%22&f=false>. Acesso em: 20 Jun. 2014

HENKEL, J. Sugar Substitutes: American Option for Sweetness and Lite. **FDA Consumer**, 1999. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=bLuA-9Ppe7gC&pg=PA1&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>>. Acesso em: 26 Abr. 2014.

INMETRO. **Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia**. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/adoçantes.asp?iacao=imprimir>>. Acesso em: 13 Dez. 2014.

KATEMFE. Disponível em: <<http://www.wellgrowhorti.com/Pictures/Landscape%20Plants/Shrubs/Web%20Pictures1/T/Thaumatococcus%20Danielli.jpg>>. Acesso em: 10 Jan. 2015.

KIMURA, I. A.; CANO, C. B.; NAGATO, L. A. F.; MARTINS, M. F. Determinação de sucralose em néctares de frutas "light" por CLAE-IR. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.66, n.3, 2007. Disponível em: <http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-9852007000300006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 Dez. 2014.

KIMURA, I. A.; CANO, C. B.; NAGATO, L. A. F.; MARTINS, M. F. Análise de sucralose por cromatografia líquida de alta eficiência em refrigerante

dietético e adoçante de mesa. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, 30 setembro 2005. Disponível em: <<http://periodicos.ses.sp.bvs.br/pdf/rial/v64n2/v64n2a09.pdf>>. Acesso em: 13 Dez. 2014.

LIMA, J. S.; DIAS, M. C.; MATENCIO, T. Aplicação da espectroscopia no infravermelho e difração de raio-X na determinação de sacarina em adoçantes líquidos artificiais pelo método volumétrico com Ag⁺. **Eclética Química**, v.35, n.4, 2010 Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-46702010000400003&lang=pt>. Acesso em: 13 Jun. 2014.

LUIS, G.; RUBIO, C.; GUTIERREZ, A. J.; HERNANDEZ, C.; GONZALEZ-WELLER, D.; REVERT, C.; CASTILLA, A.; ABREU, P.; HARDISSON, A. Miel de palma: composición nutricional de un edulcorante natural. **Nutrición Hospitalaria, Madrid**, v.27, n.2, 2012. Disponível em: <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112012000200030>. Acesso em: 13 Dez. 2014.

NOVATO L.; PULCINELI, A.; FONSECA, F. J. R. Quantificação de Edulcorantes (sacarina, ciclamato, aspartame e acessulfame de K) em Bebidas por CLAE. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. 28 outubro 2013 Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/Laborat%C3%B3rios/Metodos%20IQA/BEV/Lanagros/IT%20LABV%20265%20Rev01%20-%20%20Quantificacao%20de%20edulcorantes%20em%20bebidas%20por%20CLAE.pdf>. Acesso em: 13 Dez. 2014.

MARTINS, M. R. I.; AZOUBEL, R. Effects of Aspartame on Fetal Kidney: A Morphometric and Stereological Study. **International Journal of Morphology**, v. 25, n. 4, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022007000400004&lang=pt>. Acesso em: 26 Abr. 2014.

MEDEIROS, R. A.; CARVALHO, A. E. ; ROCHA-FILHO, R. C.; FATIABELO-FILHO, O. Determinação voltamétrica de ciclamato de sódio em produtos dietéticos empregando um eletrodo de diamante dopado com boro. **Química Nova**, v. 31, n. 6, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422008000600024&lang=pt>. Acesso em: 28 Abr. 2014.

MONSANTO **The History, Synthesis, Metabolism and Uses of Artificial Sweeteners**. Disponível em: <<http://monsanto.unveiled.info/products/aspartame.htm>>. Acesso em: 20 Jun. 2014.

MUSSATO, S. I.; ROBERTO, I. C. Xilitol: edulcorante com efeitos benéficos para a saúde humana. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. v. 38, n. 4, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-93322002000400003&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 Jun. 2014.

NCI. **Artificial Sweeteners and Cancer**. Disponível em: <<http://www.cancer.gov/cancertopics/factsheet/Risk/artificial-sweeteners>>. Acesso em: 26 Abr. 2014.

NEOTAME. Disponível em: <<http://www.neotame.com>>. Acesso em: 13 Jun. 2014.

OLIVEIRA, P. S. M.; FERREIRA, V. F.; SOUZA, M. V. N.; CARVALHO, E. M. Síntese de aminoálcoois derivados do D-manitol. **Química Nova**, v. 31, n. 4, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422008000400013>. Acesso em: 20 Jun. 2014

OLIVEIRA, P. S. M.; FERREIRA, V. F. ; SOUZA, M. V. N. Utilização do D-manitol em síntese orgânica. **Química Nova**, v. 32, n. 2, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422009000200031&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 Jun. 2014.

OS POLIÓIS. **Revista Insumos**. Disponível em: <http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/81.pdf>. Acesso em: 31 Maio 2014.

PEDROSA, V. A.; CODOGNOTO, L.; AVACA, L. A. Determinação voltamétrica de 4-clorofenol sobre o eletrodo de diamante dopado com boro utilizando a voltametria de onda quadrada. **Química Nova**. v. 26, n. 6, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422003000600012&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 14 Jan. 2015.

POLYOLS. **European Association of Polyol Producers**. Disponível em: <<http://www.polyols-eu.com/food.php>>. Acesso em: 20 Jun. 2014.

REVISTA-FI. **Adoçantes calóricos e não calóricos - parte I**. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/58.pdf>>. Acesso em: 13 Jun. 2014.

RODERO, A. B.; RODERO, L. S.; AZOUBEL, R. Toxicity of sucralose in humans: a review. **International Journal of Morphology**, Fernandópolis, 04 julho 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.cl/pdf/ijmorphol/v27n1/art40.pdf>>. Acesso em: 20 Jun. 2014.

SAGAÇO, B. R. **Otimização e validação de um método de cromatografia líquida de alta resolução (HPLC) para a determinação do edulcorante ciclamato. Ocorrência em adoçantes de mesa**. 2013. Disponível em: <<http://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/3305/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 20 Jun. 2014.

STEVIA. **As plantas medicinais**. Disponível em: <<http://www.asplantasmedicinais.com/stevia-beneficios-alimento-remedio.html>>. Acesso em: 31 Maio 2014.

TOZETTO, A.; DEMIATE, I. M.; NAGATA, N. Análise exploratória de adoçantes de mesa via espectroscopia no infravermelho (FTIR) e análise por componentes principais (ACP). **Tecnologia e Ciência dos Alimentos**, v.27, n.4, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612007000400008 &lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 Dez. 2014.

TOZETTO, A. **Controle de Qualidade de Edulcorantes em Adoçantes Comerciais Via Espectrometria e Métodos de Calibração Multivariada**. 2005. Disponível em: <http://www.uepg.br/mestrados/mescta/Dissertacoes/TOZETTO,_A.pdf>. Acesso em: 13 Dez. 2014.

ZANINI, R. V. **Prevalência de utilização de adoçantes dietéticos: Um estudo de base populacional**. 2008. Disponível em: <<http://www.epidemiologia.ufpel.org.br/uploads/teses/dissert%20zanini.pdf>>. Acesso em: 20 Jun. 2014.

5. ANEXOS

ANEXO 1

Portaria n º 38, de 13 de de janeiro 1998

A Secretaria de Vigilância Sanitária, do Ministério da Saúde, no uso de suas atribuições legais, considerando:

a necessidade de constante aperfeiçoamento das ações de controle sanitário na área de alimentos visando a proteção à saúde da população e a necessidade de fixar a identidade e as características mínimas de qualidade a que devem obedecer os ADOÇANTES DE MESA;

a necessidade de normatizar o uso dos "Adoçantes" quanto à denominação e rotulagem; resolve:

Art. 1º Aprovar o Regulamento Técnico referente a Adoçantes de Mesa, constante do anexo desta Portaria.

Art. 2º As empresas têm o prazo de 180 (cento e oitenta) dias, a contar da data da publicação deste Regulamento, para se adequarem ao mesmo.

Art. 3º O descumprimento aos termos desta Portaria constitui infração sanitária sujeita aos dispositivos da Lei nº 6.437, de 20 de agosto de 1977 e demais disposições aplicáveis.

Art. 4º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação, ficando revogadas as disposições em contrário, em especial a Portaria SNVS/MS nº 25/88.

MARTA NÓBREGA MARTINEZ

ANEXO

REGULAMENTO TÉCNICO PARA FIXAÇÃO DE IDENTIDADE E QUALIDADE DE ADOÇANTES DE MESA

1. ALCANCE

1.1. Objetivo

Fixar a identidade e as características mínimas de qualidade a que devem obedecer os Adoçantes de Mesa.

1.2. Âmbito de Aplicação

Este regulamento aplica-se aos produtos que venham a substituir os açúcares quanto à propriedade de conferir sabor doce.

Excluem-se deste regulamento as matérias-primas alimentares e os edulcorantes permitidos pela legislação, quando comercializados isoladamente, sem misturas.

2. DESCRIÇÃO

2.1. Definição

Adoçantes de Mesa são os produtos especificamente formulados para conferir o sabor doce aos alimentos e bebidas.

2.2. Designação:

2.2.1. O produto é designado genericamente como "Adoçante de Mesa".

2.2.2. Quando o produto for formulado para dietas com restrição de sacarose, frutose e glicose (dextrose), para atender às necessidades de pessoas sujeitas à restrição de ingestão desses açúcares, são designados como "Adoçante Dietético", os quais devem atender também aos dispositivos do Regulamento Técnico para Alimentos para Fins Especiais.

3. REFERÊNCIAS

3.1. CEE: Commission Directive 94/35/EC - Sweeteners

3.2. Austrália: Standard A 8, de janeiro de 1994.

4. COMPOSIÇÃO E REQUISITOS

4.1. Os adoçantes podem conter e ser formulados à base de edulcorantes naturais e ou artificiais permitidos pela legislação.

4.2. É permitida a utilização de veículo(s) constante(s) do Anexo A.

4.3. Para efeito deste regulamento, entende-se como veículo (excipiente ou diluente ou solvente) o produto utilizado na formulação dos adoçantes com as propriedades de conferir volume e ou proporcionar diluição à concentração conveniente, facilitando o seu uso.

4.4. Os adoçantes podem ser comercializados e apresentados sob as formas de tabletes, comprimidos, grânulos, pós, aerados (expandido) ou líquidos.

4.5. Os adoçantes somente podem ser comercializados pré-embalados, sendo vedada a venda a granel ao consumidor final.

5. ADITIVOS E COADJUVANTES DE TECNOLOGIA

É permitida a utilização de aditivos e coadjuvantes de tecnologia de acordo com a legislação específica.

6. CONTAMINANTES

6.1. Resíduos de agrotóxicos

Devem estar em consonância com os níveis toleráveis nas matérias-primas empregadas, estabelecidos pela legislação específica.

6.2. Contaminantes inorgânicos

Devem obedecer aos limites estabelecidos pela legislação específica.

7. HIGIENE

Os Adoçantes devem ser preparados, manipulados, processados, acondicionados e conservados conforme as Boas Práticas de Fabricação (BPF), atender aos padrões microbiológicos, microscópicos e físico-químicos estabelecidos pela legislação específica.

8. ROTULAGEM

Os Adoçantes devem atender às normas de rotulagem em geral. Quando qualquer informação nutricional complementar for utilizada, deve estar de acordo com as normas de Informação Nutricional Complementar específica. Devem constar ainda:

8.1. No painel principal

8.1.1. Designação do adoçante conforme item 2.2.

8.1.2. A informação: "Contém edulcorante(s) natural(is) (ou artificial(is)).....", seguida do nome do(s) edulcorante(s).

8.2. Nos demais painéis:

8.2.1. A informação em destaque e em negrito: "Diabéticos: contém g de " (sacarose, glicose (dextrose) ou frutose, quando for o caso) nas medidas práticas usuais, tais como, gotas, colher de café, envelope, ou outras.

8.2.2. A informação em destaque e em negrito: "contém fenilalanina", para os adoçantes aos quais for adicionado aspartame.

8.2.3. A declaração, por extenso, da classe e do nome genérico do(s) aditivo(s) intencional(is), com exceção dos edulcorantes, que já constam no painel principal.

8.2.4. O valor energético, expresso em quilocalorias, de medidas práticas usuais, tais como, gotas, colher de café, colher de chá, envelope, tabletes, e a equivalência de seu poder adoçante em relação ao da sacarose

8.2.5. As informações impressas em relevo na embalagem devem ser legíveis.

9. PESOS E MEDIDAS

Devem atender à legislação específica.

10. REGISTRO

10.1. Os adoçantes estão sujeitos aos mesmos procedimentos administrativos exigidos para o registro de alimentos em geral.

ANEXO A

VEÍCULOS

Água
Álcool etílico
Amidos
Amido modificado
Dextrinas
Dextrose
Fruto-oligossacarídeos
Frutose
Glicerina ou glicerol
Isomalte
Lactose
Maltitol e seu xarope
Maltodextrina
Manitol
Polidextrose
Polietileno glicol
Propileno glicol
Sacarose
Sorbitol pó ou solução

ANEXO 2

Adoçantes de Mesa e Adoçantes Dietéticos

Tabela 8 – Edulcorantes e suas Características							
Nome do Edulcorante	Característica de cada Edulcorante	Sabor	Poder Adoçante	Quantidade equivalente a 1 colher de sopa de açúcar	Calorias (kcal/g)	Tipo	Ingestão Máxima/dia (mg/kg de peso corporal)
Acessulfame K	Estável em altas temperaturas é muito utilizado em bebidas, chocolates, geléias, produtos lácteos, gomas de mascar e panificação	Sem sabor residual tem doçura de fácil percepção	200 vezes maior que a sacarose (açúcar)	24mg	zero	Artificial, derivado de ácido acético	9 a 15 mg/kg
Aspartame	Não pode ir ao fogo porque perde o poder de adoçar. Boa dissolução em líquidos quentes	É o mais parecido com o açúcar	200 vezes maior que a sacarose (açúcar)	24mg	4	Artificial. Combina os aminoácidos fenilalanina e ácido aspático	40 mg/kg
Ciclamato	Pode ir ao fogo porque não perde o seu poder de adoçar, em alta temperatura	Possui sabor residual acredoce ou doceazedo	40 vezes maior que o açúcar	121,5mg	zero	Artificial. Derivado do petróleo	11 mg/kg
Sacarina	Pode ir ao fogo porque mantém seu poder de adoçar, em alta temperatura	Deixa gosto residual doce metálico	300 vezes maior que o açúcar	16mg	zero	Artificial. Derivado do petróleo	5 mg/kg
Stévia	Pode ir ao fogo e realça o sabor dos alimentos	Sabor residual semelhante ao do alcaçuz	300 vezes maior que o açúcar	16mg	zero	Natural. Extraído de planta	5,5 mg/kg
Frutose	Não deve ir ao fogo porque derrete, porém mantém o poder de adoçar. Carameliza junto com outros adoçantes e pode dar corpo à receita	Sabor semelhante ao açúcar porém um pouco mais doce	170 vezes maior que o açúcar	½ colher de sopa	4	Natural das frutas e mel	Não estabelecido
Lactose	É utilizado para reduzir a potencialização de outros adoçantes. Não adoça quando vai ao fogo	Parecido com o açúcar porém um pouco mais doce	0,15 vezes maior que o açúcar	7/8 de colher de sopa	4	Natural. Extraído do leite	Não estabelecido
Manitol	Estável em altas temperaturas Apresenta ção somente em uso industrial, geralmente associado ao sorbitol em bebidas, biscoitos, balas e chocolates	Sabor levemente refrescante	0,45 vezes menor que o açúcar		2,4	Natural. Encontrado em frutas e algas marinhas	50 a 150 mg/kg
Sorbitol	Não adoça quando vai ao fogo.É misturado a outros adoçantes para dar brilho e viscosidade a certas receitas	Sabor levemente refrescante parecido com o açúcar porém, um pouco mais doce	0,5 vezes menor que o açúcar	2 colheres de sopa	4	Natural. Extraído das frutas	Não estabelecido
Xilitol	São utilizados por indústrias na fabricação de produtos dietéticos e de goma de mascar				4 kcal/g	Natural. Extraído da xilose	Não estabelecido
Sucralose	Resiste bem a altas temperaturas	Parecido com açúcar, não deixa gosto residual	600 a 800 vezes maior que o açúcar	6g	zero	Artificial. Feito a partir de molécula do açúcar de cana modificado em laboratório	15 mg/kg
Maltodextrina	Não adoça quando vai ao fogo. Misturado a outros adoçantes dá corpo à receita	Parecido com o açúcar porém um pouco mais doce	1,5 vezes maior que o açúcar	2/3 de colher de sopa	4 kcal/g	Natural. Extraído do milho	Não estabelecida