



Fundação Educacional do Município de Assis
IMESA - Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis

ANDRÉ LUÍS SCALADA

**PIRODEXTRINAS:
RESULTADO DA HIDRÓLISE ÁCIDA DO AMIDO**

Assis
2013

ANDRÉ LUÍS SCALADA

PIRODEXTRINAS:
RESULTADO DA HIDRÓLISE ÁCIDA DO AMIDO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Química Industrial do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e a Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, como requisito parcial a obtenção do Certificado de Conclusão.

Orientador: Prof.^a. Elaine Amorim Soares Menegon

Área de concentração: Química

Assis
2013

FICHA CATALOGRÁFICA

SCALADA, André Luís.

Pirodextrinas: Resultado da Hidrólise Ácida do Amido./ André Luís Scalada.Fundação Educacional do Município de Assis- SP,2013, 49p.

Orientador: Elaine Amorim Soares Menegon

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA.

1.Pirodextrinas. 2.Amido.

CDD: 660
Biblioteca da FEMA

**PIRODEXTRINAS:
RESULTADO DA HIDRÓLISE ÁCIDA DO AMIDO**

ANDRÉ LUÍS SCALADA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis como requisito do Curso de Graduação analisado Pela seguinte comissão examinadora:

Orientadora: Prof.^a. Elaine Amorim Soares Menegon

Analizador: Rosângela Aguilar da Silva

Assis
2013

DEDICATÓRIA

Dedico e agradeço este trabalho a todos que me apoiaram e me deram tanta força nos momentos mais difíceis da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo que conquistei até agora, mas peço a Ele para me dar sabedoria para conquistar muito mais.

A professora Elaine Amorim Soares Menegon pela orientação e pelo constante estímulo transmitido durante o trabalho.

Quero agradecer a muitos amigos que fiz na faculdade e que até hoje mantenho amizadepois quem caminha sozinho pode até chegar mas rápido, mas aquele que vai acompanhado dos amigos, com certeza vai mais longe.

A natureza nos uniu em uma imensa família, e devemos viver nossas vidas unidas, ajudando uns aos outros, agradeço a minha irmã Lisnara, a minha mãe Adalgisa pela ajuda e apoio dado até hoje nas horas difíceis.

O conhecimento torna a alma jovem e diminui a amargura da velhice. Colhe, pois, a sabedoria. Armazena suavidade para o amanhã.

Leonardo da Vinci

RESUMO

Da mandioca é extraído o amido, conhecido como fécula, polvilho doce ou azedo. É um pó fino, branco, inodoro, insípido e produz ligeira crepitação quando comprimido com os dedos. O amido é a principal substância de reserva em plantas, é formado de amilose e amilopectina. Tem grande aplicação nas indústrias alimentícias, têxtil e química. Os amidos modificados surgiram da necessidade específica da indústria que não podiam ser atendidas como o uso de amidos "in natura". A pirodextrina é um amido modificado obtido da torrefação do amido com adição de ácidos, que tem grande aplicação industrial. O objetivo deste trabalho foi a obtenção da pirodextrina a partir da hidrólise ácida do amido de mandioca. O amido foi colocado em reatores pré-aquecidos de 1300kg e, mantidos a temperatura de 100 °C por 4 horas. Foram analisados os parâmetros de solubilidade e viscosidade na pirodextrina obtida. O método de hidrólise ácida foi eficiente na obtenção da pirodextrina, que apresentou 600 cps de viscosidade e 98% de solubilidade. Esta pirodextrina possui características tecnológicas de interesse nas indústrias de papel, de celulose e de cartonagem.

Palavras-chave: 1. Mandioca; 2. Amido; 3. Pirodextrinas.

ABSTRACT

The cassava starch is extracted, known as fermented cassava starch starch, sweet or sour. It is a fine, white powder, odorless, tasteless and produces slight crackling when compressed with your fingers. The starch is the main substance of booking in plants, is formed of amylose and amylopectin. Has great application in food industries, textile and chemical. The modified starches have originated from the need of specific industry that could not be answered as the use of starches "in natura". The pyrodextrin is a modified starch obtained from the roasting of starch with the addition of acids, which has wide industrial application. The objective of this work was to obtain pyrodextrin from acid hydrolysis of cassava starch. The starch was placed in reactors pre-heated to 1300kg, and kept at a temperature of 100Å°C for 4 hours. The following parameters were analyzed for solubility and viscosity in pirodextrina obtained. The acid hydrolysis method was efficient in obtaining pyrodextrin, who presented 600 cps viscosity and 98% of solubility. This pyrodextrin has technological characteristics of interest in the industries of paper, pulp and cardboard.

Keywords: 1. Cassava; 2. Starch; 3. Pyrodextrin

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	–Estrutura da Dextrina.....	27
Figura 2	– Monossacarídeo composto com 3 carbonos.....	35
Figura 3	– Fécula com pH 3,2.....	42
Figura 4	– Pirodextrina já convertida na dextrinação do amido.....	42
Figura 5	– Solubilidade da pirodextrina resultado 98%.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	-Modificação, objetivo e tratamentos do amido.....	18
Tabela 2	- Classe de ingredientes e nome genérico de amidos para uso alimentar.....	21
Tabela 3	- Limites autorizados para amidos modificados.....	22
Tabela 4	- Resultados das Análises.....	41

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	14
2.	AMIDOS MODIFICADOS.....	16
3.	LEGISLAÇÕES DE AMIDOS MODIFICADOS.....	20
3.1	CARACTERÍSTICAS DE IDENTIFICAÇÃO.....	23
4.	PIRODEXTRINAS.....	25
4.1	DEXTRINA: CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES.....	26
4.2	HIDRÓLISE DO AMIDO.....	27
4.3	PROCESSO QUÍMICO E FÍSICO QUÍMICOS DE OBTENÇÃO.....	28
4.3.1	Via seca.....	28
4.3.2	Via úmida.....	29
4.4	TRATAMENTOS DE AMIDOS PARA FABRICAÇÃO DE PIRODEXTRINA.....	30
5.	CONSTATAÇÃO DE AMIDO EM ALIMENTOS PARA APLICAÇÃO NO ENSINO.....	33
5.1	CARBOIDRATOS.....	33
5.1.1	Conceitos Gerais.....	34
5.1.2	Monossacarídeos.....	35
5.2	AULA PRÁTICA.....	37
6.	MATERIAS E MÉTODOS.....	39
6.1	MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	39
6.2	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	39
6.2.1	Obtenção da pirodextrina.....	39
6.2.2	Análise de viscosidade da Pirodextrina.....	40
6.2.3	Análise de solubilidade da Pirodextrina.....	40
7.	RESULTADOS.....	41

8.	CONCLUSÃO.....	44
9.	REFERÊNCIAS.....	45

1. INTRODUÇÃO

A mandioca é uma planta nativa da América, possivelmente do Brasil, que já tinha importante papel na cultura indígena antes mesmo da chegada dos primeiros portugueses, chega agora ao século XXI ganhando novas aplicações e cada vez mais mercados (VALLE, 2005).

Da mandioca é extraído o amido, conhecido como fécula, polvilho doce ou azedo, é um pó fino, branco, inodoro, insípido e produz ligeira crepitação quando comprimido entre os dedos. É um polissacarídeo, da família química dos carboidratos; formado por cadeias lineares (amilose) e cadeias ramificadas (amilopectina) (VALLE, 2005).

As principais fontes comerciais de amido são o milho, mandioca, batata e o trigo. A composição de cada material varia de acordo com alguns fatores como: idade, solo, variedade e o clima. Independentemente da fonte, todos os amidos ocorrem na natureza como minúsculos grânulos, cada um com suas características inerentes como tamanho e forma (CEREDA, 2002).

Pela legislação brasileira (Brasil, Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005) o carboidrato extraído de tuberosa é denominado fécula. É de fácil extração e purificação e sua utilização no setor alimentar e industrial tem aumentado (CEREDA, 2002).

Qualquer que seja o processo de produção de fécula de mandioca, a tecnologia empregada, consiste das etapas de lavagem e descascamento das raízes, ralação para a desintegração das células e liberação dos grânulos de amido, separação das fibras e do material solúvel e finalmente a secagem (WOSIACHI; CEREDA, 1985).

Segundo Lebourg (2000) o balanço de massa em uma fecularia brasileira que processa em torno de 200 t de raízes/dia é 254,7kg de fécula e 928,6kg de farelo úmido (cerca de 85% umidade) para cada tonelada de raiz de mandioca processada (LEBOURG, 2013).

O processo para fabricação do amido tem como objetivo obter um produto com alto grau de pureza devendo apresentar baixos conteúdos de proteínas, lipídios, cinzas e

fibras. As condições empregadas no processo podem variar de acordo com a espécie de amido e sua fonte botânica, e devem evitar ao máximo o quebra mecânica ou a modificação enzimática do grânulo (MARQUES,1989).

A procura por amido de qualidade cresceu e foi se aperfeiçoando nos últimos anos, levando à busca de produtos com características específicas que atendam as exigências dos clientes. A fabricação de amidos modificados é uma alternativa que vem sendo desenvolvida há algum tempo; entretanto, a possibilidade de introduzir novas matérias-primas como fonte de amidos com características interessantes industrialmente, vem despertando o interesse das industriais da área, pois proporcionaria um crescimento diferenciado em nível mundial (SILVA et al 2006).

A fécula para se tornar pirodextrina é submetida a um processo de hidrólise, que divide as longas cadeias moleculares do amido. O material resultante é a pirodextrina, um carboidrato simples com peso molecular baixo que tem diferentes propriedades dependendo da sua composição química, o seu uso pode ser visto na adesividade(rótulos) e excelente capacidade de formar filme (CARGILL, 2013).

O objetivo deste trabalho foi à obtenção da pirodextrina a partir da hidrólise ácida do amido da mandioca.

2. AMIDOS MODIFICADOS

A Norma Técnica da ANVISA (Resolução RDC n 263, de 22 de setembro de 2005), que aprova a regulamentação técnica para produtos de cereais, amidos e farinhas, traz a definição de amido e fécula. Amido é o produto amiláceo extraído das partes aéreas comestíveis dos vegetais (sementes, frutos etc.). Fécula é o produto amiláceo extraído das partes subterrâneas comestíveis dos vegetais (tubérculos, raízes e rizomas). O produto deverá ser designado amido ou fécula, seguido do nome do vegetal de origem, tais como: amido de milho, fécula de batata. Estes amidos e féculas são chamados de amidos naturais ou nativos.

Os amidos naturais são usados principalmente nas indústrias de alimentos, de papel e de cartonagem. As indústrias de fermentação, farmacêutica, química, de cosméticos, de fundição de mineração são responsáveis por uma pequena parcela do consumo de amido. No Brasil, os amidos modificados são usados principalmente na indústria papelreira, com quantidades menores destinadas aos setores alimentícios e têxteis (CEREDA; VILPOUX, 2003).

As modificações devem ser sempre consideradas em relação às propriedades físicas ou químicas dos amidos naturais ou nativos, dos quais são derivados. Segundo a National Starch & Chemical (1997), os grânulos não modificados do amido nativo hidratam facilmente, intumescem rapidamente, rompem-se, perdem viscosidade e produzem uma pasta pouco espessa, bastante elástica e coesiva.

Frequentemente os amidos nativos ou naturais não são os mais adequados para processamentos específicos. As modificações do amido nativo são feitas para proporcionar produtos amiláceos com as propriedades necessárias para usos específicos. As várias formas de se conseguir modificar os amidos nativos são de alterar uma ou mais das seguintes propriedades: temperatura de pasta, relação sólidos/viscosidade, resistência das pastas de amido à quebra de viscosidade por ácidos, calor e ou agitação mecânica (cisalhamento), tendência de retrogradação, caráter iônico e hidrofílico (SWINKELS, 1996). A modificação dos amidos nativos é

um fator importante para proporcionar propriedades funcionais de espessamento, gelificação, adesão e/ou formação de filmes. A National Starch & Chemical (1997) cita também que a modificação de amidos permite melhorar a retenção de água, aumentar a estabilidade, melhorar a sensação ao paladar e brilho, gelificar, dispersar ou conferir opacidade.

Segundo Bemiller (1997), as razões pelas quais os amidos são modificados são:

- Modificar as características de cozimento (gelificação);
- Diminuir a retrogradação;
- Reduzir a tendência de gelificação das pastas;
- Aumentar a estabilidade das pastas ao resfriamento e congelamento;
- Aumentar a transparência das pastas e géis;
- Melhorar a textura das pastas ou géis.
- Melhorar a adesão entre superfícies diferentes, como no caso da aplicação em papel.

A modificação do amido nativo pode envolver alterações físicas, degradação controlada e/ou a introdução de radicais químicos. Algumas características dos amidos nativos são retidas durante os tratamentos de modificação (SWINKELS, 1996).

A Tabela 1 lista as modificações, objetivo e tratamentos do amido.

Tipo de Modificações	Objetivo principal	Tratamento/Processo
1- Pré-gelatinizado	Dispersão em água fria	Drum-drying
2-Baixa viscosidade	Reduzir a viscosidade	Possibilidade de extrusão dos amidos tipos a, b, c, d.
A- Dextrinas da viscosidade	<ul style="list-style-type: none"> • Variação na estabilidade • Alta tendência de formar gel 	<ul style="list-style-type: none"> • Calor seco com ácido • Hidrólise ácida (suspensão)
B- Acido-modificado	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar a estabilidade ou pasta 	<ul style="list-style-type: none"> • Oxidação (suspensão)
C- Oxidado da viscosidade	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa viscosidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Amilase (pasta)
D- Com enzimas		
3- Crosslinked de cozimento	Modificações das características	Crosslinking (suspensão)
4- Estabilizado da viscosidade	Aumentar a estabilidade	Esterificação, Eterificação
5- Combinações de modificações	Combinação dos objetivos 1, 2,3 e/ou 4.	Combinação de tratamentos 1,2,3 ou 4
6- Açúcares	Aumentar a doçura	Ácido e/ou enzimas

Tabela 1: Modificação, objetivo e tratamentos do amido (SWINKELS, 1996).

Existem várias formas para classificação das modificações do amido. Uma separa as modificações entre físicas e químicas, outra entre reações degradativas e não degradativas. As reações degradativas alteram a estrutura física e química do amido, de forma que suas propriedades não são mais reconhecidas. A reação para formação do complexo com iodo é alterada de forma que o produto passa de azul (amido nativo) a violeta (pirodextrinas) ou a incolor (hidrolisados). Outras características aparecem, como a doçura no caso dos hidrolisados. Nas reações não

degradativas a aparência e até algumas características da estrutura física e química do amido é mantida, de forma que pode ser difícil de reconhecer se o amido foi ou não modificado (SINGH, et al, 2007).

As propriedades e composição diferencial dos vários amidos nativos estão claramente presentes nos seus amidos modificados: composição química, temperatura de pasta, transparência da pasta, tendência a retrogradação, propriedades de filmes, solubilidade, adesividade e propriedades de aplicação (SWINKELS, 1996).

Por esta razão é muito importante conhecer a fundo as características dos amidos nativos, antes de modificá-los. Entre os amidos nativos obtidos de matérias-primas Latino-Americanas, apenas a mandioca é bem conhecida e assim mesmo, apenas a fécula de algumas variedades comerciais são possíveis de modificações. (SWINKELS, 1996).

No Brasil, pouco tem sido feito pelo desenvolvimento de amidos modificados para plantas nativas do país, o que se explica pelo alto custo da pesquisa. Como consequência, o número de produtos disponíveis no mercado é muito pequeno, pois em geral as empresas produtoras de fécula não investem no desenvolvimento, preferindo adquirir pacotes prontos de tecnologia que já caíram em domínio público ou se associar com empresas de maior porte, que dominam essas tecnologias. Como resultado, os amidos modificados mais comuns são: pré-gelatinizados, pirodextrinas, ácido-modificados, catiônicos, oxidados e cross-linked, todos esses amidos modificados simples (FRANCO et al, 2001).

3. LEGISLAÇÕES DE AMIDOS MODIFICADOS

A legislação brasileira que regulamenta amidos modificados é a Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005 (ANVISA, 2005). Segundo informações da ABIA (Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação), as normas do MERCOSUL para Legislação em alimentos são regidas por decisões do Grupo Mercado Comum, publicadas no Brasil e demais países nas respectivas impressas oficiais. Sobre uso de amido em alimentos, estão em vigência as normas citadas na Resolução MERCOSUL/GMC/Res Nº 106/94. Considerando a necessidade de estabelecer as características que devem cumprir os amidos a serem utilizados na indústria de alimentos, no que concerne o intercâmbio comerciais MERCOSUL, o grupo mercado comum resolveu:

- Art.1 - Os amidos modificados quimicamente são considerados como ingredientes e serão mencionados na lista ingredientes como amidos modificados.
- Art.2-Os amidos nativos e os amidos modificados por via física ou enzimática serão mencionados na lista de ingredientes como amidos.
- Art.3- Os amidos modificados quimicamente, se utilizados pela indústria alimentar, deverão obedecer a especificações estabelecidas pelo Food Chemical Codex, Edição 1981. A Resolução entrou em vigor em 1 de Janeiro de 1995 (MERCOSUL, 1994).

Segundo a ANVISA (RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002), é necessário informar no rótulo dos alimentos a adição de amidos, como mostrado na tabela 2.

Classe de ingredientes	Nome genérico
Amidos nativos e amidos modificados por via enzimática ou física	Amidos
Amidos modificados quimicamente	Amidos modificados

Tabela 2 - CLASSE DE INGREDIENTES E NOME GENÉRICO DE AMIDOS PARA USO ALIMENTAR (SWINKELS, 1996).

Esta mesma portaria, traz a definição de:

- Ingrediente é toda a substância, incluídos os aditivos alimentares, que se emprega na fabricação ou preparo de alimentos e que está presente no produto final em sua forma original ou modificada;
- Componente é toda substância que faz parte de um ingrediente;
- Matéria-prima é toda substância que para ser utilizada como alimento, necessita sofrer tratamento e/ou transformação de natureza física, química ou biológico;
- Aditivo alimentar é qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento. Essa definição não inclui os contaminantes ou substâncias nutritivas que sejam incorporadas ao alimento para manter ou melhorar suas propriedades nutricionais.

A Portaria da ANVISARDC 42 de 20 de agosto de 2013, dispõe sobre o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre limites máximos de contaminantes inorgânicos em

alimentos, tem por finalidade fixar as características de identidade e qualidade a serem atendidas pelos amidos modificados.

- Modificação por meios físicos: compreende qualquer tratamento de amido sob ação do calor, pressão ou mecânica, no estado seco ou úmido, inclusive fracionamento.
- Modificação por meios enzimáticos: compreende qualquer tratamento de amido, no estado seco ou úmido, em presença de pequenas quantidades de enzimas, a fim de obter produtos solubilizados ou parcialmente hidrolisados.
- Modificação por meios químicos: compreende qualquer tratamento de amido, no estado seco ou úmido, na presença de uma ou mais substâncias químicas que venham a ser expressamente autorizadas pela Comissão de Normas e Padrões Alimentares.

Os amidos modificados devem respeitar a legislação específica (Tabela 3).

Componente	Limites
Dióxido de enxofre	Máximo de 80 mg/kg
Cinza	Máximo de 2%
Aroma e sabor	Próprios
Proteína	Máximo de 0,5% (Fator 6,25)
Gordura	Máximo 0,15% (extração com tetracloreto de carbono).

**TABELA 3 – LIMITES AUTORIZADOS PARA AMIDOS MODIFICADOS
(SWINKELS, 1996).**

A portaria da ANVISA (RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002), caracteriza também os amidos quimicamente modificados em função da identificação e da pureza, cujas normas são apresentadas a seguir.

3.1 CARACTERÍSTICAS DE IDENTIFICAÇÃO

Os amidos modificados podem ser identificados segundo os critérios seguintes (ANVISA, RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002):

A. Em água fria, os amidos modificados são insolúveis, exceto se forem pré-gelatinizados. Em água quente formam um coloide típico com propriedades viscosas. Em etanol são insolúveis.

B. Amidos quimicamente tratados, que não tenham sido pré-gelatinizados, não devem ter alterado sua estrutura granular e podem ser identificados microscopicamente como grânulo de amido. Formato, tamanho e por vezes as estrias são características da origem botânica. Em luz polarizada, sob Nicóis cruzados, poderá ser observada polarização cruzada típica de cada espécie.

C. Na adição de gotas de solução 0,1 M de iodo- iodeto de potássio (KI) a uma suspensão aquosa do produto ocorre reações coradas idênticas às dos amidos nativos. A cor pode variar do azul escuro ao vermelho.

D. Na fervura de 2,5 g de amido quimicamente tratado com 100 mL de solução de HCl a 3% (p/p) sob-refluxo durante 3 horas, deve ser constatada presença de glicose. A glicose pode ser identificada no hidrolisado da maneira usual, ou seja, pela determinação como açúcares redutores. Tiras de papel quimicamente tratadas como as usadas para determinação de açúcar no sangue podem ser usadas para identificação dos açúcares.

Os amidos quimicamente tratados são diferenciados segundo o tipo de tratamento ao qual foram submetidos, obedecidas às técnicas analíticas recomendadas pela FAO – Food and Agriculture Organization e OMS – Organização Mundial de Saúde, pelo Comitê Misto de Peritos em Aditivos Alimentares (13º Relatório do Comitê da OMS/ Food Add. 170.37).

4. PIRODEXTRINAS

Segundo Swinkels (1996) as pirodextrinas são produtos elaborados por torrefação de amido. Considera-se que sua descoberta foi puramente acidental. Em Setembro de 1821 um incêndio destruiu uma indústria têxtil perto de Dublin na Irlanda. Fécula de batata estava estocada nas adjacências do prédio que foi parcialmente destruído pelo fogo. O pó de cor castanho-avermelhada, que foi encontrado depois do incêndio, mostrou ser solúvel em água, formando-se uma solução pegajosa. Observou-se que o mesmo resultado podia ser obtido aquecendo o amido em um tacho metálico. (SWINKELS, 1996).

Este tipo de pirodextrina é chamada de British gum. Mais tarde, em 1833, a torrefação do amido em presença de ácido sulfúrico foi investigada por Biot e Persoz, citados por Swinkels (1996), que examinaram o produto pegajoso obtido e lhe deram o nome de pirodextrina, em razão de sua separação em função do ângulo de rotação ótica. (SWINKELS, 1996).

Dextrinização é, portanto o processo de torrefação do amido seco, adicionado de pequenas quantidades de ácidos. O amido nativo (10 a 20% de umidade) é agitado com quantidades adequadas de ácido, em geral ácido clorídrico. (SWINKELS, 1996).

A etapa seguinte do processo consiste em reduzir o teor de umidade do amido para cerca de 5 a 12% (pirodextrinas brancas) ou abaixo de 5% para as pirodextrinas amarelas. Durante o processo de dextrinização o amido é primeiramente hidrolisado ao acaso em fragmentos menores. Posteriormente esses fragmentos podem se agrupar proporcionando as estruturas em forma de pincel que caracterizam as dextrinas amarelas (SWINKELS, 1996).

Swinkels (1996) relata que pirodextrinas podem ser fabricadas de qualquer amido nativo comercial, entretanto a facilidade de conversão e qualidade das dextrinas varia com o tipo de amido nativo. A manufatura de pirodextrinas de melhor qualidade exige amido também de qualidade elevada, com baixos teores de proteínas,

gorduras e outras impurezas. Féculas de batata e mandioca apresentam melhor conversão e rendimento, produzindo pirodextrinas de excelente dispersão, estabilidade e aderência. (SWINKELS, 1996).

Dispersões de pirodextrinas de amido de milho não apresentam a mesma claridade que as de batata e mandioca e tendem a se tornar rapidamente mais espessas no armazenamento. As pirodextrinas amarelas são as de menor viscosidade entre os amidos despolimerizados. Seu grau de polimerização (GP) está na faixa de 20 a 50. Devido ao baixo GP é possível elaborar pastas e suspensões bastante fluídas contendo mais de 65% de sólidos (SWINKELS, 1996).

As dextrinas apresentam muitas aplicações na área alimentícia. Seu uso mais comum é como adesivo para cartonagem, envelopes selos. Servem também para dar brilho e cereais beneficiados e em decoração de cerâmica, além dos usos de indústria têxteis de produtos farmacêuticos. Na área alimentar, as dextrinas entram no preparo de alimentos, como agente espessante e aplicações em cervejaria, panificações, sucos e bebidas à base de cacau, licores destilados, produtos de confeitarias, etc (SWINKELS, 1996).

4.1 DEXTRINA: CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES

É comum serem utilizadas como adesivos, agentes espessantes e substitutos de gomas naturais. Nem todas as formas de pirodextrinas são digeríveis, essas formas não digeríveis são usadas como complemento de fibras alimentares. A maltodextrina é usada como aditivo alimentar e é altamente digerível, sendo absorvida tão rapidamente quanto à glicose. Alimentos com maltodextrina podem conter traços de aminoácidos, incluindo ácido glutâmico como subprodutos.

Processos enzimáticos dão origem as dextrinas, maltose e glicose, açúcares mais ou menos complexos, com diferentes graus de doçura e aderência. As dextrinas são as bases para fabricação de colas e a maltose e glicose são versáteis, sendo usadas em alimentos e bebidas, fermentadas ou não.

A figura 1 mostra a estrutura da Dextrina.

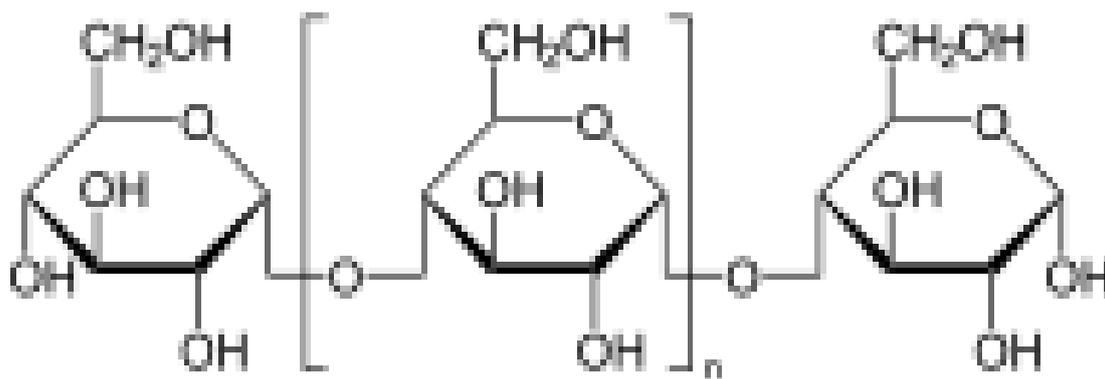


Figura 1: Estrutura da Dextrina (SWINKELS, 1996).

4.2 HIDRÓLISE DO AMIDO

A hidrólise de amido é realizada comumente por duas vias: enzimática e química. A hidrólise por via enzimática permite, com o uso de uma mesma linha de produção, a fabricação de uma ampla quantidade de hidrolisado, enquanto por via ácida, somente a produção de glicose e pirodextrina é possível (ALMEIDA, 2009).

A hidrólise ácida do amido ocorre quando uma alta concentração de amido (30-40g/100g de sólidos) é tratada com ácido sob temperatura inferior aquelas de gelatinação (30-60 °C) durante uma ou mais horas de reação (SANDHU et al., 2007).

Este tipo de hidrólise do amido depende da consistência do grânulo, temperatura, duração da hidrólise e acidez do meio. O primeiro estágio da hidrólise é a formação de D-glucose, maltotriose e maltose. A hidrólise ácida do amido diminui a massa do polissacarídeo inicial, aumentando conseqüentemente os grupos aldeídos livres, sendo que o amido que foi hidrolisado, não apresenta mudança significativa em sua forma granular (MUCCILLO, 2009).

De forma geral, quando o tempo de reação da hidrólise é aumentado, a zona cristalina do amido é aumentada, enquanto seu conteúdo de amilose é reduzido (SANDHU et al., 2007).

A hidrólise química do amido é bastante utilizada no Brasil, em razão do seu baixo investimento. Seu principal produto é a pirodextrina. Além da pirodextrina, a hidrólise ácida permite a produção de glicose. Este tipo de processo é utilizado nas empresas brasileiras para produção de xarope de glicose. A hidrólise do amido tem por base o fato de que a ligação glicídica é estável em minerais ou enzimas específicas, o resultado é um fracionamento do polímero com liberação de moléculas menores. Esse processo é chamado hidrólise e se for completa, dará origem apenas a glicose (SWINKELS, 1996).

4.3 PROECESSO QUÍMICO E FÍSICO QUÍMICOS DE OBTENÇÃO

O processo físico-químico de obtenção prevê o uso de calor (100 – 120°C) em amido umedecido por solução ácida diluída (1.000 partes de amido, 250 partes de água e duas partes de HCl).

A enzima a ser utilizada pode ser origem vegetal ou microbiana. Uma suspensão de 35 g de amido adicionada na água é submetida ao aquecimento até gelificação. Em seguida é resfriada a 65 – 75 °C e adicionada de cerca de 2% de enzima. Ao final da dextrinização, o material é fervido para inativar as enzimas e depois filtrado, constituindo o xarope de dextrina (SWINKELS, 1996).

Os diferentes processos de produção são descritos a seguir.

4.3.1 Via seca

São utilizados tachos de aço inox, com capacidade de 300 kg, com parede dupla e com aquecimento a vapor, entrada para reagentes, e misturador para material sólido. O amido é utilizado seco, considerando-se 1.000 partes de amido com aproximadamente 12% de umidade, 250 partes de água e 2 partes de HCl. A faixa de temperatura de dextrinização usada é de 100 a 170 °C, e o tempo de reação de 1

a 6 horas. Depois da reação, o amido é moído, peneirado e embalado (MOORTHY, 1994).

Segundo Moorthy (1994), na Índia o amido de mandioca proporciona um adesivo barato, quando preparado na forma de dextrina. As dextrinas de fécula de mandioca apresentam vantagens definidas, como sabor delicado, aroma neutro e de alta extensibilidade, características contrárias às das dextrinas de amidos de mandioca.

Muitas das colas que podem ser re-umidecidas são feitas de dextrinas. Moorthy (1994) preparou dextrinas a partir de amido de mandioca contendo 35% de umidade, misturando com 0,1 parte de ácido fosfórico e 1 parte de uréia. A mistura úmida foi seca sob vácuo até 7% de umidade e misturada com solução a 0,5% de fosfato de cálcio. A suspensão formada foi aquecida a 125°C com agitação e mantida nesta temperatura por uma hora. O produto amarelado, foientão misturado com 4 partes de água e levado a ferver, proporcionando uma pasta transparente que não se sedimentou e permaneceu espessa. Adicionaram fungicidas e bactericidas na amostra obtida. A pasta pode ser convenientemente usada como cola diluída (MOORTHY, 1994).

4.3.2 Via úmida

A elaboração de dextrinas via úmida é feita por processo enzimático. Neste caso a suspensão de amido é gelificada e hidrolisada. Pode ser feita uma suspensão a 35% de peso do amido em água, misturada com 2% de enzima amilolítica, tipo amilase e submetida a um aquecimento de 90 a 100°C até gelificação, durante aproximadamente 10 minutos. Depois de gelificar o amido, a solução é mantida aquecida entre 85 e 95°C no período de 1 a 2 horas. Nesta fase de dextrinização, o pH é ajustado para 5,5 a 6,0. Em seguida a secagem pode ser feita em *Drum Dryer* ou *Spray Dryer* (MOORTHY, 1994).

Outra possibilidade para elaboração de dextrina é fazer uma suspensão com concentração de 8 a 10% de amido, submetida a um tratamento térmico de 80 a 100°C para gelificação, mantendo-se o pH entre 5,5 a 6,0. Depois da dextrinização

com adição de enzima, usa-se um evaporador de múltiplo efeito para aumentar a concentração até pelo menos 20 ° Brix, antes de encaminhar o produto para o Spray Dryer (MOORTHY, 1994).

4.4 TRATAMENTOS DE AMIDOS PARA FABRICAÇÃO DE PIRODEXTRINA

O tratamento de amidos é feito em reatores que suportam até 20 psi de pressão, sob agitação constante. O amido então é transferido para dentro do reator através de uma porta-escotilha, e depois fechado e lacrado, a fim de suportar a pressão. Segundo Moorthy (1994) o tratamento com vapor sob pressão modifica as propriedades do amido. Fécula de mandioca foi submetida a três níveis de tratamentos: 5; 10; 15 psi; e por 6 tempos diferentes: 15; 30; 60; 90; 120; e 150 minutos. O processo usou a autoclavagem das amostras em um recipiente. As amostras ficaram acondicionadas em recipientes abertos de aço inox, cobertos para que a água condensada entrasse em contato com o amido gelificado.

Os resultados mostraram que durante o tratamento, o nível de umidade diminuiu. A quantidade de extremidades redutoras permaneceu praticamente estável, indicando que o polímero de amido não foi rompido com o tratamento. Entretanto houve um leve aumento no valor da alcalinidade nos tratamentos sob alta pressão prolongados por longos períodos. Este fato revela que alguns rompimentos não foram significativos em baixas pressões ou com tempos curtos de tratamento (MOORTHY, 1994).

O “*blue value*”, que indica o teor de moléculas lineares, também se mostrou estável para todos os tratamentos, mostrando que as cadeias laterais de amilopectina não se romperam com o tratamento a ponto de dar origem a moléculas retilíneas. Todos esses fatores confirmam que não ocorreram mudanças na estrutura molecular do amido (MOORTHY, 1994).

A viscosidade da suspensão de amido a 2% apontou uma queda rápida e regular, dependendo das condições de tratamento. Em baixa pressão e curto tempo de

tratamento, a queda foi baixa e o valor de viscosidade permaneceu abaixo dos padrões da ISI- *Indian Standards Institution*, estabelecidos em 44 segundos .

O efeito de tratamento mais intenso foi sobre a viscosidade da pasta. O pico de viscosidade caiu de forma marcante com o aumento da pressão e do tempo de tratamento. Entretanto o tratamento foi efetivo em estabilizar a viscosidade, de forma que se pode afirmar que o tratamento proporcionou amido de baixa viscosidade, porém estável. Com a viscosidade baixa em valores definidos em função da pressão e do tempo de tratamento, é possível preparar amidos em uma viscosidade estabelecida, apenas pela manipulação das condições de processo. O método também tem a vantagem de não envolver qualquer produto químico que possa causar degradação do amido ou dificuldades na purificação do amido obtido. O uso de vapor sob pressão não requer processo mais trabalhoso e é limpo (MOORTHY, 1994).

Segundo Moorthy (1994) o tratamento com vapor sob pressão para amidos de *D.alata* e *D. Rotundata* foi também responsável por redução da viscosidade. As reduções de viscosidade foram diretamente proporcionais à pressão e ao tempo de tratamento. O pico de viscosidade caiu a valores nulos com 15 psi por 60 minutos para amidos das duas espécies. Os espectros infravermelhos de amidos tratados e nativos foram idênticos. O autor informa ainda que quando foi feita a acetilação dos amidos submetidos ao tratamento de vapor sob pressão, apenas uma leve mudança no grau de substituição foi obtido com uso de sistema de anidrido acético alcalino. Isto demonstra que o rearranjo das forças associativas não inibe ou impede a disponibilidade dos radicais hidroxílicos para substituição.

Estudos sobre amidos de *Dioscoreaalata* e *D. rotundata* mostraram que também podem ser modificados com este mesmo tratamento de vapor sob pressão e que o processo proporciona uma boa opção para tratamento de amidos derivados de tuberosas. A estabilidade da pasta de féculas de diferentes variedades de *Dioscoreaalata*, *D.esculenta*, *D.rotundatae* *Amorphophalluspaeonifolius* não variou muito (MOORTHY, 1994).

O tratamento de calor/umidade (vapor com pressão) diminuiu a estabilidade de pasta. A retrogradação observada em níveis elevados de calor/umidade foi tão alta

quanto aquela de géis que permaneceram em repouso por 2 a 3 horas, indicando grande aproximação das moléculas de amido pelo tratamento por pressão e a associação entre elas num fenómeno de retrogradação rápida (MOORTHY,1994).

Lewandowicz et al. (1997), citados por Lewandowicz et al. (2000) observaram que radiações de micro-ondas em féculas de raízes e tubérculos, quando tratadas com umidade inferior a 35% aumentam a temperatura de gelificação, reduzem a solubilidade e mudam a estrutura cristalina do grânulo de amido.

Segundo Lewandowicz et al. (2000), as modificações por radiações de micro-ondas são similares às aquelas ocorridas com tratamento de calor-umidade, onde o amido passa por calor prolongado, em temperatura de 90 a 100°C e umidade insuficiente para poder gelificar. Para evitar a gelificação do amido, o teor de umidade deve ser mantido abaixo de 25-30% (BILIADERIS et al. 1980, citados por LEWANDOWICZ et al. 2000).

Segundo Lewandowicz et al. (2000), a extensão das modificações dos tratamentos por micro-ondas depende não apenas da estrutura cristalina do amido, mas também do teor de amilose.

5. CONSTATAÇÃO DE AMIDO EM ALIMENTOS PARA APLICAÇÃO NO ENSINO

A química é a ciência que estuda a natureza da matéria, suas transformações e a energia envolvida nestes processos. Ao ingressar no ensino médio, o estudante irá aprender algumas ciências separadamente, entre elas a Química, que, assim, pode ser vista com um olhar mais particular do que em séries anteriores quando era tratada por ciências (CLEMENTINA, 2011).

A Química está presente em todos os seres vivos. O nosso corpo sofre várias reações químicas por segundo, o nosso cérebro comanda todas as nossas ações e isto também é Química (MOURA, 2013). As diversas sensações biológicas, como dor, cãibra e apetite, e as diversas reações psicológicas, como medo, alegria e felicidade, estão associadas às substâncias presentes em nosso organismo. O nosso corpo é um verdadeiro laboratório de transformações químicas (CLEMENTINA, 2011).

Sem a química ao nosso redor, é impossível viver. As transformações, as misturas, as soluções. A química está presente em nossa alimentação, a reposição de elementos como o nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio, entre outros, retirados pela ação de chuvas, ventos, queimadas e constantes colheitas, é fundamental para manter a produtividade da terra (MOURA, 2013).

O objetivo da aula prática será a identificação dos carboidratos (amido) nos alimentos que consumidos no nosso dia-a-dia.

5.1 CARBOIDRATOS

A GLICOSE é o carboidrato mais importante. É sob a forma de glicose que a maior parte dos carboidratos da dieta é absorvida pela corrente sanguínea ou é em glicose que o fígado converte os outros açúcares. É a partir de glicose que todos os

carboidratos do organismo são formados Na biosfera, há provavelmente mais carboidratos do que todas as outras matérias orgânicas juntas, graças à grande abundância, no reino vegetal, de dois polímeros da D-glucose, o amido e a celulose (FERNANDES, 2013).O carboidrato é a única fonte de energia aceita pelo cérebro, importante para o funcionamento do coração e todo sistema nervoso (CARBOIDRATO, 2013).

O corpo armazena carboidratos em três lugares: fígado (300 a 400g), músculo (glicogênio) e sangue (glicose) (CARBOIDRATOS, 2013). Os carboidratos evitam que nossos músculos sejam digeridos para produção de energia, por isso se sua dieta for baixa em carboidratos, o corpo faz canibalismo muscular. A glicose é o principal combustível dos tecidos de mamíferos (exceto ruminantes) e o combustível universal dos fetos. A glicose pode ser convertida a outros carboidratos que desempenham funções altamente específicas, por exemplo, (CARBOIDRATOS,USP SÃO CARLOS, 2013):

- Carboidratos;
- Glicogênio – função de armazenamento;
- Ribose – constituinte dos ácidos nucléicos;
- Galactose – constituinte da lactose do leite.
- As doenças associadas aos carboidratos incluem: o diabetes mellitus, a galactosemia, as doenças de armazenamento do glicogênio e a intolerância a lactose.

5.1.1 Conceitos Gerais

Os carboidratos são as biomoléculas mais abundantes na natureza.

Para muitos carboidratos, a fórmula geral é:



daí o nome "carboidrato", ou "hidratos de carbono".

São moléculas que desempenham uma ampla variedade de funções, entre elas:

- Fonte de energia
- Reserva de energia
- Estrutural
- Matéria prima para a biossíntese de outras Biomoléculas.

5.1.2 Monossacarídeos

São os carboidratos mais simples, dos quais derivam todas as outras classes. Quimicamente são aldeídos ou cetonas derivados de poliidroxiálcoois de cadeia linear contendo pelo menos três átomos de carbono. Os mais simples monossacarídeos compostos com no mínimo três carbonos são (CARBOIDRATOS, USP SÃO CARLOS, 2013):

- O Gliceraldeído
- A Dihidroxicetona.

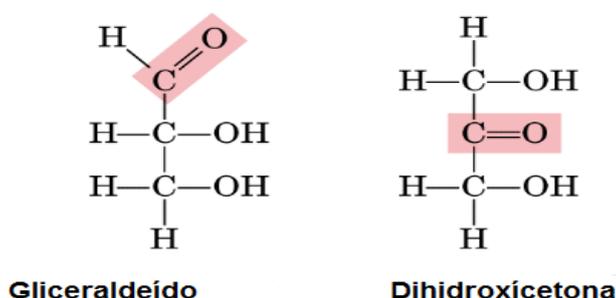


Figura2: Monossacarídeo composto com 3 carbonos.

Feita exceção à dihidroxicetona, todos os outros monossacarídeos - e por extensão, todos os outros carboidratos - possuem centros de assimetria (ou centros quirais). Eles são classificados de acordo com a natureza química de seu grupo carbonila e pelo número de seus átomos de carbono (CARBOIDRATOS, 2013).

- Se o grupo carbonila for de um aldeído, o açúcar será uma ALDOSE.
- Se o grupo carbonila for de uma cetona, o açúcar será uma CETOSE.

A classificação pode ser baseada no número de carbonos de suas moléculas; assim sendo, as TRIOSSES são os monossacarídeos mais simples, seguidos das TETROSES, PENTOSSES, HEXOSSES, HEPTOSSES, etc.

Dentre os monossacarídeos, os mais importantes são as Pentoses e as Hexoses.

– As pentoses mais importantes são:

- Ribose
- Arabinose
- Xilose

– As hexoses mais importantes são:

- Glicose
- Galactose
- Manose
- Frutose

5.2 AULA PRÁTICA

Constatação de amido em alimentos.

Introdução:

O amido é um carboidrato do tipo polissacarídeo e é a principal substância de reserva energética e glicose, em plantas. Ou seja, o amido serve como fonte de glicose para as plantas e para os animais que se alimentam dessas plantas (CARBOIDRATOS, 2013).

A reação que acontecerá nesta aula é da formação do complexo entre iodo e amido. O iodo se ligará ao amido, dando origem a um composto de coloração azul, podendo com uma cor arroxeada (AMIDO, 2013).

Objetivo:

Identificar o amido em certos tipos de alimentos.

Materiais necessários:

- tintura de iodo (indicador)
- pratos ou placas de petri;
- conta-gotas;
- amido de milho mandioca
- alimentos como batata crua, farinha, arroz cru, arroz cozido, pão, frutas, leite e requeijão.

Metodologia:

Em cada placas de petri, colocar uma pequena quantidade de cada alimento. Pingar algumas gotas desta solução em cada um dos alimentos escolhidos. Comparar a coloração de cada uma das amostras com a de sal e a de amido de milho. Como o primeiro não contém amido e, obviamente, o segundo contém ambos servirão como parâmetros indicativos de presença/ausência dessa molécula.

Resultados:

Os alimentos que desenvolveram coloração azul, resultado do complexo formado entre o iodo e o amido, ser aqueles que apresentam amido.

6. MATERIAS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido na empresa HALOTEK FADEL Amidos do Brasil LTDA. Onde os reatores são de 1.300 Kg com capacidade de temperatura de 100°C, e um resfriador com capacidade de 2.600Kg.

6.1 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

- Areômetro Baume (Incoterm 0-100 DIV 1- (56812));
- Agitador mecânico (Quimis, G250 M2);
- Água destilada;
- Balança semi-analítica (Marte, AS 2000C);
- Banho Maria (Quimis, Q218-2);
- Bastão de vidro;
- Béquer de 500 mL;
- Termômetro analítico 100 °C;
- Viscosímetro RVT (Rápido Visco Analisador) (Brookfield, 1).

6.2 MÉTODOS

6.2.1 Obtenção da pirodextrina

Os reatores foram pré-aquecidos e carregados com 1250 Kg de fécula de mandioca. Depois de carregados, foram mantidos a temperatura a 100°C. Foi usado em média para cada reator, 600 mL de HCl 33% , para a hidrólise ocorrer.

A dextrinação aconteceu entre 3 à 4 horas dependendo da umidade da fécula. Assim que a pirodextrina obteve 90% de solubilidade ela foi transferida do reator para um resfriador até atingir a temperatura de 25°C e embalada em embalagem de 25 Kg, e foi coletada uma amostra e levada para o laboratório e para análise de viscosidade e solubilidade.

6.2.2Análise de viscosidade da Pirodextrina

Pesou-se aproximadamente 150 g de pirodextrina em um béquer de 300 mL, e 150mL de água destilada. Adicionou-se a água aos pouco e agitou até a amostra ficar homogeneizada.

Levou-se a amostra já homogeneizada para o banho-maria já aquecido á 90 °C agitando-se a amostra até total dissolução. Após dissolução,a amostra foi aquecida até 60°C, depois disso retirou-se a amostra, para ser esfriada até 25°C. Após o resfriamento foi feita a leitura no viscosímetro RVT.

6.2.3Análise de solubilidade da Pirodextrina

Pesou-se 30g aproximadamente de pirodextrina em um béquer de 500 mL e adicionou-se 270 mL de água destilada. Colocou num agitador magnético e deixou agitar por 30 minutos. Após este tempo a amostra foi colocada em uma centrifuga por 10 minutos sob agitação e fez-se a leitura com o areômetro.

7. RESULTADOS

Os resultados obtidos nas análises de viscosidade e solubilidade da pirodextrina mostraram que a pirodextrina utilizada pela empresa Halotek Fadel está de acordo em relação sua eficácia para sua utilização em escala industrial.

Os resultados obtidos nas análises estão expressos na tabela 4.

Análise	Resultados
pH	3,2
Viscosidade	600 cps
Solubilidade	98%

Tabela 4: Resultados das análises.

Os dados relatados na tabela acima, obtidos no experimento, comprovam a eficácia da pirodextrina produzida na empresa HALOTEK FADEL para sua utilização industrial.



Figura 3: Fécula com pH 3,2.

As figuras 3 e 4 mostram a fécula antes da conversão com pH corrigido em 3,2 e a Fécula de mandioca já convertida na pirodextrina.



Figura 4: Pirodextrina já convertida na dextrinação do amido.

A viscosidade da Pirodextrina para estar em conformidade, para seu uso em escala industrial, deve estar entre 400 a 600cps, conforme necessidade do cliente.



Figura 5: Solubilidade da pirodextrina resultado 98%.

A figura 5 mostra o teste de solubilidade aplicado na amostra de pirodextrina obtida. Para eficácia na indústria a solubilidade deve variar de 85 a 100%, conforme necessidade do cliente.

Neste caso não foi necessário fazer a correção da viscosidade para a matéria-prima utilizada. O tempo para coleta do material e para realização das análises no laboratório da empresa foi em torno de 2h.

8. CONCLUSÃO

Pelo método de Hidrólise Ácida, utilizado na condução do experimento, foi possível obter a pirodextrina com viscosidade de 600 cps e 98% de solubilidade.

Esta pirodextrina, como mostrado neste trabalho, possui características tecnológicas de interesse para serem utilizadas em algumas indústrias, como indústria de papel, celulose e indústria de cartonagem.

9. REFERÊNCIAS

ALLEGRE. M.; **Cyclodextrin uses: from concept to industrial reality**. *Agro FoodIndustryHi Technology, Milan, p. 9-17, 1994.*

ALMEIDA, Rafael Ramires de. **Estudo do bagaço de mandioca (Manihotesculenta C.), nativa e tratado com a a-amilase e amiloglucosidase por meio de técnicas termoanálíticas**. Universidade estadual de Ponta Grossa. Dissertação (mestrado).85p. 2009

AMIDO. **Onde está o amido**. Disponível em:<<http://www2.bioqmed.ufrj.br/ciencia/Amido.htm>>. Acesso em 10 de Out. de 2013.

ANVISA. Regulamento **Técnico para produtos de cereais, amidos, farinha e farelos**. Disponível:<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1ae52c0047457a718702d73fbc4c6735/RDC_263_2005.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em 01 de Jun. De 2013.

ANVISA. **RESOLUÇÃO - RDC N°42, DE 29 DE AGOSTO DE 2013**Disponível em:<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/8100bb8040eac2e8b590b79cca79f4cf/RDC+n%C2%BA+42_2013_final.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em 29 de nov. De 2013.

BEMILLER, J.N. **Starch Modification: Challenges and Prospects**. *Starch/Starke*.v.49, n.4, p.127-131, 1997

BERTOLINI, A .C.; CEREDA, M.P; CHUZEL, G. **Fécula e farelo de mandioca como substrato na produção de ciclodextrinas**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v 18, n.2, p. 224-229.1998.*

BILIADERIS, CG; MAURICE, TJ; VOSE, JR. Amido **fenômenos de gelatinização estudado por calorimetria exploratória diferencial**. J. FoodSci. 45:1669.1980.

CARBOIDRATO. **Combustível da vida**. Disponível em:<<http://www.pdigi.com/materias/junho-2005/carboidratos.htm>>. Acesso em 10 de Out. de 2013.

CARBOIDRATOS. Disponível em:<http://www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc_eng_bioq/trabalhos_pos2003/const_microorg/carboidratos.htm>. Acesso em 01 de Jun. de 2013.

CARBOIDRATOS. **Instituto de Química de São Carlos – IQSC** Universidade de São Paulo. Disponível em:< <http://graduacao.iqsc.usp.br/files/Carboidratos2.pdf>>. Acesso em: 01 de Jun. de 2013.

CABRAL, G.B., CARVALHO, L.J.C. B, SCHAAL, B.A. The formation of storage root in cassava. In: CARVALHO, L.J.C.B., THRO, A.M., VILARINHOS, A.D. **IV International Scientific Meeting – CBN**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia/CBN. p. 345-356,2000.

CARGILL. **Dextrina**. Disponível em :<<http://www.cargillfoods.com/lat/pt/produtos/amidos-edextrinas/dextrina/index.jsp>>. Acesso em 01 jun. De 2013.

CEREDA, M.P. **Propriedades Gerais do Amido. Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Editora Fundação Cargil, Janeiro de 2002, 74 - 120 p.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. **Tecnologias, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003. Vol. 3, 711 p.

CLEMENTINA, Carla Marli. **A IMPORTÂNCIA DO ENSINO DA QUÍMICA NO COTIDIANO DOS ALUNOS DO COLÉGIO ESTADUAL SÃO CARLOS DO IVAÍ DE SÃO CARLOS DO IVAÍ-PR.** PROGRAMA ESPECIAL DE FORMAÇÃO PEDAGÓGICA DE DOCENTES NA ÁREA DE LICENCIATURA EM QUÍMICA .FACULDADE INTEGRADA DA GRANDE FORTALEZA – FGF. 49p. 2011.

FERNANDES, Douglas Madeira. **Glicose**. Disponível em: < <http://www.infoescola.com/bioquimica/glicose/>>. Acesso em: 10 de Out. de 2013.

FRANCO, C.M.L.; DAIUTO, E.R.; DEMIATE, I.M.; CARVALHO, L.J.C.B.; LEONEL, M.; CEREDA, M.P.; VILPOUX, O.F.; SARMENTO, S.B.S. **Propriedades gerais do amido**. Fundação Cargill. São Paulo, 221 p. 2001.

FRENCH, D. **Shardinger Dextrins. Avanced in Carbohydrates Chemistry**. New York, v 12, p. 189-260, 1957.

LEBOURG, C. **Brasamideetlafécule: unehistorie de amour**. Botucatu: Centro de Raízes Tropicais, p. 59, 1996. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010120612000000100023&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 01 Jun. 2013.

Lewandowicz, G., Fornal, J., Walkowski, A. **Effect of microwave radiation on potato and tapioca starches**. Carbohydr. Polym. 34, 213. 1997.

LEWANDOWICZ, G.; JANKOWSKI, T.; FORNAL, J. **Effect of microwave radiation on physicochemical properties and structure of cereal starches**. Carbohydrate Polymers, Barking, 2000.

MARQUES, A.M. **Isolamento e caracterização do amido do caule do abacaxizeiro.** Lavras. 1989. 127p. Dissertação (mestrado em Ciência dos Alimentos) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

MERCOSUL. **Resolução Nº 106/94, AMIDOS MODIFICADOS.** Disponível em: <http://www.mercosur.int/msweb/Normas/normas_web/Resoluciones/PT/94106.pdf> Acesso em: 10 de Jun. De 2013.

MOORTHY, S. N. **Thiruvananthapuram: Center Tuber Crops Research Institute.** Tuber crop starches. 2. ed 1994. 52 p.

MOURA, Hilario. **Aulas de Química.** Disponível em: <<http://hilariomoura.wordpress.com/aulas/quimica-geral-e-inorganica/a-quimica-do-cotidiano/>>. Acesso em 29 de nov. De 2013.

MUSSILLO, Roberta Cruz Silveira Thys. **Caracterização e Avaliação de amido nativo e modificado de Pinhão mediante provas funcionais e térmicas.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Departamento de Engenharia. Tese (Doutorado). 156p. 2009.

NATIONAL STARCH and CHEMICAL. **Investment Holding Corporation**, 1997.

SANDHU, K.S.; SIHGH, N.; LIM, S.T. **A comparison of native and acid thinneal normal and waxy com starches: Phesiochemical, termal, morphological and pasting propisties.** Lebensmittel-Wissenschaft&technologie. 40,1527-1536. (2007).

SILVA, G.O; TAKIZAWA, F.F.; PEDROSO, R.A.; FRANCO, C.M.L.; LEONEL, M.; SARMENTO, S.B.S.; DEMIATE, I.M. **Características Físico-químicas de amidos modificados de grau alimentício comercializados no Brasil.** Campinas-SP, v.26, n.1, p. 187-197, jun-nov. De 2006.

SINGH, E.T. A.L. **Genetic variability of quality characters and grain yield in lowland rice genotypes of Eastern India.** Korean J. Breed.Sci, 39-44.2007.

SWINKEL S. NIELS. **(United Kingdom) professional profile on LinkedIn.** LinkedInistheworld'slargest.September1996.

VALLE, T. L. **Mandioca dos índios à agroindústria. Associação brasileira dos produtores de amido de mandioca – ABAM.** Ano III, nº 11, p. 24/25, 2005.

VILPOUX, O. **Amidos adaptados ao uso nas indústrias de alimentos. Fax / Jornal CERAT/UNESP.** Botucatu, n.70, p.1-2, 1998.Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010120611998000300016&lng=pt&nrm=iso>. Acessoem: 01 Jun. 2013.

WOSIACHI, G., CEREDA, M.P. **Characterization of pinhão starch. Part I: extractionandpropertiesofstarch granules. Starch/Stärke.** v. 37, n. 7, p. 224-227,1985. Disponível em :<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010120612000000100023&lng=pt&nrm=iso>.Acessoem: 01 Jun. 2013.