



# AMIDOS

*O amido é a fonte mais importante de carboidratos na alimentação humana e o principal responsável pelas propriedades tecnológicas que caracterizam grande parte dos produtos processados.*

## ESTRUTURA E FONTES

Estruturalmente, o amido é um homopolissacarídeo composto por cadeias de amilose e amilopectina. A amilose é formada por unidades de glicose unidas por ligações glicosídicas  $\alpha(1\rightarrow4)$ , originando uma cadeia linear. Já a amilopectina é formada por unidades de glicose unidas em  $\alpha(1\rightarrow4)$  e  $\alpha(1\rightarrow6)$ , formando uma estrutura ramificada. Embora a amilose seja definida como linear, atualmente se admite que algumas de suas moléculas possuem ramificações, semelhantes à amilopectina.

As proporções em que estas estruturas aparecem diferem entre as diversas fontes, entre variedades de uma mesma espécie e, ainda, em uma mesma variedade, de acordo com o grau de maturação da planta. Estas variações podem resultar em grânulos de amido com propriedades físico-químicas e funcionais diferenciadas, o que pode afetar sua utilização em alimentos ou aplicações industriais.

Apresentando somente ligações  $\alpha$ -glicosídicas, o amido é potencial-

mente digerível pelas enzimas amilolíticas secretadas no trato digestivo humano. Até recentemente, devido à alta produção da  $\alpha$ -amilase pancreática, se considerava que o amido era completamente hidrolisado por essa enzima, sendo absorvido no intestino delgado na forma de glicose. Entretanto, certos fatores, tais como relação amilose/amilopectina, forma física do alimento e inibidores enzimáticos, entre outros, podem influenciar a taxa na qual o amido é hidrolisado e absorvido. Assim, quantidade significativa de amido pode escapar à digestão no intestino delgado e alcançar o cólon, onde é fermentado.

Para propósitos nutricionais, o amido pode ser classificado como glicêmico ou resistente. O amido glicêmico é degradado a glicose por enzimas no trato digestivo, podendo ser classificado como amido rapidamente (ARD) ou amido lentamente digerível (ALD) no intestino delgado. Já o amido resistente é aquele que resiste à digestão no intestino delgado, mas é fermentado no intestino grosso pela microflora bacteriana.

O homem utiliza o amido de muitas outras formas, além de sua finalidade inicial de fonte de energia biológica. Praticamente, todos os setores industriais utilizam o amido ou seus derivados.

As fontes mais comuns de amido alimentício são o milho, a batata, o trigo, a mandioca e o arroz.

## OS TIPOS DE AMIDOS

O mercado conhece três tipos de amidos: o resistente, o modificado e o pré-gelificado.

O termo amido resistente foi sugerido inicialmente em 1982, quando pesquisadores constataram que muitos alimentos processados continham maior teor aparente de polissacarídeos não amiláceos do que os produtos crus correspondentes. Análises detalhadas revelaram que este aumento era devido a um composto formado por *n*-glicoses, que podia ser disperso em hidróxido de potássio. Assim, definiram o amido resistente como sendo aquele que resiste à dispersão em água fervente e hidrólise pela ação



da amilase pancreática e da pululanase. Esta fração era constituída principalmente de amilose retrogradada, que também parecia ser altamente resistente à digestão. A partir de 1992, a definição para amido resistente assumiu um caráter mais relacionado aos seus efeitos biológicos, representando “a soma do amido e produtos de sua degradação que não são absorvidos no intestino delgado de indivíduos saudáveis”. Pode-se dizer, então, que o amido resistente é a fração que não fornecerá glicose ao organismo, mas que será fermentada no intestino grosso para produzir gases e ácidos graxos de cadeia curta, principalmente. Devido a esta característica, considera-se que os efeitos do amido resistente sejam, em alguns casos, comparáveis aos da fibra alimentar e, por este motivo, normalmente é considerado como um componente desta.

O amido resistente pode ser classificado em amido fisicamente inacessível (AR1), grânulos de amido resistente (AR2) e amido retrogradado (AR3), considerando sua resistência à digestão.

A forma física do alimento pode impedir o acesso da amilase pancreática e diminuir a digestão do amido, fato que o caracteriza como resistente tipo AR1 (fisicamente inacessível). Isso pode ocorrer se o amido estiver contido em uma estrutura inteira ou parcialmente rompida da planta, como nos grãos; se as paredes celulares rígidas inibirem o seu intumescimento e dispersão, como nos legumes; ou por sua estrutura densamente empacotada, como no macarrão tipo espaguete.

Na planta, o amido é armazenado como corpos intracelulares parcialmente cristalinos denominados grânulos. Por meio de difração de raios-x,

podem-se distinguir três tipos de grânulos que, dependendo de sua forma e estrutura cristalina, denominam-se A, B e C. As cadeias externas relativamente curtas das moléculas de amilopectina de cereais (menos de 20 unidades de glicose) favorecem a formação de polimorfos cristalinos tipo A. Já as cadeias externas maiores das moléculas de amilopectina de tubérculos (mais de 22 unidades de glicose) favorecem a formação de polimorfos tipo B, encontrados também na banana, em amidos retrogradados e em amidos ricos em amilose. Embora com estrutura helicoidal essencialmente idêntica, o polimorfo tipo A apresenta empacotamento mais compacto do que o tipo B, o qual apresenta estrutura mais aberta e centro hidratado. Por sua vez, o polimorfo tipo C é considerado um intermediário entre os tipos A e B, sendo característico de amido de legumes e sementes. A forma do grânulo influencia sua digestão, caracterizando o amido resistente tipo AR2. Embora o grau de resistência dependa da fonte, geralmente grânulos dos tipos B e C tendem a ser mais resistentes à digestão enzimática.

A maioria dos amidos ingeridos pelo homem é submetida a tratamentos com calor e umidade, resultando no rompimento e gelatinização da estrutura do grânulo nativo, o que o torna digerível. Quando o gel esfria e envelhece, o amido gelatinizado forma novamente uma estrutura parcialmente cristalina, insolúvel e resistente à digestão enzimática, porém diferente da conformação inicial. Este processo é conhecido como retrogradação, caracterizando o amido resistente tipo AR3. A retrogradação da amilose, à temperatura ambiente, é um processo rápido (poucas horas), originando uma forma de amido altamente resistente à redispersão

em água fervente e à hidrólise pela amilase pancreática. Já a retrogradação da amilopectina é um processo mais lento (dias a semanas) e dependente da concentração da amostra, sendo que, em excesso de água, ela pode ser revertida por aquecimento a 70°C. Vários estudos têm demonstrado relação direta entre o conteúdo de amilose e a formação de amido resistente, o que não ocorre com a amilopectina.

A digestibilidade do amido também pode ser afetada por fatores intrínsecos, como a presença de complexos amido-lipídio e amido-proteína, de inibidores da  $\alpha$ -amilase e de polissacarídeos não amiláceos; bem como por fatores extrínsecos, como tempo de mastigação (determina a acessibilidade física do amido contido em estruturas rígidas), tempo de trânsito do alimento da boca até o íleo terminal, concentração de amilase no intestino, quantidade de amido presente no alimento e a presença de outros componentes que podem retardar a hidrólise enzimática.

Nesse contexto, é possível constatar que alimentos crus e processados contêm apreciáveis quantidades de amido resistente, dependendo da fonte botânica e do tipo de processamento, como moagem, cozimento e resfriamento. Embora os três tipos ocorram naturalmente na dieta humana, podendo coexistir em um mesmo alimento, o AR3 é o mais comum e, do ponto de vista tecnológico, o mais importante, já que sua formação é resultante do processamento do alimento. O conteúdo de amilose, a temperatura, a forma física, o grau

de gelatinização, o resfriamento e a armazenagem, afetam o conteúdo de AR3. Estes indicativos servem como base para explicar porque, ao contrário da fibra alimentar, as quantidades de amido resistente nos alimentos podem ser manipuladas de forma relativamente simples pelas técnicas de processamento, influenciando a taxa e extensão esperada da digestão do amido no intestino delgado humano. Esta forma de manipulação poderia ser utilizada de forma benéfica tanto para o consumidor, na manutenção da boa saúde, como para a indústria alimentícia, que teria uma fonte de “fibra” que não causaria alterações organolépticas tão pronunciadas quanto as fontes tradicionalmente usadas nos produtos, como os farelos.

Na forma não modificada, os amidos têm uso limitado na indústria alimentícia. O amido de milho ceroso é um bom exemplo. Os grânulos não modificados hidratam facilmente, intumescem rapidamente, rompem-se, perdem viscosidade e produzem uma pasta pouco espessa, bastante elástica e coesiva.

Modifica-se o amido para incrementar ou inibir suas características originais e adequá-lo as aplicações específicas, tais como promover espessamento, melhorar retenção, aumentar estabilidade, melhorar sensação ao paladar e brilho, gelificar, dispersar ou conferir opacidade.

Os amidos nativos são perfeitamente adaptados aos

produtos feitos na hora, preparados sem muita preocupação com conservação. Suportam mal as imposições tecnológicas de determinados processos industriais que incluem exposição a amplas faixas de temperaturas, pH e cisalhamento. Possuem muitas características que os tornam pouco práticos para trabalhar. Um bom exemplo é a própria maisena, um excelente produto, porém com pouca habilidade para estabilizar um prato, a não ser os preparados para consumo imediato. A viscosidade final dos amidos nativos é extremamente difícil de controlar a nível industrial, porque a temperatura não pode ser ajustada com a velocidade suficiente para evitar problema de insuficiência ou excesso de cozimento.

Assim, desenvolveu-se uma linha de amidos modificados. Na Europa, os amidos modificados são regulamentados pela Diretriz 95/2, e são autorizados *quantum satis*; na média, são dosados a 5%. Aos 10 amidos originalmente previstos por essa norma do Mercado Comum foi adicionado mais um em 1998, o amido oxidado acetilado.

Os fabricantes de amidos usam vários métodos químicos e físicos para efetuar a modificação dos amidos. As principais técnicas químicas são o *crosslinking*, ou ligação cruzada (ainda chamada de reticulação), a substituição, também conhecida como estabilização e, finalmente, a conversão.

As modificações físicas são, basicamente, a pré-gelatinização e o tratamento com calor. As reações de ligação cruzada têm por finalidade o controle da textura, além de conferir tolerância ao aquecimento, acidez e agitação mecânica. Como resultado consegue-se um melhor controle e maior flexibilidade em trabalhar formulações, processos e, ainda, prolongar a vida útil do produto. As ligações cruzadas nos amidos podem ser consideradas como “pontos de solda” no grânulo em posições aleatórias, reforçando pontes de hidrogênio e inibindo o intumescimento do grânulo. Há um aumento do grau de polimerização. Os agentes mais frequentemente usados são o fosfato e o ácido adípico.

O tratamento de ligações cruzadas fortalece os amidos de milho ceroso, relativamente frágeis, de modo que suas pastas cozidas são mais viscosas e mais encorpadas, com menor tendência à degradação quando submetidas a maiores períodos de cozimento, maior acidez ou severa agitação.

A mudança nas características de gelatinização é mais visível quando se compara as curvas Brabender de amido de milho ceroso não modificado com outro levemente modificado. Uma leve modificação reduz drasticamente a queda da viscosidade. Com um moderado nível de tratamento, o intumescimento do grânulo fica restrito a um ponto onde o pico de viscosidade nunca é atingido durante o período em que a temperatura se mantém estável.

Quando a reação de ligação cruzada progride, o pico de viscosidade primeiro aumenta e depois cai a valores muito baixos, pois o intumescimento dos grânulos de amido se torna progressivamente mais inibido. Ao mesmo tempo a textura torna-se mais “curta” e a opacidade aumenta.

Quanto maior o nível de ligações cruzadas, mais tolerante o amido se torna à acidez e menos propenso à perda de viscosidade. Isto não quer dizer que o amido de maior nível de



ligações cruzadas irá proporcionar a melhor viscosidade em sistemas de baixo pH. Deve-se lembrar que as ligações cruzadas inibem o intumescimento do grânulo, ao passo que a alta temperatura, prolongados períodos de aquecimento, alta concentração de íons de hidrogênio e altas concentrações de energia, tendem a romper as pontes de hidrogênio e intensificar a expansão do grânulo. Assim, o amido deve ser selecionado com um nível suficiente de ligações cruzadas que suporte condições químicas e físicas extremas e proporcione viscosidade máxima.

Se ocorrer de um amido, moderadamente constituído de ligações cruzadas, tender a queda de viscosidade quando cozido a baixo pH, o problema poderá ser resolvido com uma alteração do processo, através de um cozimento com pH alto, permitindo que a pasta se resfrie e depois adicionando-se o ácido para atingir o pH desejado. Dessa forma, a viscosidade adequada pode ser alcançada não sendo necessária a utilização de um amido com maior nível de ligações cruzadas.

Outra importante modificação no amido é a estabilização, a qual previne a gelificação e sinérese, mantendo a textura.

A fração linear do amido de milho cozido se reassocia através de pontes de hidrogênio, causando gelificação, opacidade e sinérese.

Uma vez que o amido de milho ceroso altamente ramificado não possui amilose, não ocorrerá retrogradação ou gelificação sob condições normais de armazenamento. Contudo, sob baixa temperatura ou condições de congelamento, a pasta de amido de milho ceroso se torna turva e encorpada, ocorrendo ainda o processo de sinérese, tal como a pasta elaborada com amido de milho regular. Isto se atribui à diminuição do movimento cinético durante a queda de temperatura, permitindo às ramificações externas do amido de milho ceroso se associarem através de pontes

de hidrogênio, de forma similar a que ocorre com a amilose.

Para evitar este fenômeno indesejável, grupos aniônicos são dispersos através do grânulo com a finalidade de bloquear a associação molecular através da repulsão iônica. O resultado desse processo é um amido estabilizado, o qual produzirá pastas que suportarão diversos ciclos de refrigeração (congelamento/descongelamento) antes que a sinérese ocorra.

Amidos estabilizados são essenciais à indústria de alimentos congelados, mas possuem também aplicação em muitas outras áreas, pois outros alimentos processados, como molhos e caldos enlatados, podem ser estocados a baixas temperaturas, o que requer o uso de amidos estabilizados a fim de manter a qualidade.

Deve-se observar que a substituição, ou estabilização, propicia maior viscosidade à pasta de amido, porém com pouca resistência a condições adversas de processo (cisalhamento).

Os reagentes químicos normalmente empregados para esse tipo de modificação são o anidrido succínico, anidrido acético e óxido de propileno.

Quando o anidrido succínico ou anidrido 1-octenilsuccínico (OSA) são usados como reagentes para a substituição, o polímero de amido normalmente hidrofílico por natureza combina-se com a fração hidrofóbica, dando ao polímero propriedades emulsificantes.

O processo de conversão é uma das mais antigas formas de modifi-



cação. Pesquisas sobre conversão acídica já foram feitas no século XIX e os primeiros amidos convertidos com ácido surgiram em torno do ano de 1900. Os amidos podem ser convertidos com ácidos, oxidantes, calor ou enzimas para formar polímeros de peso molecular reduzido, com baixa viscosidade. Essa viscosidade reduzida é, às vezes, desejável no processamento de alimentos que contenham alto teor de sólidos.

Em condições de gelatinização, os amidos convertidos são muito mais solúveis que os nativos e formam um gel rígido quando resfriado. Alterando o comprimento do processo de conversão ou o método utilizado pode-se produzir amidos com várias propriedades. Quando processos de conversão maiores são utilizados, pode-se produzir dextrinas, xaropes de milho e outros derivados.

Alguns dos amidos modificados mais comumente utilizados na indústria são produzidos através de uma combinação desses métodos, normalmente ligação cruzada e substituição.



Essas combinações permitem a oferta de amidos multifuncionais.

Como já mencionado, as principais técnicas de modificação física utilizadas são a pré-gelatinização e o tratamento térmico.

No processo de pré-gelatinização ou amidos instantâneos, uma solução de amido (normalmente a 35%) é depositada sobre um cilindro aquecendo. O amido cozido é assim seco, deixando uma taxa de umidade residual da ordem de 6% a 8%.

O amido é então moído, peneirado e acondicionado. Esse amido pode ser usado em produtos que não passem por tratamento com calor durante seu processo ou preparação. Muitos amidos produzidos segundo esse método perdem a integridade de seus grânulos. Um amido instantâneo finamente moído dá ao produto acabado uma textura mais untuosa que se fosse moído grosseiramente, porém pode embolotar se não for disperso corretamente.

Por outro lado, se for moído mais grosseiramente não terá tendência a embolotar, mas propiciará uma textura mais polposa, o que pode não ser conveniente para muitos produtos.

Tanto os amidos modificados quando os nativos podem ser pré-gelatinizados e o amido final obtido apresentará as mesmas características técnicas e reológicas que os amidos utilizados no processo de gelatinização. As principais aplicações para este tipo de amido são as sobremesas e sopas instantâneas, *snacks*, etc.

O tratamento térmico pode produzir um amido que mantenha sua integridade granular e apresente maior viscosidade e estabilidade

sem o uso de reagentes químicos. São utilizados processos cuidadosamente controlados que podem envolver o aquecimento do amido além do ponto de gelatinização, porém sem água suficiente para a gelatinização, ou aquecendo-se a pasta de amido abaixo do seu ponto de gelatinização durante um longo período de tempo.

Amidos produzidos com tratamento térmico mantêm suas propriedades de cozimento quando são gelatinizados e, já que não houve nenhum produto químico envolvido no processo, continuam sendo considerados como nativos e chamados simplesmente de amido, fato extremamente interessante do ponto de vista do *labeling*.

Nos processos de fabricação que utilizam amidos é necessário levar em consideração alguns fatores, tais como o efeito dos outros ingredientes sobre o amido (os ácidos rompem as pontes de hidrogênio, provocando uma intumescência mais rápida do grânulo; sólidos solúveis interferem retendo a

água necessária à hidratação; gorduras e proteínas tendem a encobrir o amido, retardando a hidratação do grânulo e diminuindo a velocidade de desenvolvimento da viscosidade), o pH e os efeitos do tempo, temperatura e agitação mecânica.

O amido pré-gelificado é usado no preparo de muitos alimentos instantâneos, uma vez que é mais miscível em água ou leite do que os amidos nativos. É preparado por aquecimento com agitação contínua em um mínimo de água, suficiente para garantir a gelificação do amido.

As aplicações típicas do amido pré-gelificado são os alimentos de conveniência, como pudins instantâneos, preparados, aditivos para acabamento de papéis por processo úmido e lamas para perfuratrizes de poços de petróleo.

Os amidos pré-gelificados são usados quando se espera que os produtos sejam solúveis ou dispersíveis em água fria ou quente sem aquecimento.

São bastante empregados na confecção de alimentos pré-preparados, são de cocção rápida e fácil digestão.

Apresentam-se parcialmente ou totalmente solúveis em água fria e quente.

O uso de amido pré-gelificado em alimentação se faz em produtos de panificação e confeitaria, em sopas, cremes e sobremesas instantâneas.

Além desses, tem emprego também em indústrias não alimentícias, como a têxtil, de papel e papelão, fundição, lamas para perfuração de petróleo, entre outras áreas de atividade.

## USO INDUSTRIAL

O amido tem sido muito utilizado pela indústria alimentícia como ingrediente calórico e como melhorador de propriedades físico-químicas. É utilizado para alterar ou controlar diversas características, como textura, aparência, umidade, consistência e estabilidade no armazenamento (*shelf life*). Pode também ser usado para ligar ou desintegrar; expandir

ou adensar; clarear ou tornar opaco; reter a umidade ou inibi-la; produzir textura lisa ou polposa e coberturas leves ou crocantes. Também serve tanto para estabilizar emulsões quanto para formar filmes resistentes ao óleo.

Os amidos nativos têm sido usados há muito tempo como ingredientes no preparo de diferentes produtos. Entretanto, a sua utilização é limitada em função das condições de processamento, como temperatura e pH, que restringem sua aplicação em escala industrial.

Essas limitações podem ser solucionadas com a modificação química, física ou enzimática do amido. A modificação química dos amidos nativos tem conferido a estes propriedades funcionais peculiares.

O emprego industrial do amido se deve à sua característica única de poder ser usado diretamente na forma de grânulos, de grânulos intumescidos, na forma dispersa, como filme obtido da secagem de uma dispersão ou após extrusão, depois da conversão a uma mistura de oligossacarídeos ou a glucose, que pode ser isomerizada enzimaticamente para frutose.

Dependendo do tipo, o amido pode, entre outras funções, facilitar o processamento, servir como espessante em sopas, caldos e molhos de carne, fornecer sólidos em suspensão e textura, ser ligante em embutidos de carne, estabilizante em molhos de salada, ou ainda, proteger os alimentos durante o processamento.

Uma alta viscosidade é desejável para usos industriais, nos quais o objetivo é o poder espessante. Para isso, é necessário o controle da retrogradação no resfriamento. Uma das propriedades mais importantes do amido é a gelatinização, que possibilita absorção no aquecimento de até 2,5 mil vezes seu peso em água.

O aquecimento em excesso de água causa o intumescimento irreversível, porém limitado dos grânulos, os quais se tornam muito sensíveis ao estresse mecânico e térmico ou à aci-

dez do meio. Mas uma vez resfriado, ou ainda, congelado, os polímeros de amido nativo se reagrupam, liberando água e danificando o gel formado.

As pastas de amidos de milho, trigo ou arroz, que contêm teores relativamente elevados de amilose, se tornam opacas e formam géis durante o resfriamento. Pastas obtidas de féculas de batata ou de mandioca, por outro lado, geralmente permanecem mais claras (menos opacas) e, embora ao resfriarem apresentem um determinado aumento de viscosidade, não chegam a formar géis opacos. No caso de pastas de amido de milho ceroso, as mesmas se comportam como as obtidas de féculas, tendo, inclusive, menor tendência à retrogradação. A oxidação pode gerar diferentes produtos dependendo dos agentes modificadores utilizados.

Os amidos podem ser oxidados por diversos agentes, como o hipoclorito de sódio e de cálcio, o persulfato de amônio, o permanganato de potássio, o peróxido de hidrogênio, o ácido peracético, o cloridrato de sódio e os perboratos e ácidos hipoclorínicos. A modificação por oxidação é produzida pela reação do amido com quantidade específica de reagente em pH e temperatura controlados.

A produção desses amidos oxidados baseia-se em uma reação com aquecimento de suspensão aquosa de amido em uma solução oxidante. Essa oxidação origina uma pasta branca, fluida e adesiva, que não forma gel rígido após o resfriamento, conservando, portanto, sua fluidez e natureza adesiva. Diante disso, apesar da possibilidade de utilização na indústria de alimentos, esses amidos são utilizados preferencialmente na indústria de papel, pois produzem suspensões que podem ser usadas como dispersantes, capazes de formar filmes uniformes, os quais selam os poros e proporcionam melhor impressão.

Essas propriedades são resultado da reação de oxidação, na qual alguns grupos hidroxila das moléculas de

amido são primeiramente oxidados a grupos carbonila e, posteriormente, a grupos carboxila. O número de grupos carbonila e carboxila indicam o grau de oxidação do amido, sendo que esses grupos são originados nas hidroxilas dos carbonos nas posições dois, três e seis. A reação de oxidação do amido é acompanhada de quebra de ligações glicosídicas, com parcial despolimerização do amido.

As possibilidades de aplicações industriais do amido de mandioca são praticamente inesgotáveis, bastando haver adequação ou alteração de suas características físico-químicas às necessidades dos processos e produtos, tais como formação de filmes transparentes ou opacos, elevada ou baixa viscosidade aparente, cremosidade, untuosidade, capacidade de retenção de umidade, entre outras. O maior desafio dos produtores desse ingrediente é o desenvolvimento e principalmente a venda técnica de seus produtos para as indústrias consumidoras.

Desenvolver aplicações para os novos ingredientes, modificados e com propriedades únicas, com baixo custo e excelente performance é um grande desafio para as empresas que produzem amidos de mandioca. Esse desafio precisa ser enfrentado para





garantir o sucesso deste importante insumo para as indústrias de diversos ramos, com destaque para a alimentícia, têxtil e de papel e celulose.

A fécula de mandioca, por exemplo, é o principal amido usado na indústria frigorífica. Apresenta maior absorção de água, deixando os produtos mais macios e proporcionando maiores rendimentos e menores custos.

Na indústria de biscoitos, o amido pode ser colocado na matéria-prima para padronizar o teor de glúten da farinha, em proporção de 15% a 20% do peso da farinha de trigo. Esse procedimento não traz problemas de ordem técnica, de alteração de aparência ou de outras características fundamentais dos mesmos. Em geral, os biscoitos feitos com farinhas mistas (amido e trigo) são mais bem aceitos por se tornarem mais agradáveis ao paladar e serem mais leves do que os convencionais.

Na indústria de massas, mais especificamente de macarrão, a utilização de fécula de mandioca na confecção de macarrões tem se mostrado, através de experimentos, muito vantajosa no que diz respeito ao aspecto do produto, diminuição do tempo de cocção e outros. Além dessas vantagens, não exige grandes alterações nos

esquemas de produção. Em geral, a substituição da farinha de trigo pela fécula se dá na faixa de 25% a 50%, resultando em maiores rendimentos industriais, em razão da fécula reter mais água e, por isso, manter seu peso, depois de seca, melhor do que o produto tradicional. A massa feita com fécula apresenta coloração mais clara, com aspecto mais próximo ao do macarrão caseiro.

O macarrão com 50% de fécula é mais adequado para sopas, pois apresenta pegajosidade adequada quando cozido, enquanto que com 25% não apresenta grandes diferenças em relação ao padrão. Outra vantagem pode ser ressaltada, pois a fécula apresenta a característica de digestão muito fácil em relação ao macarrão tradicional. As massas com fécula são indicadas para pessoas idosas e crianças. A adição de fécula permite também diminuir o tempo de cozimento, propriedade apreciada na produção de macarrão instantâneo.

Na indústria de sobremesas, o amido nativo é colocado como espessante em mistura com leite, na base de 1% a 2%, dependendo das características do produto e com um máximo possível de 2,5%.

Na indústria de iogurtes, o amido é utilizado com o objetivo de substituir a gelatina para obtenção de um produto final cremoso.

Apenas alguns *snacks* utilizam amido nativo nas suas composições, principalmente os elaborados com amendoim (amendoim japonês, ovinhos de amendoim, etc.). Para esses produtos se usa apenas a fécula de mandioca, em proporção de 20% a 35% como base para fritura.

O amido entra na produção de waffers para diminuir a força do glúten, com taxas de incorporação de 0,5% do peso total do produto final.

Nas sopas, a fécula de mandioca, muitas vezes, é usada como base para produção de amidos esterilizáveis, que entram na produção de sopas em conservas ou de outros tipos de conservas.

As pastas de amido servem também de estabilizador de emulsão em molhos de salada. Como esses molhos são de pH baixo, o amido deve ser capaz de resistir em elevada acidez. Deve também resistir a ações mecânicas durante a homogeneização do molho.

O amido também é usado como ligante em emulsões de carne, tais como salsichas e linguças, para unir a carne com a água e a matéria graxa.

Além dos amidos nativos, cada vez mais as indústrias de alimentos usam amidos modificados. Entre outras aplicações, estes podem ser utilizados para dar corpo aos sorvetes e como estabilizante. Para as sobremesas e pudins instantâneos, derivados de mandioca estão entre os mais utilizados por não apresentarem o gosto típico dos amidos de cereais. Já os amidos com ligações cruzadas, estabilizadas ou não, são usados como espessantes em recheios de tortas, cremes para recheios ou coberturas, frutos usados em recheios, etc.

Além de amidos nativos, as formulações de macarrão instantâneo podem incorporar amidos pré-gelatinizados.

Para balas e caramelos, o amido fornece a textura e controla o tempo de preparo das balas gelatinosas. O amido de mandioca está entre os amidos geralmente utilizados por conter alto teor de amilose, que contribui para reduzir o tempo de preparo e aumentar a firmeza da bala. Amidos de baixa viscosidade, como o obtido da raiz de mandioca funcionam como agentes ligantes em gomas de mascar. A indústria de balas usa grande quantidade de amidos ácido-modificados na produção de sobremesas de gelatina.

Os amidos pré-gelatinizados são utilizados como espessantes em sopas instantâneas e em caldo de carne desidratado e outros molhos prontos. As indústrias alimentícias também utilizam amidos pré-gelatinizados na produção de massas, condimentos, etc.



## ALMIDONES

Estructuralmente, el almidón es un homopolisacárido compuesta de cadenas de amilosa y amilopectina. La amilosa consta de unidades de glucosa unidas por enlaces glucosídicos  $\alpha(1 \rightarrow 4)$ , produciendo una cadena lineal. Ya la amilopectina está formado por unidades de glucosa unidas en  $\alpha(1 \rightarrow 4)$  y  $\alpha(1 \rightarrow 6)$  formando una estructura ramificada. Mientras que la amilosa se define como lineal, actualmente se admite que algunos de sus moléculas tienen ramificaciones, similar a la amilopectina.

Para los propósitos nutricionales, el almidón puede ser clasificado como glicémico o resistente. El almidón glicémico es degradada a glucosa por las enzimas en el tracto digestivo, puede ser clasificado como almidón rápidamente (ARD) o almidón de digestión lenta (ALD) en el intestino delgado. Ya el almidón resistente es aquella que resiste la digestión en el intestino delgado, pero es fermentada en el intestino grueso por la microflora bacteriana.

El hombre utiliza el almidón de muchas otras maneras, más allá de su propósito inicial de fuente de energía biológica. Prácticamente todos los sectores industriales utilizan el almidón o sus derivados.

Las fuentes más comunes de almidón alimenticio son el maíz, la papa, el trigo, la yuca y el arroz.

El mercado conoce tres tipos de almidones: el resistentes, el, modificado, y el pre-gelificado.

El almidón resistente se puede clasificar como almidón físicamente inaccesible (AR1), gránulos de almidón resistente (AR2) y almidón retrogradado (AR3), teniendo en cuenta su resistencia a la digestión.

La forma física de los alimentos puede impedir el acceso de la amilasa pancreática y reducir la digestión de almidón, hecho que caracteriza como resistente de tipo AR1 (físicamente inaccesibles). Esto puede ocurrir si el almidón está contenido en una estructura completa o parcialmente roto de la planta, como en granos; si las paredes celulares rígidas inhibiendo su hinchazón y dispersión, como en los vegetales; o en su estructura densamente empaquetados, como en fideos tipo espaguetis.

La mayoría de los almidones ingeridos por el hombre se somete a tratamiento con calor y humedad, resultando en la ruptura y gelatinización de la estructura de gránulo nativo, lo que lo hace digerible.

En forma no modificada, los almidones tienen un uso limitado en la industria alimentaria. El almidón de maíz ceroso es un buen ejemplo. Los gránulos no modificados hidratar fácilmente, hinchan rápidamente, ruptura, pierden viscosidad y producen una pasta poco gruesa, muy elástica y cohesiva.

Los almidones nativos se adaptan perfectamente a los productos hechos en la hora, preparado sin mucha preocupación con la conservación. Apenas apoyar las limitaciones tecnológicas de ciertos procesos industriales, incluyendo la exposición a amplios rangos de temperatura, el pH y la cizalla. Tienen muchas características que las hacen poco prácticas para trabajar. Un buen ejemplo es la propia maicena, un producto excelente, pero con poca capacidad de estabilizar un plato, excepto las preparadas para su consumo inmediato. La viscosidad final de

almidones nativos es extremadamente difícil controlar a nivel industrial, ya que la temperatura no se puede ajustarse con la velocidad para evitar problema de la insuficiencia o el exceso de cocción.

Así, se ha desarrollado una línea de almidones modificados. En Europa, los almidones modificados están regulados por la Directiva 95/2, y están autorizados *quantum satis*; en promedio, son dosificados a un 5%. A 10 almidones originalmente previstos en esa norma el Mercado Común se añadió otra en 1998, el almidón oxidado acetilado.

Los fabricantes de almidón utilizan diversos métodos químicos y físicos para llevar a cabo la modificación de los almidones. Las principales técnicas química son el *crosslinking*, o reticulado (también llamado de reticulación), la sustitución, también conocido como la estabilización y,







finalmente, la conversión.

Las modificaciones físicas son, básicamente, la pregelatinización y tratamiento con calor. Las reacciones de reticulación tienen la intención de controlar la textura, además de conferir tolerancia al calor, acidez y agitación mecánica. Como resultado se consigue un mejor control y una mayor flexibilidad en las formulaciones de trabajo, procesos, y también prolongar la vida útil del producto. Otra importante modificación en el almidón es la estabilización, lo que evita la gelificación y la sinéresis, manteniendo la textura.

Algunos de los almidones modificados más comúnmente utilizados en la industria son producidos por una combinación de estos métodos, normalmente reticulados y de reemplazo. Estas combinaciones permiten la oferta de almidones multifuncionales.

El almidón pre-gelificado se uti-

liza para preparar muchos alimentos instantáneos, ya que es más miscible en agua o leche que los almidones nativos. Es preparado por calentamiento con agitación continua en un mínimo de agua, suficiente para asegurar la gelificación del almidón.

Las aplicaciones típicas del almidón pre-gelificado son los alimentos de conveniencia, como pudines instantáneos, aditivos preparados para el acabado de documentos para proceso húmedo y lodos para perforadoras de pozos de petróleo. Los almidones pre-gelificados se utilizan cuando se espera que los productos son solubles o dispersables en agua fría o caliente sin calentamiento.

Son muy empleados en la confección de alimentos pre-preparados, son de cocción rápida y fácil digestión.

El uso del almidón pre-gelificado en alimentación se hace en productos de panadería y confitería, em sopas, cremas y postres instantáneos.

Además de estos, se utiliza también en industrias no alimentarias, como el textil, de papel y cartón, de fundición, lodos de perforación de petróleo, entre otras áreas de actividad.

El almidón ha sido muy utilizado por la industria alimentaria como ingrediente calórico y como mejorador de las propiedades fisicoquímicas. Se utiliza para cambiar o controlar diversas características tales como la textura, el aspecto, la humedad, la consistencia y estabilidad durante el almacenamiento (*shelf life*). También se puede utilizar para activar o desintegrarse; ampliar o espesar; aclarar o volver opaca; retener la humedad o inhibirla; producir la textura lisa o coberturas carnosas y suaves o crujientes. También sirve para estabilizar las emulsiones con el fin de formar películas resistentes al aceite.

# CARVÃO ATIVADO NORIT® PARA PURIFICAÇÃO DE AMIDO

## 1. O PROPÓSITO DO CARVÃO ATIVADO

Carvões Ativados em Pó (PAC) e Carvões Ativados Granulares (GAC) da NORIT são usados a nível global para descolorização e purificação de amidos hidrolisados (provenientes de processos de hidrólise), tais como glucose, dextrose, maltose, frutose e maltodextrinas. Amidos hidrolisados são normalmente usados como adoçantes, e também como materiais intermediários para produção de sorbitol, ácido cítrico, MSG, etc. Devido à existência de diversas fontes de amido, diferentes processos de produção e diferentes exigências neste campo de aplicação, existem grandes desafios a nível da qualidade do carvão ativado a utilizar. Quando o PAC da NORIT é usado no passo de descolorização, é normalmente aplicado em contracorrente para economizar os custos de operação. O PAC da NORIT usado nos passos finais de polimento tem de ter pureza muitíssimo elevada, o que lhe confere alto valor acrescentado; neste passo de polimento (e.g. correção de sabores/odores) podem também ser aplicados filtros de GAC após o passo principal de descolorização, no sentido de cumprir requisitos sensoriais críticos (e.g. na indústria de bebidas), ou para satisfazer as estritas exigências das farmacopeias no caso da glucose medicinal. Os graus dedicados GAC da NORIT podem ser usados em sistemas de leito pulsante ou sistemas de leito fixo, e permitem a reativação térmica.

## 2. CARVÃO ATIVADO NO PROCESSO: PASSOS DE PURIFICAÇÃO

**Passo 1.** Tratamento de suco conversor neutralizado (xaropes tais como glucose 42 DE, dextrose 96 DE ou xaropes de maltose). Posicionado diretamente após a neutralização e filtração do ácido ou do amido convertido por enzimas; pode ser usado antes do passo de desmineralização, ou mesmo quando não existe passo de desmineralização.

**Passo 2.** Polimento de produtos isomerizados e/ou desmineralizados, e.g. xaropes de frutose tais como HF45 ou HF55, glucose medicinal, ou outros produtos de valor acrescentado.

## 3. PROPRIEDADES CRÍTICAS DO CARVÃO ATIVADO

### PURIFICAÇÃO - PASSO 1:

#### PAC

- Propriedades adsorptivas: estrutura de poros dedicada, capaz de reter eficientemente os diferentes tipos de contaminantes orgânicos presentes.
- pH: ajustado para tratamento de suco conversor neutralizado.
- Comportamento de filtração: carvões de *elevada filtrabilidade* reduzem substancialmente os custos operacionais.

#### GAC

- Propriedades adsorptivas: ver carvão em pó (PAC) acima.
- Reação: influência no pH do xarope deve ser mínima ou inexistente.
- Propriedades mecânicas: elevada resistência à abrasão (para possibilitar reativação térmica).
- Pureza: deve ser elevada - em especial o conteúdo de ferro extraível deve ser muito baixo.

### PURIFICAÇÃO - PASSO 2:

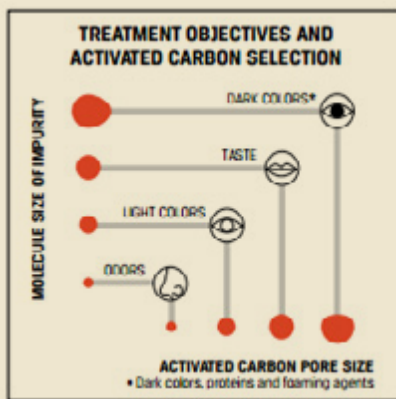
#### PAC

- Propriedades adsorptivas: carvões ativados por vapor têm a estrutura de poros mais apropriada.
- Reação: influência no pH do xarope deve ser mínima ou inexistente.

- Pureza: o conteúdo de minerais extraíveis e matéria extraível total tem de ser extremamente baixo. Baixa condutividade do extrato de água do PAC preferível quando o produto é usado em xaropes desmineralizados, para manter a condutividade do xarope nos valores baixos exigidos.
- Comportamento de filtração: ver passo 1 de purificação acima.

## GAC

- Propriedades adsortivas: carvões ativados por vapor têm a estrutura de poros mais apropriada.
- Reação: influência no pH do xarope deve ser mínima ou inexistente.
- Propriedades mecânicas: elevada resistência à abrasão (que possibilite reativação térmica).
- Pureza: o conteúdo de minerais extraíveis e matéria extraível total tem de ser extremamente baixo.



## 4. CONDIÇÕES PROCESSUAIS

### PAC

- Tempo de contato: 20-30 min, a temperaturas entre 65-75°C.
- Dosagens indicativas: 0.2-0.7% (w/w); normalmente são exigidas maiores dosagens no passo de purificação 1 do que no passo de purificação 2.
- O uso de carvão em pó em contracorrente conduz a economias significativas do consumo (aproximadamente 40-50 %).

### GAC

- Tempo de contato (EBCT - Empty Bed Contact Time): 4 horas ou "Hourly Space Velocity" (HSV): 0.25.
- Temperatura 65-75°C.
- Tempo de serviço indicativo do leito: 100-400 bedvolumes. Normalmente obtém-se um tempo de vida mais longo do leito no passo de purificação 2 do que no passo de purificação 1.

## 5. COMPARAÇÃO DE PROPRIEDADES ENTRE OS PRINCIPAIS GRAUS DE CARVÃO ATIVADO NORIT

### PROPRIEDADES ADSORTIVAS: IMPUREZAS ALVO

A - Grandes corpos de cor (compostos que originam cores escuras).

B - Proteínas, agentes que provocam espuma.

C - Pequenos corpos de cor (compostos que originam cores claras), precursores de cor como HMF, compostos que provocam sabores e odor como 2-aminoacetofenona (2-AAP), isovaleraldeído e outros como por exemplo compostos de degradação térmica (aminas) libertadas por resinas de troca iônica no passo de desmineralização.

D - Comportamento de filtração (apenas para graus de carvão em pó).

E - Regenerabilidade térmica (apenas para graus de carvão granulares).

### Pureza

F - Baseada em minerais extraíveis (Fe, Mg, Ca,...). Nota importante: a CABOT NORIT não usa ZnCl<sub>2</sub> em processos de ativação química.

G - Baseada em material extraível total e na condutividade da água extraída.

PAC GRADES	ADSORPTION			FILTRATION	PURITY	
	A	B	C	D	F	G
DARCO® S-51 HF	++	+	++	+++	+	+
NORIT SX 1G	++	+	+++	++	+++	+++
NORIT DX 1	+	+	++	+++	+++	+++
NORIT CG 1	++	+++	±	+++	+++	+
NORIT CGSP	+++	+++	±	+++	+++	+
NORIT GB 1	+	++	+	++	++	+
NORIT GBSP	++	++	+	++	++	+
GAC GRADES	ADSORPTION			REGENERABILITY	PURITY	
	A	B	C	E	F	G
NORIT GAC 1240 PLUS	+++	+	++	++	++	+
NORIT ROX 0.8 <sup>1)</sup>	++	+	+++	+++	+++	++
+++ = excelente		++ = muito bom		+ = bom		± = moderado

1) Extruded carbon



Cabot Brasil Indústria e Comércio Ltda.

[www.cabotcorp.com](http://www.cabotcorp.com)

# O AMIDO E SUAS PROPRIEDADES PARA O SETOR ALIMENTÍCIO

Amplamente utilizado pelas indústrias alimentícia, de bens de consumo, química, farmacêutica, papelreira, de construção civil, têxtil e petrolífera, o amido é um carboidrato encontrado nos vegetais.

Há uma grande representatividade do amido e seus derivados na nutrição humana, sendo ele responsável por cerca de 70% da energia consumida.

Dependendo do tipo de fonte vegetal, o amido pode ter diferentes taxas de conversão (Tabela 1). De um modo geral, as fontes mais comuns são milho, batata, mandioca, arroz, trigo, sorgo e cevada.

Globalmente, do ponto de vista comercial, a extração do amido é realizada a partir de duas principais fontes: a primeira por cereais - como milho, arroz e trigo; e a segunda por raízes e tubérculos - como a mandioca e a batata. No Brasil, em virtude da alta disponibilidade do cereal, da facilidade para estocagem após a colheita, da melhor adequação às condições climáticas; do aproveitamento de praticamente todas as partes do grão (óleo, fibra, proteína e amido) e principalmente, pelo alto percentual de amido contido no grão, **o milho é uma das fontes mais utilizadas, principalmente as variedades milho dent e milho ceroso (waxy)**. Outra fonte amplamente utilizada no país é a **mandioca**.

De acordo com a legislação brasileira, os amidos são produtos amiláceos extraídos de partes comestíveis de cereais, tubérculos, raízes ou rizomas. No Brasil, os amidos extraídos de tubérculos, raízes e rizomas são comumente denominados como fécula.

MATÉRIA-PRIMA	% CONVERSÃO
Milho	60%
Trigo	52%
Batata	20%
Mandioca	22%
Arroz	70%
Cevada	50%
Sorgo	52%

Tabela 1 - Matéria prima X Conversão de amido.  
Fonte: Giract Study 2004.



A extração do amido de milho é realizada em sua grande maioria, pelo processo de moagem via úmida, cuja finalidade é o aumento de eficiência na separação das partes que compõe o grão de milho: gérmen, endosperma e pericarpo. O amido é extraído a partir do endosperma (Figura 1).



Figura 1- Grão de Milho

## ESTRUTURA E FORMAÇÃO DE GEL

O amido é um polissacarídeo, formado por unidades de glicose unidas. A polimerização da glicose no amido resulta em dois tipos moléculas, a amilose e a amilopectina. A amilose é um polímero linear (Figura 2), formado por unidades de glicose unidas por ligações glicosídicas  $\alpha$ -1,4. A amilopectina é ramificada (Figura 3), e é um polímero de maior peso molecular que a amilose e, além das ligações

$\alpha$ -1,4, encontra-se também ligações  $\alpha$ -1,6 (ponto de ramificação).

As proporções da amilose e da amilopectina na composição do amido, variam de acordo com sua fonte de

## AMILOSE

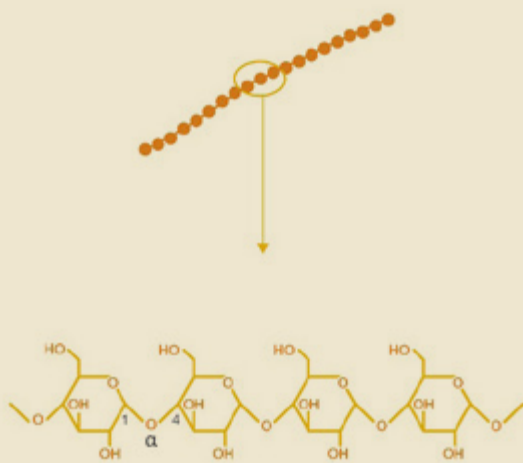


Figura 2 - Polímeros de Amilose

## AMILOPECTINA

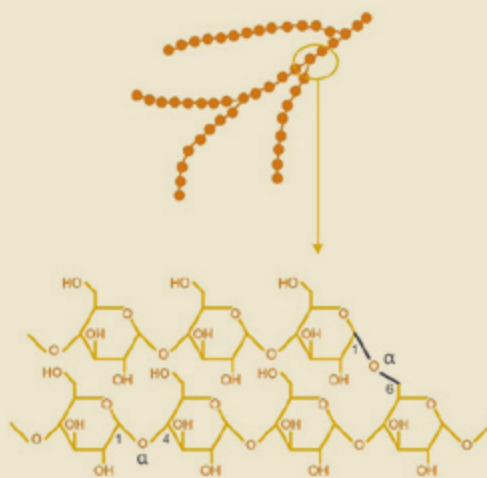


Figura 3 - Polímeros de Amilopectina

linear, permite que as moléculas de amilose se aproximem com maior facilidade.

Já o **amido proveniente de milho waxy**, possui maior característica

de amidos provenientes de milho, o **amido de mandioca** possui um teor intermediário de amilose e, portanto, o gel apresenta uma característica mais suave (Figura 6).

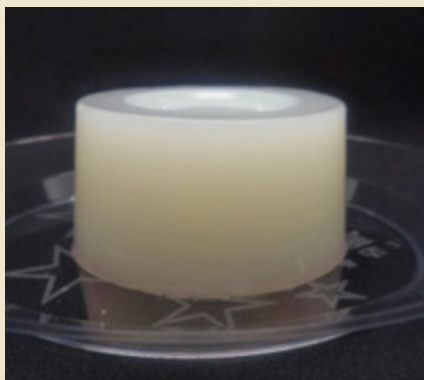


Figura 4 - Gel de Amido de Milho Dent

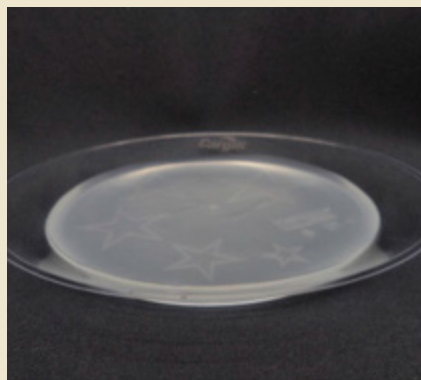


Figura 5 - Gel de Amido de Milho Waxy

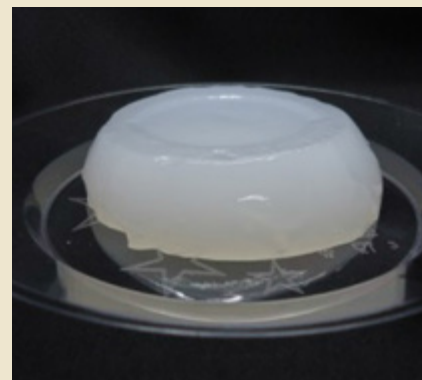


Figura 6 - Gel de Fécula de Mandioca

originação. A capacidade e o tipo de formação de gel está também diretamente relacionado ao teor destas moléculas no amido.

O gel formado pelo **amido de milho dent**, é o que representa maior característica de corte, firmeza e sinérese (Figura 4). Isso ocorre em virtude do maior teor de amilose presente neste amido, cuja estrutura

de pegajosidade e claridade (Figura 5). Isso ocorre pois sua estrutura é composta de basicamente de amilopectina.

De um modo geral, os amidos provenientes de raízes e tubérculos apresentam menores teores de lipídeos e proteínas, e isso faz com que este tipo de amido apresente um sabor mais neutro. Ao compararmos as opções

## CARACTERÍSTICAS DOS AMIDOS

Com o passar dos anos, instrumentos e metodologias foram desenvolvidos para melhor compreensão de sua estrutura básica e das mudanças que ocorrem em sua estrutura, na presença de água, tratamento térmico, pH e interação com outros ingredientes.

# Dossiê Amidos

## MICROSCOPIA

Por meio de microscopia, é possível fazer a identificação da fonte do amido, pois os grânulos de amido possuem tamanhos e formatos diferentes (Figura 7).

Esta técnica também permite fazer uma avaliação das condições do processo, onde é possível avaliar o grau de cozimento do amido, identificando os grânulos crus, bem cozidos, subcozidos e supercozidos (Figura 8).

## GELATINIZAÇÃO, RETROGRADAÇÃO E SINÉRESE

Em água fria, o amido é insolúvel. Entretanto, quando aquecidas, as moléculas iniciam um processo vibratório intenso, ocorrendo quebra das pontes de hidrogênio intermoleculares. Este processo permite a entrada de água que promove a gelatinização do amido (Figura 9).

Durante o processo de gelatinização o grânulo intumescce e a viscosidade aumenta. Cada fonte de amido possui uma temperatura de gelatinização diferente, sendo que a das raízes e tubérculos, apresentam temperatura de gelatinização menor (Tabela 2).



### GELATINIZAÇÃO

A entrada de água intumescce o grânulo e aumenta sua viscosidade. Quando rompido, a solução apresenta queda de viscosidade e mudança na textura.

### RETROGRADAÇÃO

Reaproximação das moléculas devido à redução de temperatura durante o resfriamento do gel.

- CONTRAÇÃO DO GEL
- Aumento da FIRMEZA DO GEL
- Aumento da OPACIDADE

Os grânulos de amido nativo são mais sensíveis e podem ser facilmente rompidos por processos como o de

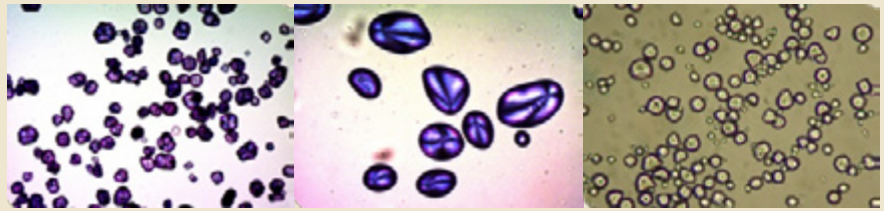


Figura 7 - Microscopia de Amidos de Milho, Batata e Mandioca respectivamente.

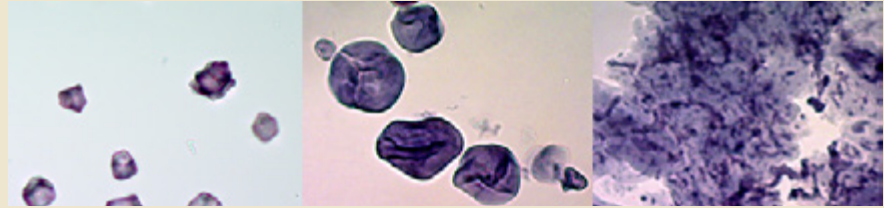


Figura 8 - Grau de cozimento do Amido - Grânulo bem subcozido, bem cozido e supercozido respectivamente.

cisalhamento, o de aquecimento sob altas temperaturas por um tempo prolongado, de acidez e de bombeamento. Uma vez o grânulo rompido, a pasta apresenta queda de viscosidade e mudança de textura.

rese). O processo de retrogradação tem maior propensão de ocorrer em amidos com altos teores de amilose, resultando em contração, aumento da firmeza e aumento da opacidade gel. Esta é uma característica indesejável para a maioria dos produtos - por exemplo é a principal causa do envelhecimento de pães - no entanto, alguns alimentos como flans, pudins e manjares tem este fator como aliado.

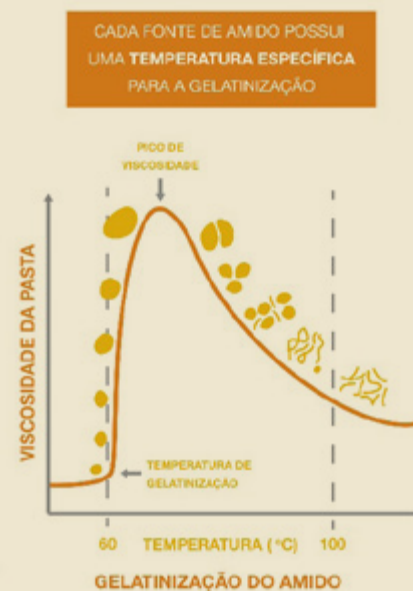


Figura 9 - Processo de gelatinização do amido.

Outra característica do amido é denominada como retrogradação. Este é um fenômeno decorrente da reaproximação das moléculas pela redução de temperatura durante o resfriamento do gel, ocorrendo formação de pontes de hidrogênio intermoleculares e liberação de água existente entre as moléculas (siné-

## APLICAÇÕES

Com uma vasta gama de aplicações nos mais diversos segmentos, o amido tem papel importante na indústria de alimentos, papel e corrugados, petrolífera, construção civil, química, farmacêutica, têxtil, de bens de consumo e muitas outras.

Destacando-se pela grande importância para a indústria alimentícia, entre as inúmeras funções dos amidos, pode-se elencar viscosidade, cremosidade, estabilidade, adesividades e formação de filme como as principais.

O amido nativo tem uma utilização limitada na indústria alimentícia pois não tem resistência à baixos pHs, altos tratamentos térmicos e/ou tratamentos mecânicos. Para atender a demanda do mercado, que requer ingredientes que se ajustem aos processos produtivos, os amidos podem ser modificados fisicamente ou

quimicamente. Estas modificações permitem que a indústria utilize amidos especiais, adaptáveis à ambientes de preparo diferentes e condições de processamento que conferem características multifuncionais exclusivas, como corpo, textura e estabilidade.

ferindo uma **textura** característica ao produto. Também são utilizados nos moldes, auxiliando na **secagem** das balas.

Para a área de **panificação**, os amidos podem ser utilizados com o objetivo de obter uma **padronização**

da **força do glúten**. Na fabricação de bolos auxilia na **textura** e **shelf life** do produto e para a fabricação de pães de queijo, contribui para o **processo** e para a obtenção de **textura**.

Para o setor de **produtos cárneos**, a fécula de mandioca é mais utilizada, pois apresenta uma alta capacidade de absorção de água, proporcionando maior **suculência**, **rendimento** e **maciez** aos produtos. Para sistemas de **empanamento**, os amidos auxiliam na **adesividade**, **viscosidade** do **batter**, **crocância** e **redução da absorção de óleo** durante a fritura.

Os amidos tem uma imensidade de aplicações em todos os setores alimentícios, devendo sua aplicação ser conduzida com base nas legislações vigentes de cada país.

A Cargill tem uma vasta linha de amidos nativos e modificados, desenvolvidos para satisfazer as diversas necessidades dos mais modernos processos alimentícios e industriais.

## AMIDO NA INDÚSTRIA:

INÚMERAS APLICAÇÕES NO SETOR ALIMENTÍCIO



Para iogurtes, sobremesas prontas, sobremesas em pó, bebidas lácteas e queijos processados que estão na categoria de **produtos Lácteos**, os amidos são amplamente empregados com o objetivo de auxiliar na **textura** e **estabilidade** dos produtos. A fécula de mandioca é amplamente utilizada nesta categoria de produto em virtude do seu sabor mais neutro. No caso do segmento de **bebidas**, os amidos pode ser empregados em emulsões, contribuindo para a **estabilidade** do produto.

No setor de **molhos**, **maioneses**, **catchups**, **sopas**, **temperos** e **condimentos** o papel dos amidos é proporcionar **consistência**, **estabilidade** e **corpo** aos produtos.

Já para o segmento de **confeitos** os amidos são bastante utilizados na fabricação de balas de gomas, con-

FONTE	TEOR DE AMIOSE (%)	TEOR DE AMIOPECTINA (%)	DIÂMETRO (UM)	FORMATO	TEMPERATURA DE GELATINIZAÇÃO (°C)
Milho Dent	25	75	5 - 26	Poligonal	62 - 80°C
Milho Waxy (ceroso)	<1	>99	5 - 26	Poligonal	63 - 72°C
Mandioca	17	83	5 - 25	Oval, sino	52 - 65°C
Batata	20	80	15 - 100	Oval	58 - 65°C
Trigo	25	75	1 - 45	Arredondado, lenticular	52 - 85 °C
Arroz	19	81	3 - 8	Arredondado, Oval	65 - 73°C

### BIBLIOGRAFIA

Cereda M. et al. *Propriedades Gerais do Amido*, 2002.  
 David J. Thomas; William A. Atwell. *Starches Handbook*, 1998.  
 Eckhoff, S.R.; Watson, S. *Starch: Chemical and Technology*, 2004.  
 Fennema O. et al. *Química de Alimentos de Fennema*, 2010.



Cargill Agrícola S.A.  
[www.cargill.com.br](http://www.cargill.com.br)

# EXPLORE AS FUNCIONALIDADES DOS AMIDOS OU SOLUÇÕES COM AMIDOS PARA A INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA

Os amidos são usados na indústria de alimentos e bebidas para conferir diversas funcionalidades como espessantes ou estabilizantes, controlar diversas características como textura, aparência, umidade, consistência e estabilidade no armazenamento (*shelf life*). As fontes mais comuns de amido alimentício são o milho, a batata, o trigo, a mandioca e o arroz.

Os amidos nativos têm sido usados há muito tempo como ingredientes no preparo de diferentes produtos. A necessidade das indústrias de alimentos por amidos com diferentes propriedades levaram a produção de amidos modificados. Os amidos modificados são produtos obtidos a partir do amido nativo, com a finalidade de atender as necessidades específicas da indústria de alimentos. Essas modificações visam obter produtos em que as cadeias sejam menores, ou tenham suas ramificações alteradas, resultando em amidos de maior resistência. Os amidos podem ser modificados química ou fisicamente e cada amido modificado pode adquirir diferentes propriedades e características, em maior ou menor grau, prestando-se assim

para usos específicos na indústria de alimentos.

## O AMIDO RESISTENTE

Os consumidores buscam uma dieta balanceada com produtos que ajudam a cuidar da saúde e que promovem o bem-estar, minimizando os impactos da vida moderna.

Para atender essa nova realidade, a indústria tem lançado inúmeros produtos com apelo saudável: com fibras, enriquecido com vitaminas e minerais, com redução de açúcar, gordura ou calorias, funcionais, naturais ou orgânicos.

Desta forma, a indústria de alimentos vem se interessando pelo amido resistente em função de suas propriedades funcionais para o organismo humano. Os estudos de amido resistente começaram a partir da década



de 80, onde se percebeu que uma parte não era digerida no intestino delgado e chegava ao cólon, servindo de alimento para a flora bacteriana. Esse amido que não era digerido recebeu o nome de amido resistente e, através de estudos, concluíram que traz efeitos fisiológicos semelhantes com o das fibras alimentares. Foi provado cientificamente que o amido resistente traz muitos benefícios às pessoas que o consomem. Dentre eles, pode-se destacar o fato de



proporcionar a boa saúde do cólon, porque, além de aumentar o volume do bolo fecal (como as fibras insolúveis convencionais), é um ingrediente prebiótico, pois é fermentado no intestino grosso, fazendo com que as bifidobactérias produzam mais butirato (quando comparado com outras fontes de fibras solúveis), que evita a formação de células cancerígenas.

Pode-se dizer que o amido resistente é um ingrediente fisiologicamente igual às fibras insolúveis e quimicamente igual às solúveis. Por essa razão, o amido resistente pode ser usado sozinho, como fonte de fibra, ou como auxílio para se atingir níveis mais elevados (em combinação com fibras convencionais).

Quando se compara produtos com fibras convencionais, e com amido resistente, as massas são mais facilmente manuseáveis, o sabor é mais “limpo”, o *mouthfeel* e a textura são mais suaves e lisas e, menos ajustes na formulação são necessários. Por exemplo: pão branco com amido resistente terá um melhor volume, miolo mais uniforme e estrutura celular mais fina do que pão com fibras convencionais.

O amido resistente também atua como um ingrediente funcional para melhorar textura. Testes comprovam que ele proporciona crocância em aplicações onde se aplica alto aquecimento na superfície do produto, como em *waffles* e *crackers*. Ele ajuda a amaciar a textura do miolo. Em *brownies*, bolos e cookies os amidos resistentes proporcionam textura suave que é mantida durante a vida útil do produto.

### BENEFÍCIOS DO AMIDO RESISTENTE

O consumo de amido resistente traz diversos benefícios como saúde da digestão, fibra prebiótica, gerenciamento do índice glicêmico, liberação de energia e controle de peso.

#### SAÚDE DA DIGESTÃO

O amido resistente é fermentado rapidamente por bactérias anaeróbicas do cólon, levando a produção de butirato (ácido graxo de cadeia curta), que é fonte de energia preferencial para as células do cólon saudável e

tem demonstrado ter propriedades anti-inflamatórias e anticancerígenas. Consequentemente, há redução do pH do lúmen e estimulação da proliferação de células epiteliais do cólon.

#### FIBRA PREBIÓTICA

As principais características de um prebiótico incluem resistência às enzimas salivares, pancreáticas, intestinais e ao ácido estomacal; não deve sofrer hidrólise enzimática ou absorção no intestino delgado; deve ser metabolizado seletivamente no cólon por um número limitado de bactérias benéficas; deve ser capaz de alterar a microbiota bacteriana saudável e ser capaz de induzir efeito fisiológico que seja importante para saúde.

#### GERENCIAMENTO DO ÍNDICE GLICÊMICO

Ao substituir a farinha de trigo por amido resistente em um alimento, diminuímos a quantidade de açúcar absorvida e que vai para o sangue, o que contribui para uma menor resposta glicêmica no organismo e, consequentemente, uma menor resposta insulínica. Além disso, a fermentação do amido resistente no intestino grosso aumenta a sensibilidade à insulina em indivíduos saudáveis.

#### LIBERAÇÃO DE ENERGIA

De acordo com a velocidade que o amido é digerido *in vitro*, pode ser classificado de diferentes formas. Rapidamente digerível, quando ao ser submetido à incubação com amilase pancreática e amiloglicosidase em uma temperatura de 37°C, converte-se em glicose em 20 minutos; lentamente digerível, se nas condições anteriores, é convertido em glicose em 120 minutos; e resistente a digestão (amido resistente), que resiste à ação das enzimas digestivas. Por este motivo, a energia proveniente do Amido Resistente é liberada



# Dossiê Amidos

durante um longo período de tempo diferentemente do amido comum que é rapidamente liberada.

## CONTROLE DE PESO

O amido resistente contém menos calorias do que a farinha de trigo e quando substituído reduz o valor calórico do alimento, possibilitando o desenvolvimento de produtos *light*. Como o efeito deste amido ocorre durante um longo período de tempo pode ocasionar implicações benéficas no controle de peso.

De acordo com estudos, ajuda a queimar gorduras principalmente na região abdominal. Isso porque ele passa intacto pelo sistema digestivo e produz ácidos graxos que estimulam as enzimas a derreter gordura ou pelo menos evitar que ela fique estocada na região abdominal.

Além disso, a ingestão de amido resistente ajuda estimular saciedade, fazendo com que as pessoas consumam menos calorias.

## HI-MAIZE - UM AMIDO RESISTENTE QUE É MUITO MAIS QUE UMA SIMPLES FIBRA

O amido natural HI-MAIZE é uma fonte natural de fibras. Com o HI-MAIZE, os consumidores podem continuar a consumir os alimentos que adoram e se beneficiar com a ingestão diária recomendada de fibras e amidos resistentes que o corpo necessita.

O HI-MAIZE pode ser aplicado em pães, bolos, biscoitos, massas, cereais e pré-misturas para panificação. O amido resistente pode substituir parcialmente a farinha na formulação. Esta substituição mantém uma textura excelente nos alimentos e melhora consideravelmente a qualidade sensorial quando

comparado com as fibras, que geralmente são de coloração escura e tem sabor característico.

O amido resistente é um tipo de fibra que tem efeitos benéficos ao metabolismo, incluindo a diminuição da concentração de glicose no sangue e a melhoria na sensibilidade à insulina. Com o objetivo de entender os efeitos em mulheres, o estudo foi conduzindo em 43 mulheres saudáveis de peso normal e obesas, pré e pós-menopausa, e idades entre 22 e 68 anos. Foi aplicado Estudo Clínico Randomizado (ECR), cruzado (2 intervenções), controlado (placebo) e cego. O amido de milho HI-MAIZE® 260 foi incorporado a *snacks* e testado em 2 dosagens, 15 e 30g de



amido resistente por dia. Foi utilizada uma amostra controle isocalórica, formulada com amido de milho ceroso de rápida digestão. As participantes consumiram os *snacks* durante quatro semanas consecutivas, com intervalos de quatro semanas sem consumir o produto teste, totalizando três ciclos completos de teste. A sensibilidade à insulina foi avaliada no final de cada período utilizando um teste de tolerância à glicose via intravenosa.

Os resultados mostram que o amido resistente HI-MAIZE® melhorou a sensibilidade à insulina tanto no grupo de mulheres com pré como no grupo de mulheres em pós-menopau-

sa. A sensibilidade inicial à insulina e as medidas de circunferência abdominal das participantes exerceram influência direta na resposta aos testes. Foi identificado um subgrupo de mulheres com sensibilidade à insulina elevada (n = 12). Neste subgrupo nenhuma melhoria foi encontrada. Para o restante das mulheres (n = 28) foi observada uma melhoria de 26% na sensibilidade à insulina após o consumo dos *snacks* contendo 30 g de amido resistente, em comparação com os *snacks* que não continham amido resistente (p = 0,02). Os efeitos variaram também com a circunferência da cintura, com melhorias mais significativas observadas em mulheres com cinturas maiores.

*“Este estudo reforça os benefícios metabólicos que o amido resistente HI-MAIZE® proporciona aos consumidores preocupados com a manutenção de níveis saudáveis de açúcar no sangue”, disse Christine Pelkman, Ph.D. - cientista sênior de nutrição e gerente de pesquisa clínica da Ingredion Incorporated. Estudos clínicos publicados demonstram que amidos resistentes, como*

o HI-MAIZE®, reduzem a resposta glicêmica dos alimentos e melhoram a sensibilidade à insulina. Este estudo indica que HI-MAIZE® pode beneficiar um grupo específico de mulheres e que o efeito foi mais acentuado no grupo que mais se beneficia dele.

## SOBRE O AMIDO RESISTENTE HI-MAIZE®

O amido resistente HI-MAIZE® é produzido pela Ingredion Incorporated a partir de variedade proprietária de milho híbrido com alto teor de amilose. Contém cerca de 40% de amido digerível (glicêmico) e 60% de amido resistente (fibra insolúvel que

resiste à digestão no intestino delgado e chega íntegro ao intestino grosso). Nos últimos 20 anos, mais de 200 estudos publicados - incluindo mais de 70 testes clínicos em humanos - vem demonstrando uma gama de benefícios relacionados ao consumo de amido resistente HI-MAIZE®, incluindo o auxílio no gerenciamento do índice glicêmico e da liberação de energia, controle de peso e saciedade em indivíduos saudáveis. Pode ser utilizado em formulações de alimentos como pães, bolos, massas e *snacks*, substituindo parcialmente a farinha na formulação, ou em *smoothies*, iogurtes ou mingaus, através de mistura simples.

### UTILIZAÇÃO DO AMIDO MODIFICADO PARA MAXIMIZAR A PRODUTIVIDADE DAS EMULSÕES PARA BEBIDAS

Os emulsificantes desempenham dois papéis: reduzem, dinamicamen-

te, a tensão interfacial para facilitar a emulsificação e estabilizam emulsões durante o armazenamento, transporte e no produto final (bebida pronta). Os amidos modificados e a goma arábica são os emulsificantes mais comumente utilizados em emulsões para bebidas devido à sua anfifilicidade, o que significa que eles têm afinidade tanto com óleo como com água.

Em bebidas, o PURITY GUM® ULTRA traz excelentes benefícios à indústria. A tecnologia empregada é patenteada e utiliza um processo inovador, o qual permite obter uma estrutura molecular otimizada adequada para emulsões de bebidas. PURITY GUM® ULTRA oferece quatro vezes o poder emulsificante quando comparado aos tradicionais. Aumenta significativamente a produtividade na fabricação de emulsões para bebidas, reduz custos de armazenagem e transporte, otimiza a utilização dos ativos, postergando os investimentos para ampliação e

reduz a emissão de carbono alinhado com as iniciativas de sustentabilidade corporativa.

Um estudo independente publicado no *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 2011 Vol.88, 47-55, confirma o melhor desempenho de PURITY GUM® ULTRA: “o novo amido modificado utilizado neste estudo foi capaz de formar emulsões estáveis com gotículas de pequenas dimensões (0,3 micron) em óleo”.

### TEXTURA : EXPLORE NOVAS EXPERIÊNCIAS SENSORIAIS

Entre os principais agentes de textura utilizados industrialmente destacam-se os amidos e por sua versatilidade continua sendo considerado um ingrediente em perspectiva de crescimento pelo aumento de consumo por produtos industrializados.

Textura é um dos atributos mais importantes na experiência sensorial do consumidor ao saborear

#### AMIDO TRADICIONAL 12:12



#### PURITY GUM™ ULTRA 6:24



Economia de recursos naturais e redução de emissão de carbono

# Dossiê Amidos

alimentos e bebidas. É cremosidade nos iogurtes, sobremesas e sopas. É crocância nos biscoitos. É intensidade nos molhos. Textura é o que confere ao produtos aquela sensação especial e que faz a diferença para o consumidor, influenciando na decisão de compra. Inovar em texturas abre um leque de oportunidades para levar produtos diferenciados que agradem ao gosto do consumidor.

## VELOCIDADE PARA O MERCADO COM A TECNOLOGIA DIAL-IN™ TEXTURE

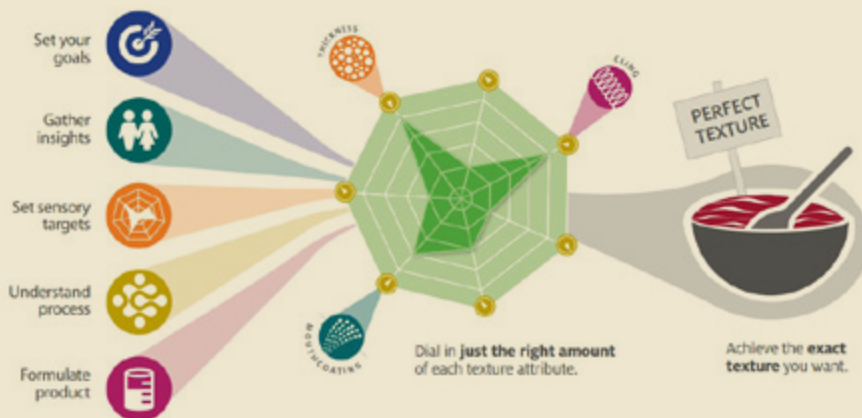
**DIAL-IN™ Texture** é uma tecnologia patenteada da Ingredion, que permite conseguir a textura exata que os consumidores desejam, de maneira rápida e precisa. Através desta abordagem baseada em dados, do entendimento das necessidades do consumidor e suas preferências sensoriais, a Ingredion trabalha na transformação ou otimização das texturas de seus produtos.

Este processo estruturado reduz significativamente o tempo de desenvolvimento de produtos e resulta em uma otimização do seu processo.

A metodologia **DIAL-IN®** compreende um número de competências e ferramentas que melhoram ou mantêm as texturas desejadas dependendo do seu desafio. Cada

## DIAL-IN® Texture Technology

The shortest path to the perfect texture



### Mapa ilustrativo de textura



Expertise sensorial: os especialistas em análise sensorial e um painel treinado compreendem como traduzir a linguagem da textura do consumidor

em atributos sensoriais. Isto permite o rápido desenvolvimento de produtos com texturas ideais que correspondem às necessidades reais do mercado.



uma é especialmente utilizada para definir e acelerar o desenvolvimento de novos produtos.

Mapa de textura: esta ferramenta sensorial ilustra visualmente as características de textura de produtos de mercado. Isto auxilia clientes a entenderem o comportamento e posicionamento de seus produtos no mercado.



# Ingredion

Ingredion Brasil Ingredientes Industriais Ltda.

[www.ingredion.com.br](http://www.ingredion.com.br)

# FUNCIONALIDADE DO AÇÚCAR EM BOLOS

Doze colheres de café de açúcar. Ingerir mais do que isso em um dia, o equivalente a 50g, é deixar o corpo mais propício a doenças como obesidade, diabetes, cárie, câncer e hipertensão.

O alerta foi dado recentemente pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que reforçou que, para chegar a esse valor, adultos e crianças precisam ficar atentos ao consumo indireto dessa substância. Normalmente achamos que estamos fazendo escolhas saudáveis consumindo alimentos de baixo teor de gordura, sem glúten, com vitaminas, etc., sem notar que o teor de açúcar foi aumentado significativamente para fazer com que o produto pareça com sua versão “não saudável” original.

Esse impulso na redução do consumo de açúcares livres, por sua vez, terá impacto na indústria de alimentos com o aumento da demanda de produtos com baixo teor de açúcar.

A indústria de panificação é um dos setores que sente forte impacto por essa nova tendência. Diferente de outras aplicações como bebidas, por exemplo, na panificação os açúcares têm outros papéis importantes, além de apenas adoçar o produto.

Açúcar é um ingrediente altamente funcional. Dependendo da maneira em que é aplicado, ele irá contribuir de diferentes maneiras e provavelmente com várias funções ao mesmo tempo. É uma vasta variedade de mecanismos que fazem do açúcar um ingrediente complexo e desafiante de se substituir. Aqui você irá descobrir como essas funções afetam massas de bolos e *muffins*.

O açúcar é vital em todas as fases do processo de cozimento da massa de bolos, da expansão ao escurecimento. Veremos então, como é o impacto do açúcar nos diferentes estágios:

**Volume** - Embora não apareça em nenhuma lista de ingredientes, ar é um ingrediente chave para bons bolos.

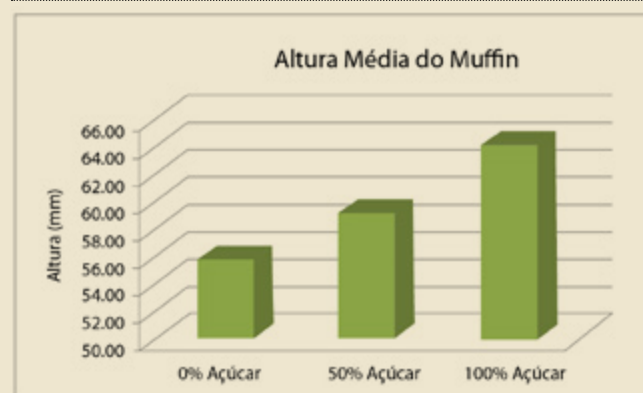
Durante a expansão da massa, o número de bolhas produzido será mantido na massa do bolo final. Devido a alta tensão superficial da massa, o dióxido de carbono liberado pelo fermento em pó é capaz apenas de aumentar o tamanho das bolhas existentes, mas não produz novas bolhas.

Essas bolhas também aumentam através de dois mecanismos: expansão térmica, porque o ar expande quando aquecido e também pelo vapor d'água que começa a ser produzido.

Se houver muito açúcar presente, a massa irá ficar pesada (pense em um *brownie*). Isso acontece devido à cristalização do açúcar no bolo não permitindo a formação da cadeia proteica de glúten, que por sua vez, faz a massa cair. Essa cristalização do açúcar também cria uma cobertura pesada, não permitindo o crescimento adequado do bolo.

No entanto, se não houver açúcar suficiente presente na massa do bolo, a formação da cadeia proteica será afetada, mas agora resultando em um bolo mais duro devido à conformação da cadeia de glúten presente. Trata-se de um equilíbrio fino!

FIGURA 1 - EFEITO DA REDUÇÃO DE AÇÚCAR NA ALTURA DO MUFFIN



**Estrutura** - A combinação da coagulação proteica e gelatinização do amido é o que forma a estrutura final da massa do bolo; a taxa com que isso ocorre está diretamente ligada com o nível de açúcar presente no bolo.

Maior quantidade de açúcar aumenta a temperatura de gelatinização do amido, o que permite maior tempo de expansão da massa durante o cozimento. Esse tempo adicional para a expansão da massa resulta no aumento do volume final do bolo.

Açúcar também retarda a coagulação das claras de ovos e proteínas do leite, resultando em maior tempo para a expansão da massa.

## FORMAÇÃO DE COR, SABOR E AROMA

Açúcar é obviamente conhecido pelo sabor doce que dá aos alimentos, mas esse não é o único efeito que ele

proporciona no sabor e aroma do bolo.

Existem duas reações que resultam no escurecimento não enzimático.

A reação química entre açúcares reduzidos e aminoácidos, das proteínas, é conhecida como reação de Maillard que ajuda a conferir cor e sabor ao bolo. Esse processo também libera aromas característicos de bolo assado. A reação de Maillard ocorre somente na superfície da massa, já que essa é a única parte do bolo que atinge temperatura suficientemente alta e desidrata o bastante para permitir que a reação ocorra.

A segunda reação que confere cor e sabor é a caramelização. Trata-se da quebra de açúcares complexos em açúcares simples não polimerizados. Diferentemente da reação de Maillard, a caramelização não requer presença de proteínas ou aminoácidos. É puramente a quebra de açúcares. De modo diferente da reação de Maillard, a caramelização é dependente da temperatura. Abaixo de 180°C será observado menos caramelização do que quando se pratica uma temperatura mais alta.

Reação de Maillard e caramelização produzem ambos compostos saborosos e moléculas de aroma agradável e voláteis, resultando nos produtos cheirosos e saborosos da panificação.

## CONSERVAÇÃO

A validade do bolo também aumenta devido à ligação do açúcar com a água. O açúcar aumenta a pressão osmótica na massa resultando em uma baixa atividade de água. A pressão osmótica é a pressão necessária para evitar que a água escoe de uma área com alta atividade de água para outra de baixa atividade de água. Se a quantidade de açúcar aumenta, aumenta também a pressão osmótica, devido à ligação do açúcar com a água. Consequentemente os microrganismos perdem a capacidade de absorver a água necessária através de sua parede celular para o crescimento.

Açúcar também aumenta a vida de prateleira do bolo em termos de manter a massa macia ao longo do tempo.

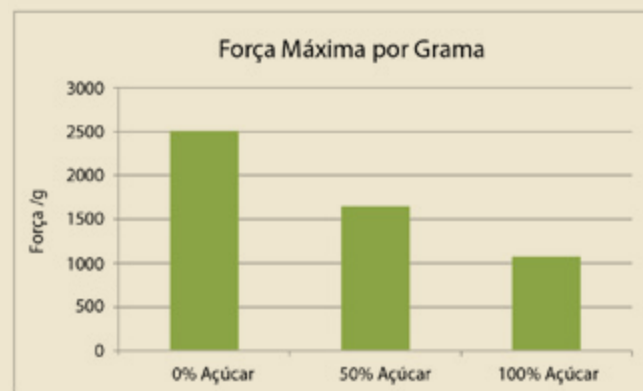
## TEXTURA

O açúcar também atua como agente de amaciamento à medida que absorve água, retardando a coagulação proteica e a gelatinização do amido. Açúcar de menos afeta a formação da cadeia proteica afetando a conformação do glúten resultando em uma massa mais dura. Quanto mais água livre presente na massa, mais fácil é para as estruturas do glúten se ligarem. Açúcar compete com glúten pela água. Absorvendo água da massa diminui-se a taxa em que a gliadina e glutenina irão se ligar.

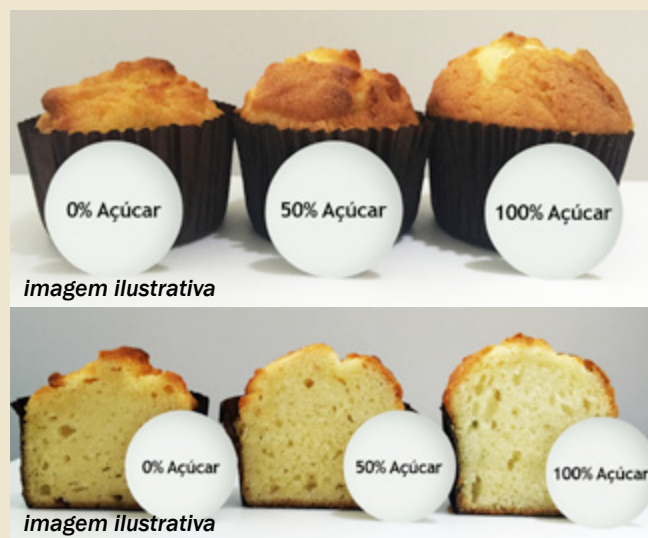
Assim como o açúcar e o glúten competem pela água na massa, amidos também competem. O açúcar aumenta

a temperatura de gelatinização do amido diminuindo a quantidade de água livre disponível e, por consequência, a atividade de água da massa. Isso também significa que alto teor de açúcar dificulta a ligação do amido com a água e a massa fica menos viscosa.

FIGURA 2 - EFEITO DA DIMINUIÇÃO DE AÇÚCAR NA FIRMEZA DA MASSA DO BOLO



Como pode ser visto nas imagens abaixo, conforme a quantidade de açúcar é reduzida, não só o volume cai, mas também a superfície do bolo se torna áspera e a estrutura do miolo muito mais densa.



Portanto, além do aumento do sabor doce, o açúcar também:

- Aumenta a temperatura de gelatinização do amido.
- Diminui a coagulação proteica.
- Aumenta o volume da massa.
- Dá cor a crosta.
- Aumenta a vida de prateleira.
- Melhora a textura e maciez.

Devido à alta funcionalidade do açúcar, é desafiante criar um substituto a altura. A Amidos Mundo Novo, com o Novex, tem conseguido ótimos resultados substituindo

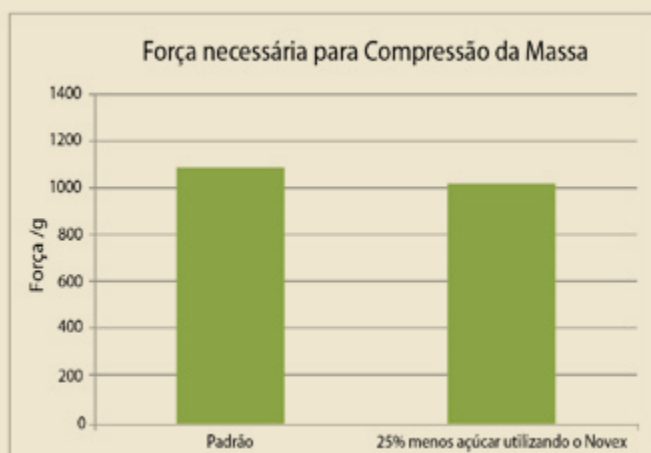
até um terço do açúcar em massas e bolos sem perder a funcionalidade e melhorando as características nutricionais do produto; diminuindo açúcar e, portanto, calorias. Com isso, fornecendo ao mercado um produto que auxilia na fabricação de produtos com menos açúcar, de acordo com as novas diretrizes estabelecidas.



Foi possível substituir o açúcar com sucesso usando o Novex para as seguintes aplicações:

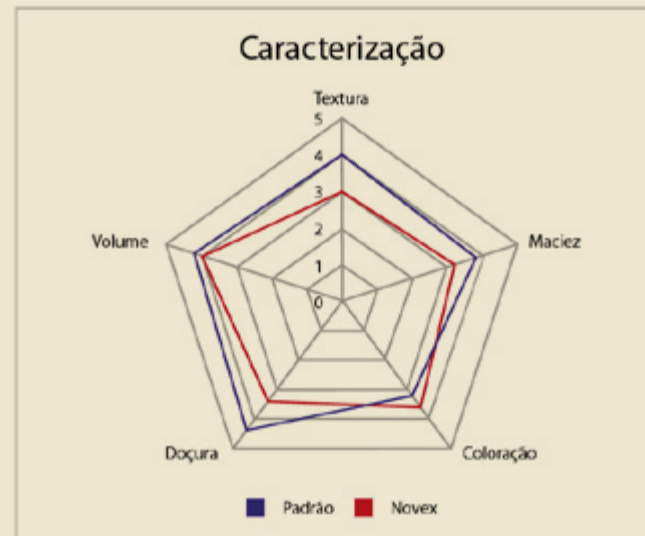
- Bolos.
- Granola e cereais.
- Barras de cereais.
- Biscoitos.
- Muffins.

FIGURA 3 - SUBSTITUINTE DE AÇÚCAR DA AMIDOS MUNDO NOVO MANTÉM A MACIEZ MESMO COM REDUÇÃO DE ATÉ 25%



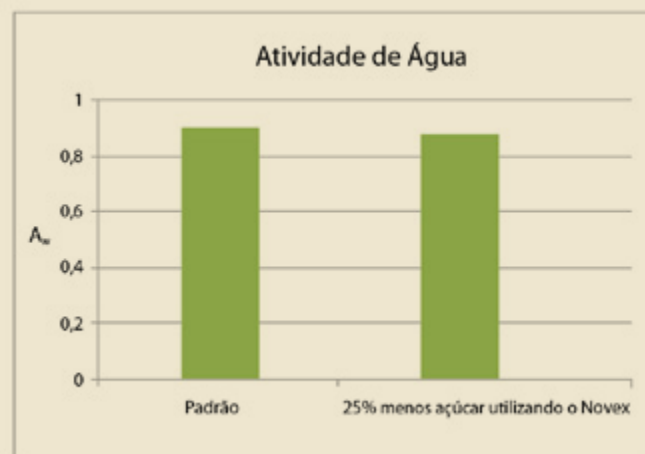
Há pouca diferença quando comparamos o sabor do bolo com redução do açúcar com a massa padrão. Aparência, volume e maciez são todos mantidos.

FIGURA 4 - CARACTERIZAÇÃO



Atividade de água é mantida mesmo quando o açúcar é diminuído em 25%, utilizando o substituinte.

FIGURA 5 - ATIVIDADE DE ÁGUA



A evolução em amidos.

Amidos Mundo Novo  
[www.mundonovo.ind.br](http://www.mundonovo.ind.br)

# OPÇÕES TEXTURIZANTES COM AMIDOS MODIFICADOS

Amido é um carboidrato constituído de glicose com ligações glicosídicas. Este polissacarídeo é produzido pelas plantas verdes servindo como reservatório de energia. É o mais comum carboidrato na alimentação humana e é encontrado em grande quantidade de alimentos, como batatas, arroz e trigo.

O grão de amido é uma mistura de dois polissacarídeos, amilose e amilopectina, polímeros de glicose formados através de síntese por desidratação (a cada ligação de duas glicoses, no caso, há a “liberação” de uma molécula de água).

## ESTRUTURA

### AMILOSE:

Macromolécula constituída de 250 a 300 resíduos de D-glicopiranoose, ligadas por pontes glicosídicas  $\alpha$ -1,4, que conferem à molécula uma estrutura helicoidal.

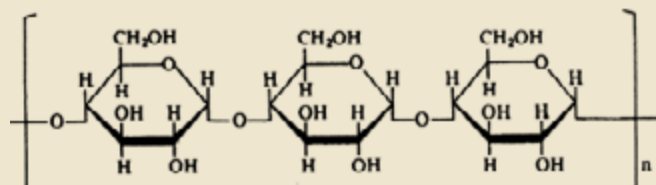


Figura: Amilose

### AMILOPECTINA:

Macromolécula, menos hidrossolúvel que a amilose, constituída por cerca de 1400 resíduos de  $\alpha$ -glicose ligadas por pontes glicosídicas  $\alpha$ -1,4, ocorrendo também ligações  $\alpha$ -1,6, que dão a ela uma estrutura ramificada. A amilopectina constitui, aproximadamente, 80% dos polissacarídeos existentes no grão de amido.

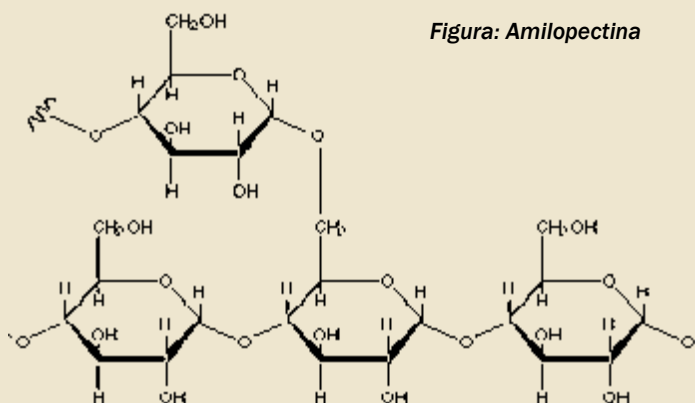


Figura: Amilopectina

## Diferenças entre os polímeros

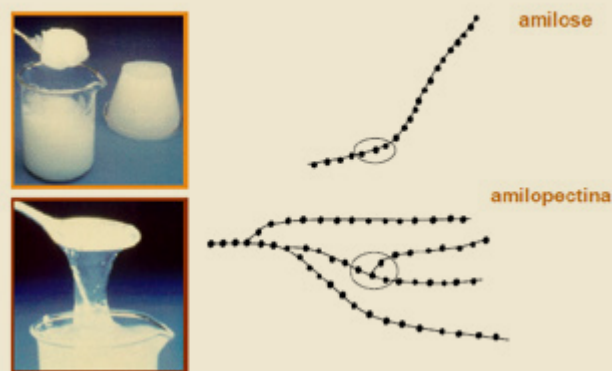


Figura: Perfil de textura de polissacarídeos do amido

Na indústria de alimentos o amido é utilizado para alterar ou controlar diversas características como textura, aparência, umidade, consistência e estabilidade no *shelf life*. Pode também ser utilizado para ligar, expandir, clarear ou conferir opacidade, produzir textura curta, lisa ou polposa.

Também serve para estabilizar emulsões quanto para formar filmes resistentes ao óleo.

Para atender às diferentes demandas dos mercados que necessitam de ingredientes mais complexos para elaboração do produto final, os amidos nativos isolados da fonte vegetal original

podem ser modificados enzimaticamente, fisicamente ou quimicamente. Com isso, as indústrias alimentícias podem contar com amidos especiais que possuem maior versatilidade em condições de processamento e ambientes de preparo diferentes.

A forma não modificada do amido tem uso limitado na indústria de alimentos.





Os grânulos sem modificação se hidratam facilmente, incham rapidamente, se rompem e perdem viscosidade e produzem pasta com pouco corpo e muita coesão.

### PRINCIPAIS MODIFICAÇÕES DOS AMIDOS

**Oxidação** - Apresenta pasta clara e baixa tendência a espessamento ou retrogradação. Para aplicação em indústria alimentícia, seu desempenho é bom quando são desejados: baixa viscosidade, alto teor de sólidos e textura cremosa, como em recheios de pães.

**Hidrólise ácida** - Apresenta baixa tendência a espessamento durante o processamento térmico e alta capacidade de gelificação após resfriamento. Para aplicação em indústria alimentícia, seu desempenho é bom quando são desejados: baixa viscosidade, textura lisa e formação de gel, como em doce de leite.

**Crosslinking (ligação cruzada)** - Tolerância ao calor, ácidos e cisalhamento são característicos deste tipo de amido. O *crosslinking* do amido pode ser visto como uma “soldadura por pontos” do grânulo, reforçando as ligações de hidrogênio e impedindo a solubilização e inchamento do grânulo. Esta modificação reforça as características desejadas dos amidos, com menor tendência ao rompimento, mesmo ao aplicar maiores tempos de cozimento, concentrações de ácido ou agitação severa.

**Esterificação** - Neste tipo de reação objetiva-se a manutenção das cadeias de amilose separadas após o cozimento, evitando a retrogradação, o que ocorre não só pela eliminação de algumas hidroxilas, mas também pela introdução nas cadeias de radicais carregados negativamente, que vão se repelir, mantendo as cadeias afastadas. O resultado deste tratamento é um amido estabilizado, com o qual se produzirá pasta resistente a vários ciclos de congelamento-descongelamento.

A Vogler Ingredients, em parceria com a Tate & Lyle, disponibiliza soluções em amidos para aplicações diversas, incluindo a linha de amidos funcionais.

### AMIDOS MIRAMIST SE - EMULSIFICANTE ALTERNATIVO

O amido Miramist SE é um amido modificado com características emulsificantes alternativo a amidos nativo ou modificados 100% hidrofílicos. Forma emulsão sem conferir viscosidade. Tem a capacidade de substituir os ovos em molhos com baixo teor de óleo. Em processo sua adição é recomendada na fase óleo para garantir a interface óleo/água.

Vantagens: Rótulo mais atrativo na substituição da gema de ovo e emulsificantes químicos: não alergênico e sem base química.



### Entrecruzamento ou “Crosslinking”

Amidos modificados com diferentes níveis de x-linking

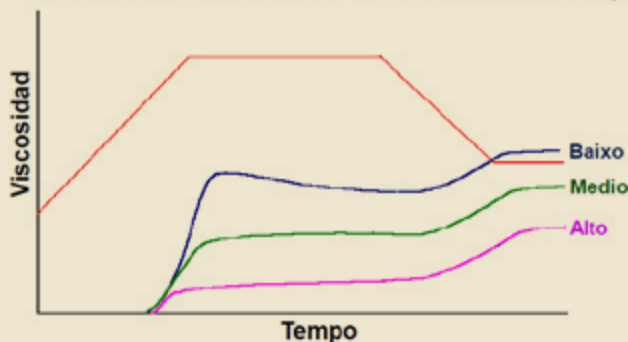


Figura: Impacto na viscosidade de amidos modificados entrecruzados

### AMIDOS WAXY X-PAND'R - AGENTES DE EXPANSÃO

Da Linha X-PAND'R são amidos do tipo Waxy, ideais para produtos extrusados onde se deseja expansão e textura crocante. Excelente adesão com estabilidade a ruptura. Confere textura similar a fritura em produtos forneados.

# Dossiê Amidos

## PULPIZ - MIMETIZANTE DE POLPAS

PULPIZ, é um amido de milho regular modificado que mimetiza a textura da polpa de tomate com custo-em-uso reduzido. Substituir polpa de tomate ou outras frutas de característica polposa em formulações diversas sem



comprometer a aparência, textura e qualidade sensorial e sem alterar o processo produtivo. Pode ser misturado diretamente com outros ingredientes secos. Possui tamanho de partícula otimizado para evitar a formação de grumos durante a dispersão, é de fácil hidratação podendo ser realizada em água fria, quente ou até mesmo fervente. Permite a redução de frutas em pelo menos 20% sem impacto sensorial.



### AMIDOS INSTANTÂNEOS:

- Disponibilidade de dois tipos:
- Pregel - A estrutura granular é danificada. São usados quando brilho e textura não são exigências.

- Granulares - A estrutura granular é mantida. São usados quando brilho e textura lisa são importantes.

### Amidos Instantâneos

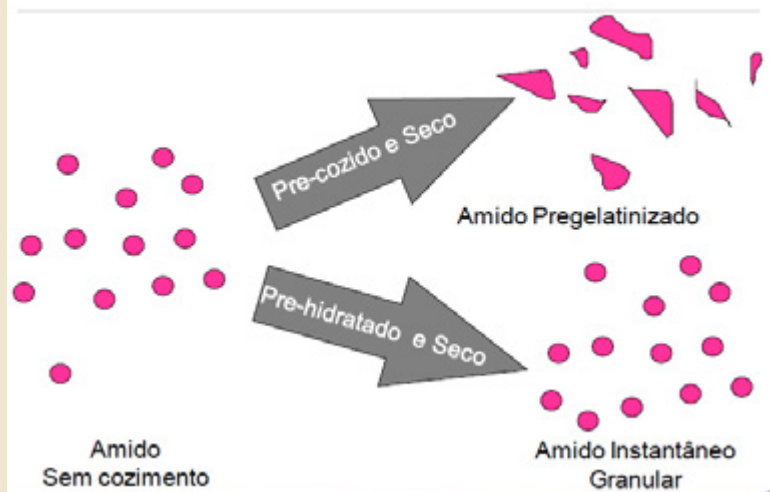


Figura: Amidos Instantâneos

Desenhados para processos a frio ou quando a disponibilidade de água ou processo para hidratação são fatores limitantes.



\* Ana Lúcia Barbosa Quiroga é gerente de P&D e Aplicação da Vogler Ingredients.



Vogler Ingredients Ltda.  
[www.vogler.com.br](http://www.vogler.com.br)