

# IMPORTÂNCIA DOS AMIDOS MODIFICADOS NOS ALIMENTOS PROCESSADOS: INGREDIENTE EM PERSPECTIVA

Segundo a publicação **Brasil Food Trends 2020**, os amidos modificados continuam a se destacar como ingredientes em perspectiva para 2020, sendo importantes agentes de textura, de resistência à variação de temperatura e na substituição de matérias-primas em escassez, alto custo ou necessidades tecnológicas.

As fontes mais comuns de amido são cereais e raízes, como o arroz, milho, trigo, batata e mandioca. Este carboidrato, composto de amilose e amilopectina, representa em média 70% à 80% das calorias ingeridas na dieta humana. O amido é insolúvel em água fria e apresenta baixo custo, grande disponibilidade e facilidade de armazenamento e manipulação.

Amidos modificados alimentícios são definidos como aqueles que têm uma ou mais das suas características originais alteradas por um tratamento em conformidade com as Boas Práticas de Fabricação (BPF), utilizando um dos procedimentos listados na Tabela 1. No caso de amidos tratados com aquecimento na presença de reagentes ácidos ou alcalinos, a alteração é uma pequena fragmentação. Quando o amido é branqueado, a alteração é essencialmente na cor. A oxidação envolve a produção deliberada de grupos carboxila. A acetilação resulta na substituição parcial dos grupos hidroxila dos monômeros de glicose por grupos -O- (etanoato). O tratamento com reagentes, tais como o ácido ortofosfórico, resulta em substituição parcial das posições 2, 3- ou 6- dos monômeros de glicose, a menos que a posição 6 esteja ocupada por ramificação. Nos casos de *cross-linking* (ligações cruzadas), em que um agente de substituição polifuncional (como o oxiloreto de fósforo) liga duas cadeias, a estrutura pode ser representada por: Amido-O-R-O-Amido, em que R representa o grupo da ligação cruzada e o amido refere-se a uma estrutura linear e/ou ramificada.

TABELA 1 - LISTA DOS AMIDOS MODIFICADOS	
Nº INS	Nome
1400	Dextrina de amido torrado
1401	Amido tratado por ácido
1402	Amido tratado por alcalino
1403	Amido branqueado
1404	Amido oxidado
1405	Amido tratado por enzima
1410	Fosfato de amido monossustituído
1412	Fosfato de amido dissustituído
1413	Fosfato de amido dissustituído fosfatado
1414	Fosfato de amido dissustituído acetilado
1420	Amido Acetilado
1422	Adipato de amido dissustituído acetilado
1440	Hidroxipropilamido
1442	Fosfato de amido dissustituído hidroxipropilado
1450	Octenilsuccinato de amido sódico
1451	Amido oxidado acetilado

Fonte: COMPENDIUM OF FOOD ADDITIVE SPECIFICATIONS - 74th Meeting 2011  
Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives

A modificação do amido permite a obtenção de produtos de grande importância para aplicação industrial. Em geral, mas principalmente na indústria alimentícia, o amido é utilizado para alterar ou controlar diversas características, como textura, aparência, umidade, consistência e estabilidade no *shelf life*, além de melhorias no processo produtivo. As diferentes modificações feitas permitem que seja usado para ligar ou desintegrar; expandir ou adensar; clarear ou tornar opaco; reter umidade ou inibi-la; produzir textura curta ou fibrosa; textura lisa ou rugosa; coberturas leves ou crocantes. Também pode servir tanto para estabilizar emulsões quanto para formar filmes resistentes ao óleo. O amido ainda pode ser usado como auxiliar em processos na composição de embalagens e na lubrificação ou equilíbrio do teor de umidade.

## AMIDOS MODIFICADOS

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. Modifica-se o amido para realçar ou inibir propriedades inerentes, apropriadas para aplicações específicas, conseguindo alterar consistência, poder aglutinante, incrementar estabilidade, melhorar palatabilidade, gelificar, dispersar e turvar.

O conhecimento da composição de cada tipo de amido, assim como o controle da variação da concentração de amilose/amilopectina durante os períodos de safra/entressafra se figuram como controles essenciais na indústria de amidos modificados para obtenção de produtos com mínima variação em suas características viscoelásticas.

As modificações podem ser classificadas como químicas, físicas, enzimáticas ou combinadas, o que é diferenciado de acordo com o tipo de processamento a ser realizado. Existem diversas formas de modificações químicas, dentre elas podemos destacar: oxidação, hidrólise ácida, *cross-linking* e esterificação. Nestes processos de modificação química o controle rigoroso das reações faz com que o produto final apresente as características finais desejadas.

Com a mesma importância do controle das reações químicas realizadas, o controle da remoção dos resíduos químicos gerados durante a fase final de processamento é fundamental neste tipo de processo. Esta etapa é realizada em equipamentos específicos, onde o amido é "lavado" em contrafluxo com água de altíssima qualidade, sendo removido todo o excedente dos resíduos químicos. Este controle permite obter um amido modificado adequado para aplicação alimentícia, sem apresentação de odores pronunciados indesejáveis e/ou substâncias químicas residuais contaminantes em concentrações não permitidas por órgãos regulamentadores. Muitos "amidoceros" no Brasil não especializados na área alimentícia cometem crimes contra a saúde pública comercializando amidos modificados sem o devido atendimento as exigências legais para garantir a qualidade sanitária do produto a ser utilizado como um alimento.

## PRINCIPAIS MODIFICAÇÕES QUÍMICAS PARA A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

### Oxidação

Este produto é extremamente branco, apresenta pasta clara e baixa tendência a espessamento ou retrogradação. Depois de secos, os filmes formados por amidos oxidados são claros e firmes.

Este tipo de amido pode ser usado em indústria de papel, na colagem superficial; indústria têxtil, na engomagem dos fios; e como componentes em adesivos. 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

Este tipo de produto 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.

### Cross-linking (ligação cruzada)

É realizado para controlar a textura e obter tolerância ao calor, ácidos e cisalhamento. Como resultado, temos melhor controle e maior flexibilidade com relação as formulações, processamento e vida de prateleira.

O *cross-linking* 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, fazendo com que suas pastas sejam mais viscosas, dando melhor corpo, porém com menor tendência ao rompimento, mesmo ao aplicar maiores tempos de cozimento, concentrações de ácido ou agitação severa.

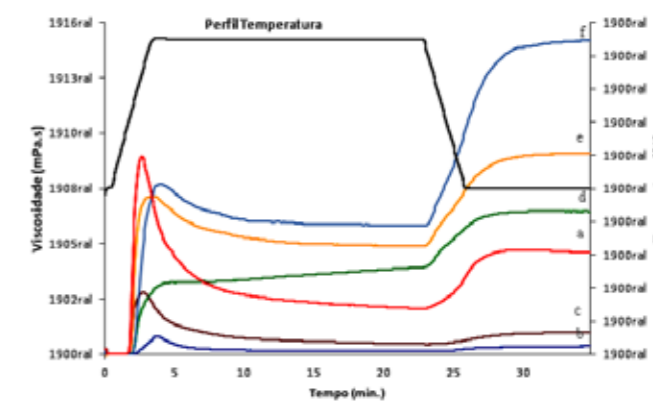
### Esterificação

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. Os amidos estáveis ao congelamento-descongelamento são essenciais para a indústria de alimentos congelados, mas também tem aplicação em muitas outras áreas de alimentos processados termicamente.

As mudanças nas características de inchamento após as diferentes modificações químicas é nítida nos perfis viscoelásticos gerados no *Rapid Visco™ Analyser* (RVA), apresentados na Figura 1.

FIGURA 1 - PERFIS VISCOGRÁFICOS (EM RVA) DE FÉCULA DE MANDIOCA MODIFICADA POR DIFERENTES VIAS QUÍMICAS. FÉCULA NATIVA (A); HIDRÓLISE ÁCIDA (B); OXIDADA (C); ALTO CROSS-LINKING (D); CRUZADA E ESTERIFICADA (E) E BAIXO CROSS-LINKING (F)



Ao aumentar o grau de modificação, o amido se torna mais tolerante a ácidos e com menor tendência ao rompimento, mas isto não quer dizer que o amido com maior tratamento terá a melhor viscosidade nos alimentos de baixo pH. Com isto em mente, devemos selecionar o amido modificado de forma adequada para resistir às oscilações químicas e físicas do processamento e, ainda assim, proporcionar a máxima viscosidade durante o processamento do alimento. Efeitos do processamento na estrutura e propriedades do amido são pontos cruciais na escolha da correta modificação.

#### Processamento térmico

É essencial alcançar a temperatura de gelificação durante o processamento para assegurar os benefícios do amido na textura do produto final.

Cada amido apresenta um intervalo de temperatura de gelificação (Tabela 2) característico, correspondente ao ponto de máxima viscosidade da solução. Este intervalo é medido a partir do início do desaparecimento das zonas cristalinas do grão até o seu fim, visível em microscópio com luz polarizada, sendo influenciada pela proporção amilose/amilopectina.

TABELA 2 - TEOR DE AMIOSE E INTERVALOS DE GELIFICAÇÃO DOS AMIDOS		
Fonte	% AMIOSE (valores médios)	INTERVALO DE GELIFICAÇÃO °C
Mandioca	14	51-63
Milho regular	27	62-71
Milho waxy	<5	65-70
Arroz	18	61-77
Batata	22	56-62
Trigo	24	58-64

Fonte: Gemacom Tech, 2013

Utilizando a modificação do amido os intervalos de gelificação podem ser aumentados ou diminuídos dependendo do interesse tecnológico.

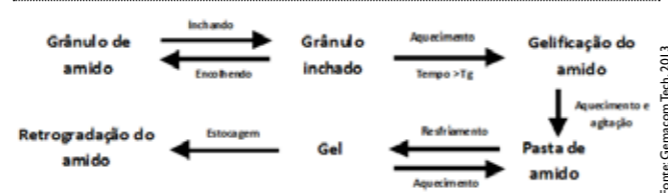
#### Resfriamento ou congelamento

Quando uma dispersão de amido é cozida e resfriada haverá sempre uma tendência à formação de gel e/ou retrogradação, o que ocorre em diferentes intensidades dependendo da concentração, do tipo de amido modificado utilizado e da velocidade do resfriamento.

Os precipitados cristalinos, gerados durante a retrogradação, são formados devido a tendência à formação de ligações intermoleculares da fração linear, o que acontece em menor grau com a amilopectina, na qual essa associação é dificultada pelas ramificações. A retrogradação pode ainda ser acelerada pelo congelamento.

As modificações químicas realizadas e as ramificações da amilopectina são os principais fatores que impedem ou dificultam a aproximação dessas cadeias durante o resfriamento. Assim, é no processo de retrogradação que poderá haver a liberação de moléculas de água anteriormente ligadas às cadeias de amilose, sendo esse fenômeno denominado sinérese, no qual ocorrerá a liberação de líquido e diminuição da viscosidade ou consistência do produto.

FIGURA 2 - ALTERAÇÕES OCORRIDAS NO GRÂNULO DE AMIDO DURANTE O PROCESSAMENTO E ESTOCAGEM



Fonte: Gemacom Tech, 2013

#### Efeito de outros ingredientes

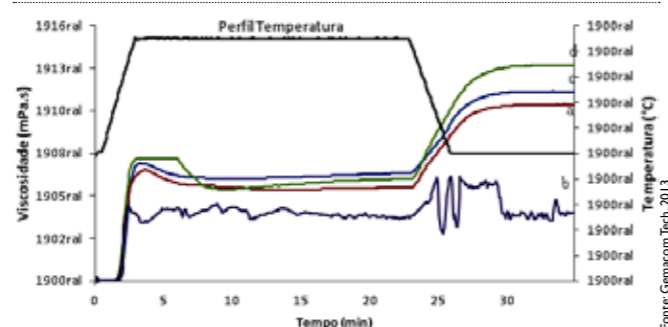
Os ingredientes presentes durante o ciclo de cozimento têm efeitos definitivos nas características de inchamento do amido e na viscosidade final da pasta. Os ácidos rompem as pontes de hidrogênio, permitindo um inchamento mais rápido dos grânulos. Os sólidos solúveis interferem ao captar a água necessária para a hidratação. As gorduras e proteínas tendem a cobrir o amido, o qual retarda a hidratação e diminui a velocidade no desenvolvimento da viscosidade.

O pH do meio é muito importante ao selecionar o amido mais adequado. Um amido nativo chegará a máxima hidratação e se romperá mais rapidamente em pH 2,5 do que em pH 4,0.

O cozimento do amido em presença de altas concentrações de sólidos solúveis pode causar problemas. Os sólidos solúveis, como açúcares, competem pela água requerida para hidratar o amido e permitir o inchamento. Usar amidos ligeiramente inibidos ou ainda pré-gelatinizados ajudará a solucionar este problema, mas regularmente a melhor solução é retardar a adição da maior parte do açúcar ou outros sólidos até que o amido esteja completamente cozido.

Na Figura 3 podemos observar o efeito da interação entre amido modificado X proteína, amido X lipídios e amido modificado X cloreto de sódio.

FIGURA 3 - EFEITO DE DIFERENTES CONSTITUINTES NO PERFIL VICOGRÁFICO (EM RVA) DO AMIDO MODIFICADO. AMIDO MODIFICADO (A); AMIDO MODIFICADO + 10% LIPÍDIOS (B); AMIDO MODIFICADO + 2% NaCl (C) E AMIDO MODIFICADO + 10% PROTEÍNA (D)



Fonte: Gemacom Tech, 2013

Para utilização de amidos no processamento de alimentos deve ser considerada a presença de outros componentes e os efeitos gerados pela interação entre eles nas características do produto final.

#### Efeito do tempo, temperatura e cisalhamento

Ao selecionar o amido mais apropriado para realizar alguma função, deve-se considerar a temperatura de processo, o

tempo de exposição a esta temperatura e os esforços cortantes a que será submetido.

Quanto maior a temperatura, esforço mecânico e o tempo de exposição a estes fatores, maior será o inchamento do grânulo, aumentando a fragilidade e susceptibilidade à ruptura. Reforçando as pontes de hidrogênio no grânulo, com *cross-linking*, podemos aumentar a tolerância do amido em processamentos com esforços mecânicos, temperatura e ácidos.

#### Processo produtivo

O impacto do equipamento de processamento sobre o grânulo de amido deve ser levado em conta, já que o cisalhamento provocado por misturadores de alta velocidade, moinhos, homogeneizadores ou bombas, podem danificar o grânulo de amido.

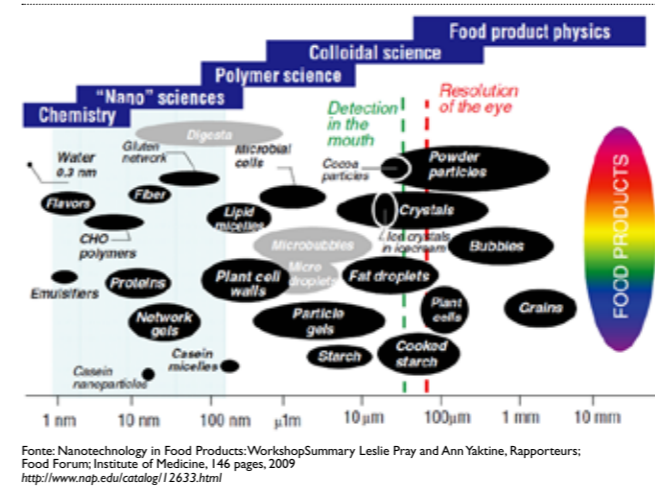
Como mencionado anteriormente, por *cross-linking*, podemos proporcionar uma maior tolerância a este cisalhamento, assim como a temperatura e ácidos. Este é um requisito importante em molhos para saladas que são cozidos a pH baixo, altas temperaturas e também submetidos a moinhos coloidais. Outro exemplo a ser apresentado corresponde à necessidade de resistência a homogeneização, que é largamente utilizada em molhos e bebidas UHT.

#### Influência da modificação no tamanho do grânulo e textura dos produtos

Devido à expansão dos grânulos de amido durante o processamento térmico, o amido desempenha um importante papel na microestrutura dos alimentos. Conforme ilustra a Figura 4, o tamanho do grânulo do amido “cozido” está na faixa de centenas de  $\mu\text{m}$ , justamente onde a percepção do alimento na boca e a visualização a olho nu são diretamente influenciadas.

Desta forma, é fácil compreender que o tipo de modificação pela qual o amido é submetido influenciará diretamente na microestrutura do alimento no qual será utilizado como ingrediente, vide que a modificação pode modular o tamanho e a capacidade de inchamento do grânulo.

FIGURA 4 - ESCALAS DE COMPRIMENTO DOS ELEMENTOS PRESENTES NOS ALIMENTOS. ESTRUTURAS PARA A ESQUERDA DA LINHA PONTEADA VERMELHA (“RESOLUÇÃO DO OLHO”) SÃO INVISÍVEIS A OLHO NU, E ESTRUTURAS PARA A ESQUERDA DA LINHA PONTEADA VERDE (“DETECÇÃO NA BOCA”) SÃO IMPERCEPTÍVEIS AO PALADAR.

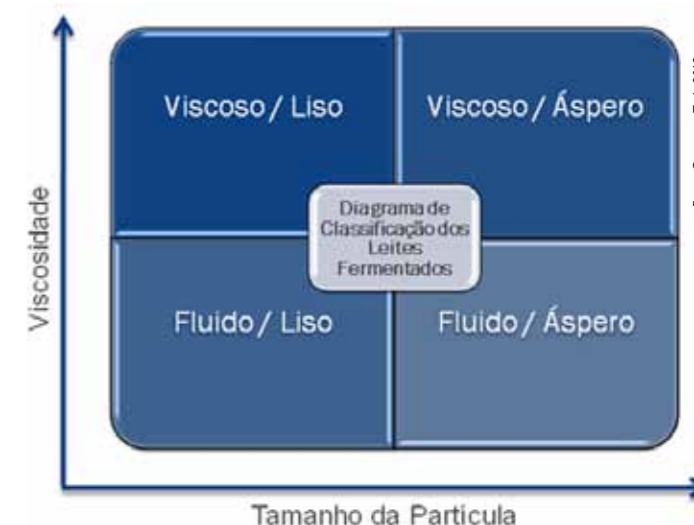


Fonte: Nanotechnology in Food Products: Workshop Summary Leslie Pray and Ann Yaktine, Rapporteurs: Food Forum; Institute of Medicine, 146 pages, 2009 <http://www.nap.edu/catalog/12633.html>

Apenas para exemplificar, apresentamos na Figura 5, o diagrama de classificação dos leites fermentados. Nesta classificação, é levado em consideração apenas o tamanho da partícula e a viscosidade do produto. É possível com esta análise, classificar qualquer leite fermentado em quatro categorias: viscoso/liso, viscoso/áspero, fluido/liso e fluido/áspero.

O produto classificado como viscoso/liso é o recomendado para embalagem tipo bandeja, pois apresenta características ideais para consumo com colher. Entretanto, muitos leites fermentados disponíveis no mercado nacional, apresentam as características da segunda categoria que é o viscoso/áspero. Isto acontece devido a um erro de escolha do tipo de amido modificado, sendo esta uma opção de maior viscosidade, porém com maior tamanho de grânulo, o que torna perceptível visualmente o impacto deste ingrediente na microestrutura da rede proteica. Para evitar este tipo de defeito, devesse ter um tipo de modificação onde combinasse a viscosidade ideal com o tamanho de grânulo ideal.

FIGURA 5 - DIAGRAMA DE CLASSIFICAÇÃO DOS LEITES FERMENTADOS

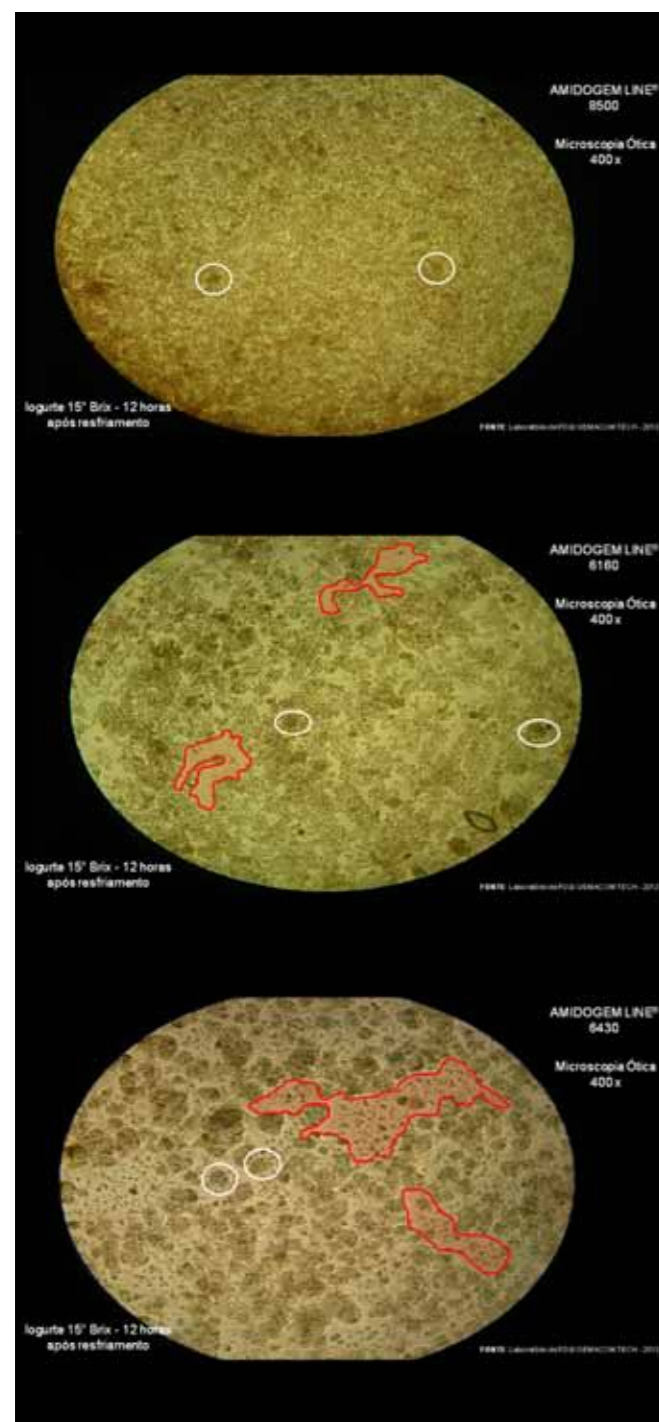


Fonte: Gemacom Tech, 2013

Na Figura 6, são apresentadas as imagens da microestrutura de três diferentes iogurtes. Na figura A temos a aplicação de um amido modificado com tamanho de grânulo abaixo da percepção visual a olho nu. Esta característica técnica é favorável do ponto de vista do aspecto do produto, porém apresenta baixa viscosidade. Na Figura B já é apresentado o amido modificado com adequado tamanho de grânulo para não impactar negativamente na microestrutura do iogurte e também contribui de forma positiva na viscosidade do produto. Diferente da imagem C, que mostra de forma clara um amido modificado com tamanho de grânulo acima do ideal, gerando impacto negativo na microestrutura. A Figura 7 ilustra a visualização comparativa à olho nu entre as aplicações.



FIGURA 6 - MICROSCOPIA DA MICROESTRUTURA DE IOGURTES. AMIDO MODIFICADO COM MENOR TAMANHO DE GRÂNULO (A); AMIDO MODIFICADO COM TAMANHO IDEAL DE GRÂNULO PARA IOGURTES (B); AMIDO MODIFICADO COM MAIOR TAMANHO DE GRÂNULO (C)



Fonte: Gemacom Tech, 2013

A Figura 7 ilustra a visualização comparativa à olho nu entre leites fermentados onde foram utilizados amidos modificados com diferentes tipos de modificações. Assim, mostramos mais uma vez a diferença na textura dos produtos quando não se trabalha com a modificação adequada para cada tipo de produto.

FIGURA 7 - VISUALIZAÇÃO COMPARATIVA À OLHO NU ENTRE AS APLICAÇÕES.



Fonte: Gemacom Tech, 2013

#### Considerações Finais

A importância dos amidos modificados em alimentos processados se deve às inúmeras possibilidades e avanços que sua utilização proporciona para a indústria. O mercado de amidos modificados continua crescendo e se aperfeiçoando, o que tem levado as indústrias de ingredientes a desenvolverem amidos modificados com características especiais para atender às especificidades de cada segmento.

Conhecer o processo produtivo no qual o ingrediente será utilizado, não apenas no fluxograma, também faz uma grande diferença e traz grandes ganhos na aplicação dos amidos modificados, pois permite a indicação do produto certo para a demanda existente, por mais específica que esta seja.

Somados aos requisitos técnicos não podemos deixar de mencionar os aspectos relacionados com a qualidade e segurança dos alimentos, que possuem extrema importância e impactam diretamente no padrão do produto no qual o ingrediente foi utilizado.

Assim, a tecnologia de amidos deve balancear, sempre, o conhecimento da ciência para produção e desenvolvimento de produtos, o padrão de segurança dos alimentos para obtenção do amido modificado e o domínio dos processos produtivos dos alimentos nos quais estes ingredientes serão aplicados. Estes elementos são fundamentais para que haja a melhor relação custo/benefício, dentro das características requeridas durante a elaboração do produto final.

\* Alisson Borges de Souza, Débora de Freitas Almeida e Gabriel Gama Netto são pesquisadores da Gemacom Tech; Rodrigo Stephani é gerente técnico da Gemacom Tech; e Henrique de Castro Neves é diretor da Gemacom Tech.

**Gemacom Tech**  
Tecnologia em Ingredientes

Gemacom Tech Indústria e Comércio Ltda.  
Rua Bruno Simili, 380  
36092-050 - Juiz de Fora, MG  
Tel.: (32) 3249-7600  
Fax: (32) 3249-7610  
[www.gemacomtech.com](http://www.gemacomtech.com)



**QUALIDADE, EFICIÊNCIA,  
EXPERIÊNCIA, INOVAÇÃO  
E RESPONSABILIDADE.**

**TODOS OS ELEMENTOS ESSENCIAIS  
PARA UMA QUÍMICA PERFEITA.**

- Atendimento personalizado
- Equipe de desenvolvimento focada em novas matérias-primas e novos fornecedores
- Sala Limpa para envase e armazenagem padrão GMP
- Empresa com certificação ISO 9001: 2008 e COVISA
- Realização de análises físico químicas em Laboratórios próprios equipados
- Planejamento de Suply Chain, manutenção de estoques reguladores e atendimento "Just in Time" aos clientes
- Garantia da Qualidade e boas práticas de fabricação
- Logística diferenciada e avançada



**DESTAQUES:  
EDULCORANTES E NUTRIÇÃO ESPORTIVA.**

**CONHEÇA A NOSSA LINHA COMPLETA  
DE MATÉRIAS-PRIMAS.**

**QUÍMICA  
Anastacio**  
Nossa especialidade é a química que existe entre nós.

Tel: 55 11 2133 6600 | [www.quimicanastacio.com.br](http://www.quimicanastacio.com.br)