

## ESTUDO PARA APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS ORIUNDOS DA MOAGEM DO MILHO

Marina Nascimento de Lima<sup>1</sup>; Emanuele Santana Bispo dos Santos<sup>2</sup>; Thâmilla Thalline Batista de Oliveira<sup>2</sup>; Tatiana Barreto Rocha Nery<sup>2</sup>, Ingrid Lessa Leal<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Química; Iniciação científica – FAPESB; marina.lima@fbter.org.br

<sup>2</sup> Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador - BA; ingrid.leal@fieb.org.br

### RESUMO

O milho é um cereal importante no cenário mundial e o seu processamento por moagem seca e úmida dá origem diariamente a toneladas de torta e farelo de milho que, embora sejam nutricionalmente importantes, é habitualmente desvalorizado. A grande preocupação com impactos ambientais e o grande desperdício e perdas, levam à necessidade de avaliação do aproveitamento destes coprodutos. Com base nisso, o objetivo deste trabalho é demonstrar o potencial destes coprodutos avaliando sua composição físico-química, fatores antinutricionais e potenciais aplicações. A partir de uma prospecção tecnológica obtida pela plataforma Lens e uma revisão da caracterização físico-química da moagem do milho foi possível observar suas aplicações na indústria assim como suas condições para composição em subprodutos, como biocombustíveis de segunda geração.

**PALAVRAS-CHAVE:** Milho; Tecnologia; Coprodutos; Aplicações.

### 1. INTRODUÇÃO

O milho é um cereal pertencente à família Gramineae/Poaceae.<sup>1</sup> Os três principais produtores mundiais são os Estados Unidos, China e Brasil, representando 69% de 1,21 bilhão de toneladas da safra de 2021/22.<sup>2</sup> No mercado brasileiro, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), há uma estimativa de 119, 1 milhões de toneladas na produção de milho para a safra de 2023/2024.<sup>3</sup>

Uma das principais aplicações do milho é na produção de etanol, tendo os Estados Unidos como pioneiro no cenário internacional. No Brasil, a região Centro-Oeste se destaca na produção de etanol de milho.<sup>4</sup> O processamento do milho, antes de ser destinado a alguma aplicação, pode ser feito de duas formas: moagem por via seca e moagem por via úmida. Na moagem por via seca ocorre uma quebra física dos grãos, enquanto no processo por via úmida o milho é macerado em grandes tanques com água aquecida entre 50-54°C e pequenas quantidades de ácido sulfuroso, por um período de 36 a 48 horas.<sup>5</sup>

Em ambos os processos de moagem são gerados coprodutos com um grande potencial de serem aproveitados, minimizando os resíduos sólidos gerados no processo.<sup>4</sup> Sendo assim, o objetivo do presente trabalho é demonstrar o potencial de coprodutos oriundos da moagem de milho, por meio de uma avaliação da composição físico-química, fatores antinutricionais e aplicações.

### 2. METODOLOGIA

De modo a verificar o potencial de propriedade intelectual do estudo desenvolvido foi feito um levantamento de patentes. Para as buscas das patentes na plataforma Lens.org foram utilizadas as palavras-chave relacionadas com o tema do estudo, foram elas: “corn”, “coproduct”, “milling”. Além disso, foi aplicado um filtro por ano de publicação para os últimos 14 anos, e utilizado os operadores lógicos “and” e “or” para refinar os resultados. Acrescentado a isso, foram mapeadas 26 patentes que envolviam o uso de derivados de milho para a produção de subprodutos. Em um processo de refinamento meticuloso, selecionou-se apenas os registros que se relacionavam diretamente com subprodutos provenientes da moagem do milho, resultando em um conjunto final de 9 patentes.

A caracterização físico-química foi realizada em duas amostras (farinha de milho e fibra de milho), de acordo com as metodologias descritas no Manual de Métodos Físico-químicos em Alimentos do Instituto Adolfo Lutz.<sup>6</sup> A metodologia aplicada foi descrita conforme mostra a Tabela 1.

**Tabela 1 – Metodologias das análises físico-químicas aplicadas aos coprodutos de milho.**

Análises	Metodologia Experimental
Umidade	Conteúdo de umidade (Shimadzu Moc 120 H)
Atividade água	Conteúdo de atividade de água (LabMaster-Aw TECNAL)
pH	Conteúdo de pH no pHmetro digital Bel Engineering PHS3BW
Acidez total	Conteúdo de acidez total por método de titulometria
Cor	Conteúdo de cor no colorímetro portátil (CR- 400 KONICA MINOLTA)

As análises foram realizadas em duplicatas, e a média juntamente com o desvio padrão foram calculados para assim garantir a precisão dos resultados, seguindo protocolos padrões de pesquisa.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do levantamento detalhado em patentes, foi possível observar a ampla gama de possibilidades que os derivados de milho oferecem para a criação de novos produtos e processos inovadores. Foram então destacadas 3 patentes que ressaltam a utilização da biomassa em questão. Em diversas culturas, o milho é empregado como insumo na produção do etanol,<sup>7</sup> geralmente através do aquecimento de grãos inteiros moídos a partir do processo convencional ou hidrólise de amido bruto, como fora levantado pela patente WO2021142057A1 (ANDREI; VIVEK, 2021).<sup>8</sup> Este registro apresenta uma iniciativa para a produção de etanol a partir de um material contendo amido utilizando um hospedeiro de produção de etanol. Sob condições adequadas, o organismo hospedeiro produz e libera enzimas, como proteases aspárticas e serinas heterólogas, que ajudam na conversão do amido em etanol.

Além disso, a patente EUA8883470B2 (PIMENTEL; WILSON, 2014)<sup>9</sup> também utiliza os grãos de milho para a produção de biodiesel, trazendo rotas tecnológicas para aumentar o rendimento na produção de etanol, utilizando tratamentos específicos, como aldeídos, ácidos graxos, terpenos e surfactantes. Outro avanço é encontrado na patente EUA20230263204A1 (KENNETH et al., 2023),<sup>10</sup> onde amplia a utilização do óleo, destacando a moagem como fator essencial para o processo de produção do óleo de milho. Este óleo, por sua vez, é utilizado em rações de animais, derivado da fermentação da biomassa mencionada.

Quanto à caracterização físico-química, na Tabela 2, podem ser observados os valores das análises na farinha e na fibra de milho, permitindo uma comparação direta entre eles e com estudos encontrados na literatura.

**Tabela 2 – Resultados das análises físico-químicas.**

Análise	Farinha de milho	Fibra de milho
Umidade (%)	7,39 ± 0,02	11,99 ± 0,12
Atividade de água	0,362 ± 0,01	0,402 ± 0,01
pH	5,12 ± 0,03	4,91 ± 0,01
Acidez total (%v/v)	24,86 ± 0,5	14,90 ± 0,56
Cor	a*=22,99 ± 0,01	a*=21,15 ± 0,07
	b*=23,01 ± 0,32	b*= 23,90 ± 0,42
	L*=77,86 ± 0,85	L*=72,01 ± 0,81

A partir dos resultados, observa-se que a farinha de milho apresentou um teor de umidade menor ao da fibra de milho. Essa diferença pode ser atribuída ao método de obtenção das amostras, onde a farinha passou por um processo de moagem que aumentou sua dureza e, conseqüentemente, reduziu a umidade em comparação com a fibra. Quanto ao conteúdo de atividade de água, ambas as amostras apresentaram valores menores que 0,60 o que é relativamente baixo. Isso cria um ambiente desfavorável para o crescimento de microrganismos, os quais tendem a proliferar em parâmetros superiores à esta faixa.<sup>11</sup>

Com relação ao pH, as amostras possuem valores próximos, numa faixa de 4,5 e 5,5. Enquanto a acidez, houve uma diferença considerável entre as duas amostras. Este fenômeno pode ser atribuído a natureza distinta dos processamentos que os dois produtos são submetidos. A farinha de milho, por ser um produto mais processado e refinado, e tende a apresentar uma acidez potencialmente mais alta do que a fibra de milho que não passa pelo mesmo processo químico.<sup>12</sup> No que diz respeito à cor, ambas as amostras

exibem parâmetros semelhantes, caracterizadas por uma tonalidade amarela opaca. Essa coloração é influenciada por diversos fatores, incluindo as condições climáticas no local de cultivo, os métodos de produção e colheita, bem como os procedimentos pós-colheita.<sup>13</sup>

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, pode-se concluir que a farinha de milho, resultado de um processo mais refinado, apresenta características distintas em relação à fibra de milho, de acordo com os resultados da caracterização físico-química. Isto implicará na área de aplicação de ambos alimentos, sendo a farinha um alimento mais processado e refinado, destinada a uma variedade de aplicações, desde produtos de higiene até combustíveis, enquanto a fibra de milho encontra espaço em embalagens e outros produtos. Além disso, a busca por patentes permitiu identificar inovações que exploram os potenciais subprodutos da moagem do milho. Essas descobertas revelam um considerável potencial para serem exploradas e aproveitadas em outros processos, no ramo alimentício, assim como na produção de etanol de segunda geração, como foi destacado nas buscas das patentes. Portanto, a pesquisa se mostrou bastante promissora e relevante, principalmente pelo aproveitamento dos resíduos industriais, e consequentemente contribuindo para a conservação do meio ambiente.

#### 5. REFERÊNCIAS

- <sup>1</sup> BARROS, José F. C.; CALADO, José G. **A Cultura do Milho**. Universidade de Évora, 2014.
- <sup>2</sup> COELHO, Jackson Dantas. **Milho: produto e mercados**. Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - ETENE. 2021.
- <sup>3</sup> Companhia Nacional de Abastecimento. **Conab atualiza a estimativa da safra de grãos 2023/2024, que deve chegar a 316,7 milhões de toneladas**. 2023. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5258-conab-atualiza-a-estimativa-da-safra-de-graos-2023-2024-que-deve-chegar-a-316-7-milhoes-de-toneladas>> Acesso em: 12 de mar de 2024.
- <sup>4</sup> SILVA, Haroldo José Torres da. et. al. **Aspectos técnicos e econômicos da produção de etanol de milho no Brasil**. Revista de Política Agrícola. 2020.
- <sup>5</sup> Strazzi, S. **Derivados do milho são usados em mais de 150 diferentes produtos industriais**. Visão Agrícola, 13, 146-150. Disponível em: <[https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA\\_13\\_Industrializacao-artigo4.pdf](https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Industrializacao-artigo4.pdf)> Acesso em: 13 de mar de 2024.
- <sup>6</sup> Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos** /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea - São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- <sup>7</sup> PENZ, Júnior; ANTÔNIO, Mário; GIANFELICE, Mario. **O que fazer para substituir os insumos que podem migrar para a produção de biocombustível**. Acta Scientiae Veterinariae, vol. 36, núm. 1, 2008, pp. s107-s117. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- <sup>8</sup> MIASNIKOV, Andrei; SHARMA, Vivek. **Métodos e Composições para Produção Aprimorada de Etanol**. Nº da patente: WO2021142057A1. Data de publicação: 15 de jul. de 2021.
- <sup>9</sup> PIMENTEL, Júlio; WILSON, James D. **Fermentação de carboidratos**. Nº da patente: US8883470B2. Data de publicação: 11 de nov. de 2014.
- <sup>10</sup> ZACK, Kenneth L. et al. **Aditivos e seu uso em fluxos de processos de fermentação de milho e outros bioprocessos**, Nº da patente: US20230263204A1, Data de publicação: 24 de ago. 2023.
- <sup>11</sup> KOHMANN, Laura Moura. **Atividade de água em alimentos: Reações que ocorrem nos diferentes níveis de atividade de água e sua influência na conservação de alimentos**. Porto Alegre: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI-RS, Departamento Regional, 2013.
- <sup>12</sup> MUSSOLINI, Renata Capanema. **Caracterização físico-química e rendimento da moagem úmida de quatro híbridos de milho**. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto, 2009.
- <sup>13</sup> BASTO, Gabriela Jardim. **Caracterização físico-química de farinha mista de milho e pupunha (Bactris gasipaes) obtida por extrusão**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2013.