



ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FARINHA DE BAGAÇO DE MALTE

Giovana Moreira da Costa; Vanessa Riani Olmi Silva; Maurício Henriques Louzada; Isabela Campelo Queiroz

IF Sudeste MG - Campus Rio Pomba

RESUMO

A produção em microcervejarias gera uma quantidade considerável de resíduo, como o bagaço de malte, que é resultante da mosturação. Este apresenta elevados teores de fibras, proteínas e compostos bioativos e sua capacidade tecnológica está ligada a estes seus componentes. O aproveitamento de resíduos vem despertando o interesse tanto de pesquisadores como das indústrias. Dentro deste contexto o objetivo geral deste trabalho foi elaborar e caracterizar uma farinha de bagaço de malte. O projeto foi realizado no IF Sudeste MG. Foram utilizados 3 lotes diferentes de bagaço de malte de produção de cerveja *pilsen*. Os resultados das análises físico-químicas da farinha, utilizando metodologia oficial da AOAC (2016), apresentaram 14,44% em proteínas, 6,3% em lipídios e 2,97% em cinzas, percentuais em base seca. A aw encontrada foi 0,6 e o pH médio 5,2. O teor de glúten, quantificado através de método utilizando um kit comercial ELISA, foi 53 ppm, o que rotula a farinha como um alimento de baixo teor de glúten. Concluiu-se então que a reutilização do resíduo de produção de cerveja na alimentação representa um procedimento de caráter sustentável e que deve ser explorado cada vez mais, devido às boas características nutricionais do bagaço e sua oferta abundante.

Palavras-chave: Resíduo; Microcervejaria; Fibras; Sustentável.



1 INTRODUÇÃO

Atualmente tem se verificado um grande crescimento do ramo de microcervejarias no Brasil, assim como o nicho consumidor desse estilo de cerveja. Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o ano de 2017 consolidou o crescimento do mercado cervejeiro nacional, chegando-se a 679 cervejarias legalmente instaladas no Brasil, reafirmando a tendência observada em momentos anteriores, na ampliação do número de estabelecimentos e, conseqüentemente de seus produtos. Quanto aos estabelecimentos, 2018 teve 210 novas fábricas, chegando à marca de, aproximadamente, a cada dois dias uma cervejaria abrir as portas no Brasil (MÜLLER; MARCUSO, 2018). Esse número considerável engloba em sua maioria microcervejarias, e ainda existem inúmeras outras fora dessa contagem, que ainda não se registraram no MAPA.

A produção em microcervejarias, apesar de ser em uma escala bem menor que grandes indústrias cervejeiras, gera uma quantidade considerável de resíduo, como o bagaço de malte. Este é resultante da primeira etapa da produção de cerveja, a mosturação, onde se obtém o mosto a partir de água e malte. A composição do resíduo de malte tem um valor nutricional considerável que deve ser analisado para sua melhor incorporação na área alimentícia, a fim de se elaborar novos produtos com maior valor agregado, diminuir a quantidade de resíduos produzidos e, concomitantemente, aumentar a receita dos produtores.

A fabricação de uma farinha produzida por meio do bagaço de malte pode ser utilizada no processo de panificação ou como complemento alimentar de outros alimentos (PANZARINI et al., 2014).



O aproveitamento de resíduos agroindustriais como fonte de matéria prima para novos produtos vem despertando o interesse tanto de pesquisadores como das indústrias produtoras. Nos últimos anos a utilização sustentável desses subprodutos gerados no setor agroalimentar tornou-se cada vez mais importante e um desafio na ciência e tecnologia de alimentos (NOCENTE et al., 2019). A transformação do bagaço de malte em ingrediente alimentar na elaboração de uma farinha com características funcionais representa uma boa estratégia principalmente para microcervejarias. Neste contexto, é essencial desenvolver uma caracterização mais detalhada do bagaço de malte para destacar seu potencial no desenvolvimento de uma farinha com boas características nutricionais e simultaneamente resolver os problemas ambientais relacionados ao seu descarte.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido no Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (DCTA) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG), *campus* Rio Pomba.

2.1 Obtenção do bagaço de malte, avaliação de sua umidade e elaboração da farinha

O bagaço de malte (BM) foi fornecido por uma microcervejaria da região, este foi obtido da filtração do mosto, após a etapa de mosturação. Foram utilizados três lotes diferentes de bagaço de malte tipo *pilsen* para elaboração das farinhas.



O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos fechados e transportado sob refrigeração ao DCTA – IF Sudeste MG, onde foi realizada a análise de umidade do material.

O BM úmido foi distribuído em bandejas de alumínio e levado à secagem a uma temperatura de 60°C em estufa de circulação de ar forçada, até peso constante, por aproximadamente 10 horas. A umidade foi determinada baseando-se na perda de peso do material aquecido na estufa até peso constante, metodologia adaptada da AOAC (2016). Para calcular este valor, previamente antes da secagem foi medido o peso do bagaço úmido. Após a secagem, o BM seco foi pesado e a umidade calculada seguindo as fórmulas:

$$Pa \text{ (peso da água)} = (\text{peso BM úmido} - \text{peso BM seco})$$

$$\% \text{umidade} = 100 * Pa / \text{peso BM úmido}$$

Posteriormente o BM seco foi moído utilizando um moedor de café elétrico “tipo portátil” da marca Cadence até obtenção de granulometria homogênea, originando a farinha de bagaço de malte que foi caracterizada quanto aos parâmetros físicos e químicos (atividade de água; pH; proteínas; lipídios; cinzas; compostos fenólicos; cor objetiva). Foi realizado também a quantificação de glúten da farinha de BM.

2.2 Análises físicas e químicas e determinação do teor de glúten da farinha de bagaço de malte

A atividade de água foi medida por meio do aparelho Aqualab Decagon, série LITE, aplicando o princípio do ponto de orvalho em espelho encapsulado.



A determinação do pH foi conduzida diretamente na farinha diluída em água destilada, pela inserção de um eletrodo de penetração (HANNA FC232D) acoplado a um pHmetro portátil HI99163 (Hanna Instruments Woonsocket, RI, EUA) previamente calibrado.

A composição centesimal (proteínas, lipídios e cinzas) foi determinada segundo as metodologias oficiais da *Association of Official Analytical Chemistry* (AOAC, 2016). Para quantificação de lipídios (extrato etéreo) foi utilizado o método de Soxhlet, para as proteínas o método de micro-Kjeldahl e a análise de cinzas (resíduo mineral fixo) foi feita em mufla a 550 °C.

A detecção de compostos fenólicos foi realizada utilizando-se o reagente de Folin Ciocalteu pelo método colorimétrico (SWAIN; HILLS, 1959).

A determinação objetiva da cor foi efetuada pela leitura direta de reflectância das coordenadas L^* , a^* e b^* empregando a escala CIELAB utilizando colorímetro (Konica Minolta CR-10, Osaka, Japão). As amostras de farinha foram dispostas em placas de petri, e colocadas sobre superfície de cor branca para serem analisadas. A leitura foi realizada em três pontos diferentes de cada porção de farinha.

A determinação do glúten foi realizada utilizando-se metodologia oficial da AOAC (método 2012.01) em laboratório terceirizado especialista em análise de alimentos. Foi feita detecção específica com imunoensaios, com base em interações específicas entre a proteína e seu anticorpo. Foi utilizado o kit comercial ELISA (ensaio de imunoabsorção enzimática). O método padrão oficial para determinação do glúten de acordo com o *Codex Alimentarius* é o ELISA que utiliza o anticorpo R5. Este anticorpo é capaz de reconhecer vários pequenos epítopos tóxicos celíacos repetitivos



(QQPFP, LQPFP, QLPYP, QLPTP, QQSFP, QQTFP, PQPFP, QQPYP e PQPFP) (HAGER et al., 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação de umidade do bagaço de malte

A média de teor de umidade encontrada nas amostras de bagaço de malte foi de 76,47%, resultado semelhante ao encontrado por Cordeiro (2011). Este elevado valor associado à sua composição torna o BM susceptível a rápida deterioração, além de dificultar seu transporte, justificando assim a necessidade da prévia secagem, que favorece a uma maior vida de prateleira e uma maior facilidade de armazenagem.

3.2 Caracterização da farinha de bagaço de malte

3.2.1 Caracterização físico-química

Os resultados das análises físico-químicas da farinha estão representados nas tabelas 1 e 2.

O resultado médio da a_w das farinhas de bagaço de malte foi semelhante ao encontrado por Pessoa et al. (2016) ao estudarem 3 tipos de farinhas de trigo. Estes autores encontraram a_w variando de 0,54 a 0,60 que são considerados parâmetros de alimentos com umidade intermediária, cuja faixa é considerada segura do ponto de



vista sanitário, pois não há crescimento de bactérias patogênicas (PESSOA et al., 2016).

O valor de a_w tem importância na tecnologia de alimentos, pois é um parâmetro da avaliação a suscetibilidade de deterioração e, logo a vida de prateleira dos alimentos. A a_w está relacionada com o teor de umidade do alimento à temperatura constante, fornecendo valores que permitem um maior controle de microrganismos na matéria prima e nos produtos industrializados (GARCIA, 2004; PESSOA et al., 2016).

Tabela 1 – Análises químicas da farinha de bagaço de malte

Parâmetros	Farinha de BM Médias (DV)
aw	0,60 (0,13)
pH	5,20 (0,46)
Proteínas (%)	14,44 (1,12)
Lipídeos (%)	6,30 (0,89)
Cinzas (%)	2,97 (0,27)
Fenólicos totais (mg AG/100ml)	140 (46,87)

*% em base seca

Fonte: Autoria própria

Em relação ao pH, a farinha de BM apresentou um caráter mais ácido, com média de 5,2, esta característica pode estar relacionada ao maior conteúdo de lipídios da farinha de BM e a oxidação destes em ácidos graxos. Cardoso et al. (2019) ao caracterizarem farinhas de trigo e de centeio encontraram pHs da farinha de trigo entre 6,05 e 6,18 e o da farinha de centeio um pouco mais elevado entre 6,18 a 6,44.



O pH é fator significativo para a capacidade de desenvolvimento de microrganismos nos alimentos, pois a farinha contaminada por leveduras ou bactérias pode ter um pH mais baixo devido à atividade biológica extra (CARDOSO et al., 2019).

O valor médio de proteínas encontrado nas amostras de farinha de BM foi semelhante ao encontrado por Nocente et al. (2019) que obteve em seu trabalho 14,5 g/100 g e menor que o encontrado por Niemi et al. (2012) e Meneses et al. (2013) que encontraram percentuais acima de 20%. Meneses et al. (2013) estudou bagaço advindo de uma cerveja elaborada com malte e adjuntos (outros cereais não maltados) o que pode justificar essa diferença de valores, já que nesta pesquisa o objeto de estudo era um bagaço derivado de uma bebida puro malte. Esses valores demonstram que a farinha de BM tem um conteúdo proteico um pouco maior que as farinhas de trigo, Gddoa, Al-sahlany & Al-musafer (2018), por exemplo, encontraram 12,8% de proteínas em amostras de farinha de trigo.

O percentual de lipídios da FBM foi maior que o encontrado em farinha de trigo ,1,5%, (GDDOA, AL-SAHLANY & AL-MUSAFER, 2018) e semelhante ao resultado obtido por Farcas et al. (2015), de 6,1%, em sua análise de BM liofilizado. Cooray & Chen (2018) encontraram 10,09 % de lipídios em bagaço de malte seco. Esse valor mais elevado deve ser considerado durante o desenvolvimento de formulações de novos produtos com substituição ou acréscimo da farinha, para não haver alterações indesejáveis na estrutura da massa assim como em seu valor nutricional.

A quantificação de cinzas, uma análise que avalia minerais presentes na amostra, apresentou valor médio similar ao encontrado no trabalho de Nocente et al. (2019) que relatou 2,7 g/100g de amostra, justificando este alto valor devido à



presença das camadas mais externas do grão de cevada na farinha. Cooray & Chen (2018) chegaram a encontrar 3,35% de cinzas em bagaço de malte seco.

O valor médio de fenólicos totais encontrado nas farinhas de bagaço de malte foi de 140 mg de AG/ 100 mL⁻¹. Este resultado sugere que a farinha de BM possui uma atividade antioxidante maior que as farinhas de trigo, tanto tradicional como integral. De acordo com o demonstrado no trabalho de Farcas et al. (2015), estas farinhas apresentam 21,12 e 64,68 mg/100 mg de fenóis totais respectivamente. Neste mesmo estudo Farcas et al. (2015) encontraram valores de fenóis totais em bagaço de malte seco de aproximadamente 300 mg/100 g de amostra. Socaci et al. (2018) relataram valores para o conteúdo fenólico total realizado pelo método de Folin-Ciocalteu variando de 40,97 mg AG/100 g a 114,23 mg/100 g. Maior atividade antioxidante e conteúdo de vitaminas foram encontrados no pão pita produzido com farinha de cevada integral em comparação com o pão pita com farinha tradicional (DO et al., 2016), demonstrando também que a cevada e seus derivados podem gerar produtos com essa característica mais acentuada que os produtos à base de farinha de trigo.

Os resultados de análise de cor das amostras de farinha de BM estão descritos na tabela 2.

Tabela 2 – Análise de cor em farinhas de bagaço de malte.

PARÂMETROS	FBM
L	50,7(1,45)
a*	7,3(0,8)
b*	20,3(1,43)

Fonte: Autoria própria



A luminosidade é representada pelo símbolo L^* , que varia de 0 a 100, tendendo quanto mais perto do 0 para a coloração preta e mais perto do 100 para a cor branca (SILVA, 2015). A cromaticidade expressa pelo símbolo a^* , determina uma cor mais avermelhada em $+a^*$ e $-a^*$ tende para o tom verde. A cromaticidade representada pelo símbolo b^* , apresenta índices de amarelo quando $+b^*$ ou azul $-b^*$ (SILVA, 2015; MIRANDA, DE MORI & LORINI, 2009).

Silva et al. (2015) ao analisarem seis marcas de farinha de trigo encontraram valor médio de 80,53 para o parâmetro L, valor bem acima do encontrado na análise de farinha de BM, o que era esperado já que a mesma possui uma tonalidade bem mais escura e a farinha de trigo tende para o branco. Em relação ao índice a^* , estes encontraram em seu experimento uma média de 3,81, valor abaixo do valor médio da farinha de BM, que tende para uma cor mais acastanhada que remete a cores variando entre amarelo e vermelho, o que justifica também o valor médio bem mais alto de b^* da farinha de BM comparada ao valor médio da farinha de trigo de 7,8 encontrado no referido trabalho.

3.2.2 Quantificação de glúten

A análise de glúten detectou um teor de 52,3 ppm em farinha de BM. Este valor é relativamente baixo, porém ainda acima do que estabelece o *Codex Alimentarius* para um alimento ser considerado sem glúten. O *Codex* estabelece que os alimentos sem glúten não podem conter trigo, centeio, cevada, aveia ou suas variedades



mestiças, a menos que tenham sido processados especialmente para reduzir o nível de glúten para menos de 20 ppm (CODEX ALIMENTARIUS, 2010)

A *Food and Drug Administration* (FDA), mantém a definição do termo “sem glúten” para a rotulagem de alimentos nos EUA semelhante, ou seja, qualquer presença inevitável de glúten nos alimentos deve estar abaixo 20 ppm (FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, 2013).

Durante o processo de mosturação, quando certos componentes do malte são solubilizados em água, a maioria das proteínas é precipitada e apenas algumas são hidrolisadas em polipeptídeos simples. A maioria da proteína precipitada permanece no resíduo de malte após o processo de lavagem. Hager et al. (2014) ao estudar o teor de glúten dos produtos intermediários da produção de cerveja, encontrou 48 ppm no mosto e 6 ppm na cerveja (produto final), ou seja, a maioria do glúten ficou no resíduo da mosturação, o BM.

A farinha de BM é uma farinha que pode ser considerada alimento com “teor de glúten muito baixo”, por possuir valor abaixo de 100ppm (CODEX ALIMENTARIUS, 2010). Essa característica é importante para desenvolvimento de alimentos com baixo teor de glúten, ou até mesmo considerados sem glúten, dependendo da quantidade utilizada (<20 ppm), que estão em destaque no mercado devido ao nicho de consumidores com certa intolerância e ou com doença celíaca.



4 CONCLUSÃO

Analisando a composição centesimal da farinha elaborada a partir do resíduo de produção de cerveja, mais especificamente o bagaço de malte, ficou evidenciado o potencial de incorporação desse subproduto como ingrediente alimentar. Altos níveis de proteína, fibras e compostos bioativos se fazem presente neste resíduo.

Devido ao baixo teor de glúten, 53ppm, encontrado na farinha de BM, esta pode ser valorizada na elaboração de produtos com baixo teor de glúten e ou sem glúten dependendo do percentual de substituição, ficando limitado seu uso para certos produtos como pães, em maiores quantidades, sem que seja utilizado algum ingrediente complementar que evite perda na qualidade da massa.

A reutilização do bagaço de malte, na alimentação humana representa um procedimento de caráter sustentável e que deve ser explorado cada vez mais, devido as boas características nutricionais apresentadas pela farinha concomitante à sua oferta farta.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (2016). Official methods of analysis of AOAC INTERNATIONAL. Washington: 20th ed. v. 2. 3172p.

CARDOSO, R. V. C., FERNANDES, A. HELENO, S. A., RODRIGUES, P., GONZALEZ-PARAMÁS, M., BARROS, L., FERREIRA, I. C. F. R. (2019) Physicochemical characterization and microbiology of wheat and rye flours. *Food Chemistry*, 280, 123-129.



CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. (2010). Procedural Manual. 9. e.d. Rome: Joint FAO/WHO Food Standards Programme. 2010. PDF. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i1400e/i1400e.pdf> . Acesso em: 1 out. 2019.

COORAY, S. T., CHEN, W. N. (2018). Valorization of brewer's spent grain using fungi solid-state fermentation to enhance nutritional value. *Journal of Functional Foods*, 42, 85-94.

CORDEIRO, L. G. (2011). Caracterização e viabilidade econômica do bagaço de malte oriundos de cervejarias para fins energéticos. 2011. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba.

DO, T. T. D., MUHLHAUSLER, B., BOX, A., ABLE, A. J. (2016). Enrichment of antioxidant capacity and vitamin E in pita made from barley. *Journal of Food Science*, 81, 777-785.

FARCAS, A. C., SONIA, A., SOCACI, S. A., DULF, F. V., TOFANA, M., MUDURA, E., DIACONEASA, Z. (2015). Volatile profile, fatty acids composition and total phenolics content of brewers' spent grain by-product with potential use in the development of new functional foods. *Journal of Cereal Science*, 64, 34-42.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (2013). Final rule 78 FR 47154 on food labeling; **Gluten-free labeling of foods**. 5 August 2013. Disponível em <https://www.govinfo.gov/app/details/FR-2013-08-05/2013-18813>. Acesso em: 10 ago. 2019.

GARCIA, D. M. (2004). Análise de atividade de água em alimentos armazenados no interior de granja de integração avícola. 2004. 50p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

GDDOA, T., AL-SAHLANY, AL-MUSAFER, S. A. M. (2018). Effect of substitution percentage of banana peels flour in chemical composition, rheological characteristics of wheat flour and the viability of yeast during dough time. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. In press, Corrected Prof.

HAGER, AS., TAYLOR, J. P., WATERS, D. M., ARENDT, E. K. (2014). Gluten free beer – A review. *Trends in Food Science e Technology*, 36, 44-54.



MENESES, N. G., MARTINS, S., TEIXEIRA, J. A., MUSSATTO, S.I. (2013). Influence of the extraction solvents on the recovery of antioxidant phenolic compounds from the used grains of the brewery. *Separation and Purification Technology*, 108, 152-158.

MIRANDA, M. Z., DE MORI, C., LORINI, I. (2009). Qualidade Comercial do Trigo Brasileiro: safra 2006. Embrapa Trigo, Passo Fundo. Disponível em

http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do112.pdf. Acesso em 15 de julho de 2019.

MÜLLER, C. V.; MARCUSSO, E. F. (2018). Anuário da cerveja no Brasil. <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/pasta-publicacoes-DIPOV/AnuariodacervejanoBrasil09.01.pdf>. Acesso em 16 de março de 2018.

NIEMI, P., TAMMINEN, T., SMEDS, A., VILJANEN, K., OHRA-AHO, T., HOLOPAINENMANTILA, U., FAULDS, C.B., POUTANEN, K., BUCHERT, J. (2012) Characterization of lipids and lignans in brewer's spent grain and its enzymatically extracted fraction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60, 9910-9917.

NOCENTE, F., TADDEI, F., GALASSI, E., GAZZA, L. (2019). Upcycling of brewers spent grain by production of dry pasta with higher nutritional potential. *Food Science and Technology*, 114, 108421.

PANZARINI, N.H., RABBERS, A., TRINDADE, J. L. F., MATOS, E. A. S. A., CANTERI, M. H. G., BITTENCOURT, J. V. M. (2014). Elaboração de Bolo de Mel Enriquecido com Fibras do Bagaço da Indústria Cervejeira. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, 8, 1154-1164.

PESSOA, C. E., AMORIM, K. A., ALVES, V. M., DIAS, L. G., DAMIANI, C., SILVA, E. P. (2016). Granulometria e atividade de água de farinha de trigo, polvilho e trigo moído. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos (25.:2016: Gramado, RS), [Anais do] XX Simpósio Internacional de Alimentos da CIGR Sessão VI / Gramado: SBCTA Regional, RS.

PORTAL BRASIL (2017). Brasil é o terceiro no ranking mundial de produção de cerveja. Disponível em <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/08/brasil-e-o-terceiro-no-ranking-de-producao-mundial-de-cerveja>. Acesso em 16 de março de 2018.

SILVA, A. F. V., LAURINTINO, T. K. S., CARVALHO, L. D. B., LIMA, R. D., RIBEIRO, D. S. (2015). Análise de diferentes marcas de farinha de trigo: Teor de acidez, cor e cinzas. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*, 5, 18-22.



SOCACI, S. A., FĂRCAȘ, A. C., DIACONEASA, Z. M., DAN VODNAR, D. C., RUSU, B., TOFANĂ, M. (2018). Influence of the extraction solvent on phenolic content, antioxidant, antimicrobial and antimutagenic activities of brewers' spent grain. *Journal of Cereal Science*. 80, 180-187.

SWAIN, T.; HILLS, W.E. (1959). The phenolic constituents of *Punus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 19, 63-68.