

## Processamento

# Derivados do milho são usados em mais de 150 diferentes produtos industriais

FREENAGÉS / MIKELCRONHANN



Sueli Strazzi \*

Embora o milho seja utilizado, em maior escala, na alimentação animal, mais de 5,5 milhões de toneladas de milho são destinadas, anualmente, para o consumo humano e outras aplicações industriais no Brasil. O milho é um cereal essencialmente energético, formado por quatro principais estruturas físicas: endosperma (a maior parte do grão, constituído principalmente de amido), gérmen (onde se concentra quase a totalidade dos lipídeos e minerais do grão), pericarpo (casca) e ponta (Figura 1). As proteínas estão presentes no endosperma e no gérmen (Tabela I).

As principais formas de processamento de milho para alimentação humana e para fins industriais empregadas no Brasil são: moagem por via seca e moagem por via úmida, que permitem separar o gérmen do endosperma para posterior extração de óleo. Os produtos do endosperma atendem a distintos segmentos, que têm seus próprios requisitos de qualidade. Este mercado tem crescido, acompanhando o aumento de consumo no país, em função da melhoria das condições de vida dos brasileiros, bem como por demandas de exportações, principalmente para países da África e da Ásia. Com base no crescimento médio da moagem, no consumo, nas expansões

*Uso do milho na alimentação humana deve acompanhar aumento do consumo de alimentos funcionais, pré-bióticos, prontos, congelados e de preparo rápido*

previstas e no potencial dos mercados atendidos, estima-se um crescimento de até 20% na moagem por via úmida e de 8% a 10% na moagem por via seca até 2020.

A moagem por via seca é, essencialmente, um processo de quebra física do grão de milho. O teor de umidade do milho limpo é elevado para, aproximadamente, 20%. O gérmen é removido em degerminadores para posterior extração de óleo, e o endosperma remanescente, chamado de canjica, pode ser utilizado tal e qual ou pode também ser direcionado a processos adicionais de moagem e classificação densimétrica para a obtenção de diversas frações, que variam em tamanho e composição (Figura 2). Os principais produtos obtidos são canjicas, farinhas, fubás, *grits* e canjiquinhas (estas duas últimas com partículas maiores que as farinhas e fubás). Também podem ser obtidos outros produtos, como flocos de milho pré-cozidos, farinhas de milho pré-gelatinizadas e fibra de milho (Tabela 2).

Além do consumo doméstico, estes produtos são empregados na produção de diversos alimentos, tais como salgadinhos (*snacks*), pipoca doce, cereais matinais e alimentos infantis, e na fabricação de pães (panificação) ou, ainda, nas indústrias cervejeira e farmacêutica e até na mineração (Tabela 3). O principal produto da moagem úmida é o amido, que pode ainda ser processado para a produção de amidos modificados, maltodextrinas (amidos levemente degradados), xaropes, álcool e outros produtos químicos e farmacêuticos derivados da fermentação. Óleo, fibras e proteínas

FIGURA 1 | COMPOSIÇÃO BÁSICA DO GRÃO DE MILHO



Fonte: Associação Brasileira das Indústrias do Milho (Abimilho).

são obtidos nesse processo. As proteínas e fibras são utilizadas, principalmente, como ingrediente para alimentação animal (Tabela 4).

Na moagem por via úmida, o milho é macerado em grandes tanques com água aquecida entre 50°C e 54°C, por um período de 36 a 48 horas, com pequenas quantidades de ácido sulfuroso, derivado do gás dióxido de enxofre, que controla a fermentação e ajuda na separação do amido e das proteínas. Durante a maceração, os componentes solúveis são extraídos do grão; a água é drenada e concentrada em evaporadores, resultando no liquor concentrado. Logo após, os grãos de milho são submetidos a uma moagem grossa e separados do gérmen em hidrociclones. O material fibroso é separado por peneiração; o amido e a proteína são separados pela diferença

de densidade entre os mesmos, por meio de moagens adicionais e de centrifugação (Figura 3).

Diversos processos são empregados para ampliar o uso alimentício e industrial do amido, tais como: conversão ácida, branqueamento ou oxidação, hidrólise enzimática, modificação física e substituição. Como exemplo, o amido pode ser quimicamente modificado para não alterar produtos, quando refrigerados, ou podem ainda ser tratados com enzimas para produzir xaropes com altos teores de glicose, para atender principalmente à indústria de refrigerantes e doces, e de maltose, para a produção de cervejas. O amido natural e os xaropes de glicose e maltose são os produtos preponderantes na moagem por via úmida.

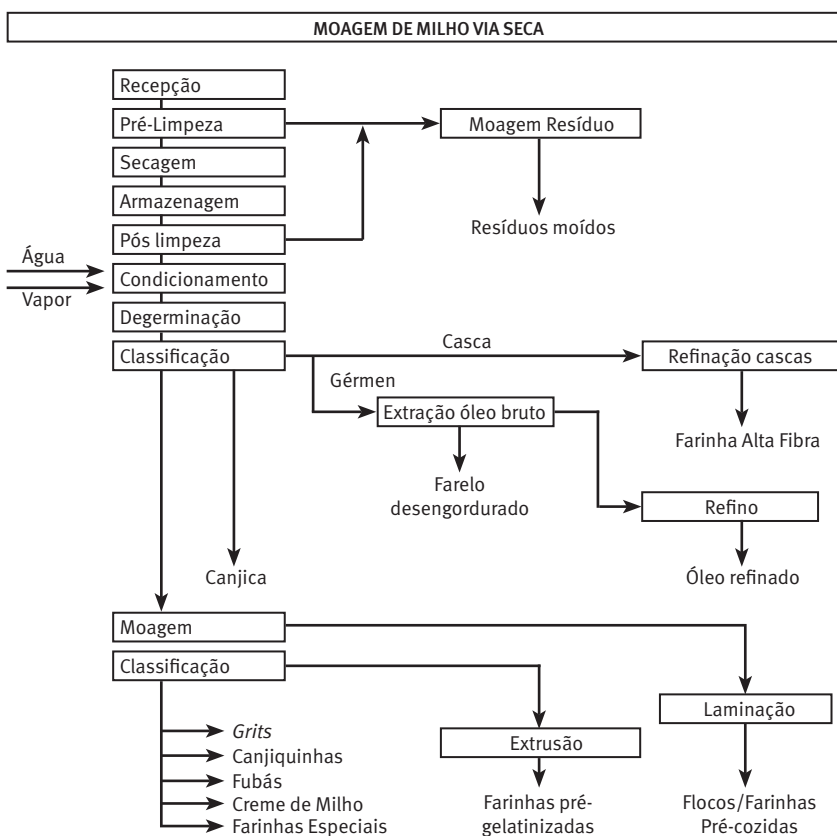
O amido é comumente empregado como adesivo na indústria de papel;

TABELA 1 | COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO GRÃO DE MILHO E SEUS COMPONENTES

FRAÇÃO	GRÃO (%)	AMIDO (%)	LIPÍDEOS (%)	PROTEÍNA (%)	AÇÚCARES (%)	CINZAS (%)
Grão inteiro	100,0	73,4	4,4	9,1	1,9	1,4
Endosperma	82,9	87,6	0,8	8,0	0,6	0,3
Gérmen	11,1	8,3	33,2	18,4	10,8	10,5
Pericarpo	5,3	7,3	1,0	3,7	0,3	0,8
Ponta	0,8	5,3	3,8	9,1	1,6	1,6

Fonte: Watson S. A., 2003.

FIGURA 2 | MOAGEM DE MILHO POR VIA SECA



Fonte: Associação Brasileira das Indústrias do Milho (Abimilho).

como veículo na indústria farmacêutica; dentre outros usos (Tabela 5). Tem sido amplamente estudado e apresenta elevado potencial para uso como ingrediente na produção de vários produtos químicos derivados do petróleo. Tanto o processo por via seca quanto o por via úmida resultam em diversos subprodutos, utilizados como ingredientes de alta qualidade na indústria de alimentação animal. O percentual de óleo no milho é baixo e sua extração, a partir do gérmen obtido por meio dos dois processos, atende basicamente às demandas do mercado interno.

O milho também tem sido processado, no Brasil, embora em menor quantidade, pela maceração da canjica para a produção de farinha de milho biju e pelo enriquecimento com cal do grão inteiro, cozimento e moagem, para produção de uma massa utilizada na

produção de *snacks*, chamados tortilhas *chips*. Além, é claro, de seu consumo *in natura*, como milho verde, pamonha, curau/canjiquinha e canjica/munguzá.

Pode ainda ser processado e consumido de muitas formas ainda não difundidas no Brasil, principalmente para a produção de álcool combustível. Do fubá ao papel, do cereal matinal ao medicamento, os derivados de milho são utilizados em mais de 150 produtos de diferentes setores.

A classificação do milho nas transações leva em consideração a qualidade do cereal, baseada em itens como pureza, cor, quantidade de grãos quebrados, impurezas, matérias estranhas, grãos danificados pelo calor, por fungos, pelo clima ou por doenças. Os padrões oficiais, no entanto, são utilizados apenas como indicadores da qualidade do milho, que deve ser definida de acordo com os requerimentos de cada indústria. O milho de alta qualidade para a produção de amido, por exemplo, pode ser considerado como de baixa qualidade para a produção de *grits* para *snacks* e vice-versa. Os milhos duros e semiduros são mais adequados para a moagem por via seca, por serem mais resistentes à quebra, resultando em rendimentos mais elevados e produtos de melhor qualidade, ao passo que podem retardar a extração de amido no processamento por via úmida.

Na indústria química, o milho apresenta significativas vantagens quando comparado a muitas matérias-primas

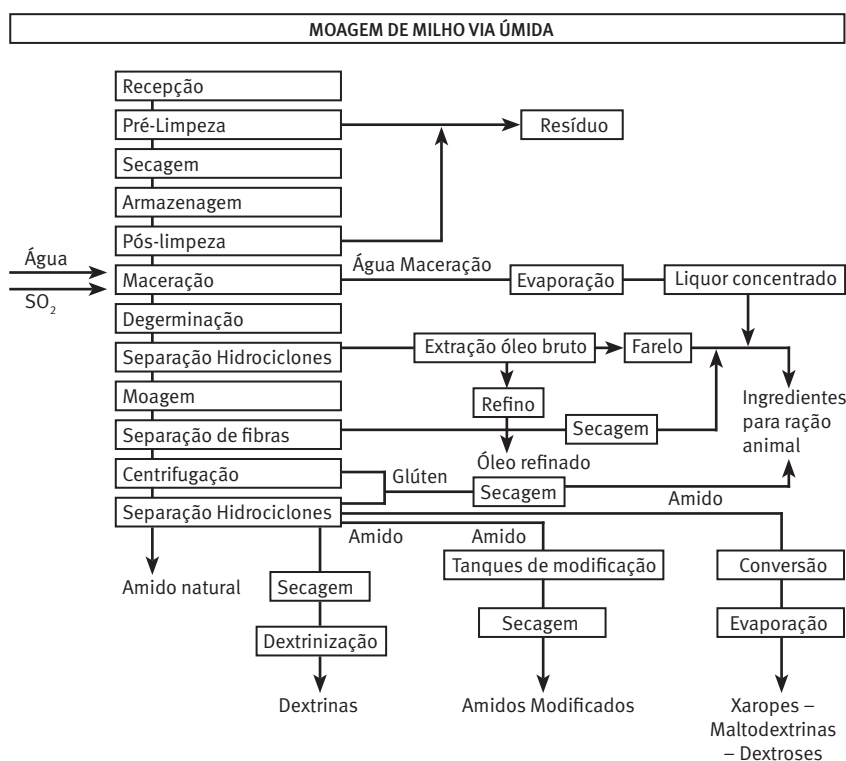
TABELA 2 | RENDIMENTO MÉDIO NA MOAGEM DE MILHO POR VIA SECA

PRODUTO	RENDIMENTO MÉDIO
Canjica*	68%
Farinhas/fubás	22%
Grits/canjiquinhas	12%
Canjicas	14%
Produtos pré-cozidos/flocos	20%
Gérmen	30%
Óleo	4%
Farelo	26%
Quebra	2%

\* Os produtos obtidos da canjica variam de acordo com o segmento de mercado atendido por cada indústria e seu desenho industrial.

Fonte: Associação Brasileira das Indústrias do Milho (Abimilho).

FIGURA 3 | MOAGEM DE MILHO POR VIA ÚMIDA



Fonte: Associação Brasileira das Indústrias do Milho (Abimilho).

empregadas atualmente e pode expandir significativamente sua presença neste segmento. Além do amido, pode ser utilizado como substrato em diversos processos que empregam microrganismos, na produção de produtos químicos

e farmacêuticos; também pode ser convertido pelo uso de técnicas químicas não microbianas.

Há grande oferta deste cereal em território nacional, apresentando-se como fonte renovável de matéria-prima.

No consumo humano, a Associação Brasileira das Indústrias do Milho (Abimilho) tem realizado diversos trabalhos de divulgação sobre as propriedades do cereal, ainda pouco valorizados por grande parte da população brasileira, buscando promover o aumento do consumo. O consumo *per capita* brasileiro não atinge 20 kg/habitante/ano, quantidade pequena quando comparada à do México, país com características sócio-econômicas similares às do Brasil, que registra consumo de 63 kg/habitante/ano; três vezes e meia maior que o brasileiro.

Para mudar este quadro, a Abimilho vem operando em diferentes frentes, num esforço de comunicação que envolve publicações dirigidas, cursos com nutricionistas e donas de casa, bem como ações de divulgação junto a escolas. As farinhas de milho são enriquecidas com ferro e ácido fólico (vitamina B9) como parte do programa do governo para reduzir os níveis de deficiência destes nutrientes na população brasileira. Além do impacto positivo na qualidade nutricional da alimentação, o desejado aumento do consumo de milho na alimentação humana atuaria, seguramente, como propulsor econômico da cadeia produtiva, dando início a um círculo virtuoso em que o aumento da demanda atrairia investimentos industriais e

TABELA 3 | MOAGEM POR VIA SECA: PRINCIPAIS PRODUTOS E APLICAÇÕES INDUSTRIAIS

PRODUTOS	PRINCIPAIS APLICAÇÕES
Canjicas	Pipoca doce, alimentos matinais ( <i>corn flakes</i> ), farinha biju, bebidas alcoólicas
Canjiquinhas	Salgadinhos ( <i>snacks</i> )
Grits	Cervejarias, salgadinhos ( <i>snacks</i> ), mineração, extrusados para a substituição de isopor
Farinhas e fubás	Alimentos infantis, colorífico, panificação, misturas preparadas para bolo, biscoitos e massas alimentícias, tecelagem, explosivos, indústrias de ração animal
Farinha de milho pré-gelatinizada	Alimentos instantâneos, fertilizantes, perfuração de poços de petróleo, fundição, indústria de ração animal
Flocos de milho e farinhas de milho pré-cozidas	Sopas, biscoitos, indústrias de ração animal
Farelos de milho e de gêmên desengordurado	Ração animal

Fonte: Associação Brasileira das Indústrias do Milho (Abimilho).





FREEIMAGES / MIA P

TABELA 4 | RENDIMENTO MÉDIO NA MOAGEM DE MILHO POR VIA ÚMIDA

PRODUTO	RENDIMENTO MÉDIO
Amido*	68%
Solúveis	8%
Fibra	10%
Glúten	6%
Gérmen	8%

\* Os produtos derivados do amido não estão contemplados nesta tabela.

Fonte: Associação Brasileira das Indústrias do Milho (Abimilho).


TABELA 5 | MOAGEM POR VIA ÚMIDA: PRINCIPAIS PRODUTOS E APLICAÇÕES INDUSTRIAIS

PRODUTOS	PRINCIPAIS APLICAÇÕES
Amido de milho	Pós para sobremesas, panificação, misturas preparadas para bolos e outras, fermento em pó, alimentos infantis, produtos cárneos, mostardas, sopas, massas alimentícias, produtos farmacêuticos, processos de fermentação, papel, papelão ondulado, tecelagem, mineração, explosivos, adesivos, giz, cosméticos, produtos de limpeza, recuperação industrial da água
Amidos modificados	Balas de goma, bebidas, alimentos instantâneos, alimentos infantis, alimentos pré-cozidos congelados, veículos para aromas e corantes, molhos, papel, papelão ondulado, fitas gomadas, tecelagem, perfuração de poços de petróleo
Dextrina	Adesivos, lixas, papéis abrasivos, estampagem de tecidos, sacos de papel multifoliado, cartonagem, mineração
Xaropes de glicose e maltose	Balas duras, balas mastigáveis, gomas de mascar, doces, creme e suco de frutas, geleias e compotas, coberturas, produtos cárneos e embutidos, misturas preparadas (bolos, alimentos infantis, pós para pudins), xaropes, sorvetes, cervejas, refrigerantes, molhos, bebidas alcoólicas, alimentos matinais, panificação, molhos, produtos farmacêuticos
Liquor de milho	Antibióticos, produtos farmacêuticos, enzimas, produtos de fermentação, ração animal
Gérmen, glúten e fibras.	Formulação de rações

Fonte: Associação Brasileira das Indústrias do Milho (Abimilho).

investimentos dirigidos para o ganho de produtividade no campo, fortalecendo o agronegócio.

O potencial de crescimento do uso do milho na alimentação humana deverá acompanhar o aumento do consumo dos alimentos funcionais, pré-bióticos, alimentos prontos, congelados e de preparo rápido, bem como a busca por novos ingredientes de fontes renováveis. Além disso, para suportar as demandas de emprego na alimentação humana e as

aplicações industriais, a pesquisa para o desenvolvimento de materiais (híbridos) customizados se tornou extremamente importante, buscando possibilitar a melhoria do rendimento e a qualidade proteica do cereal. 

*\*Sueli Strazzi é consultora, foi membro do Conselho Técnico Econômico da Associação Brasileira das Indústrias do Milho (Abimilho) (1998-2011) (ete@abimilho.com.br). A autora agradece a colaboração de Sandro Márcio Benassi, secretário executivo da Abimilho.*

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- JOHNSON, L. A.; MAY, J. B. Wet Milling: The Basis for Corn Biorefineries. In: WHITE, J. P.; JOHNSON, L. A. (Ed.). *Corn: Chemistry and Technology*. 2. ed. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, 2003.
- PAES, M. C. D. *Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. (Embrapa Milho e Sorgo, Circular Técnica 75).
- SINGH, N.; ECKHOFF, S. P. Wet Milling of Corn – A Review of Laboratory – Scale and Pilot Plant – Scale Procedures. *Cereal Chemistry*, v. 73, n. 6, p. 659-667, 1996.
- WATSON, S. A. The Corn Kernel. In: WHITE, J. P.; JOHNSON, L. A. (Ed.). *Corn: Chemistry and Technology*. 2. ed. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, 2003.



FREEIMAGES / HARPREET PADAM