ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FARINHA DE AVEIA DESCARTADA NO PROCESSO DE CLASSIFICAÇÃO

Lucas Pereira Carneiro[1], Patricia Fermino e Silva[2], Neusa Fátima Seibel[1,2]

[1]DAALM – UTFPR, Londrina/PR, Brasil (lucasc.2021@alunos.utfpr.edu.br)
[2] PPGTAL – UTFPR, Londrina/PR, Brasil

Resumo: Durante o processamento da aveia são gerados grandes volumes de descarte, incluindo grãos de tamanhos menores. Assim, uma farinha com estes grãos foi elaborada e caracterizada para avaliar a sua viabilidade tecnológica. Os resultados das análises desta farinha foram semelhantes à farinha com grãos classificados, somente apresentou maior teor de cinzas, portanto, o aproveitamento desta aveia descartada pode ser viável como um novo ingrediente alimentar a ser utilizado em formulações de cor escura.

Palavras-chave: subproduto; agroindústria; alimento vegetal; economia circular.

INTRODUÇÃO

A aveia é um cereal de inverno que é amplamente cultivada no Brasil e no mundo. Suas características se manifestam de diversas formas, tornando-se valiosos tanto para o consumo humano ou animal quanto para a produção de produtos cosméticos (Malanchen, et al., 2019). Além da aveia ser fonte de fibras, determinados nutrientes e fitoquímicos conferem à aveia inúmeros benefícios à saúde humana, como controle glicêmico, redução do colesterol, controle de peso, prevenção de doenças cardíacas e vasculares e efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios. É também um alimento que por natureza não contém glúten sendo, portanto, indicado para substituir alimentos à base de trigo em casos de pessoas com doença celíaca (Mao et al., 2022).

A produção de aveia gera grandes quantidades de subprodutos, incluindo palha, cascas e sementes quebradas, que são frequentemente descartadas (Gutkoski e Pedó, 2000). Esses resíduos têm o potencial de serem valorizados em produtos de alto valor agregado, como farinha, diminuindo assim a quantidade de resíduos enviados para aterros e aumentando a eficiência econômica da produção de aveia.

Neste contexto, a valorização da aveia descartada para a produção de farinha pode ser uma estratégia viável para reduzir perdas e ganhar eficiência no setor de produção de cereais. No entanto, é necessário investigar as opções técnicas dessa prática trazendo para contexto o *upcycling food* que envolve a geração de novos usos para matérias-primas ou partes de alimentos que, de outra forma, seriam descartadas no início da cadeia de produção (Junior, et al., 2024). Assim, o objetivo desde trabalho foi avaliar a viabilidade da utilização da aveia descartada no processo de classificação para a produção de farinha destinada à alimentação humana.

MATERIAL E MÉTODOS

Os grãos da aveia de descarte e da aveia padronizada utilizadas no processamento foram avaliados pelo aspecto visual, realizando também medições de comprimento de 50 grãos, com auxílio de paquímetro digital conforme Guedes (2011). O processamento da aveia utilizada neste trabalho iniciou diretamente com a etapa de descascamento passando pelas etapas de polimento, tratamento hidrotérmico, corte e moagem. O tamanho das partículas das farinhas foi avaliado através de granulometria com base na metodologia 66-20.01 (AACC International, 1999). A presença de peroxidase foi medida qualitativamente usando o método 22-80.01 (AACC International, 1999). Para a determinação de umidade foi utilizado o método 012/IV descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). A determinação de cinzas foi pelo método 018/IV descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Para a quantificação de proteínas foi utilizado o método 037/IV descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). A análise de lipídios foi realizada pelo método 032/IV descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). As análises microbiológicas foram realizadas com amostras coletadas no início, meio e fim do processo. Para *Bacillus cereus* foi utilizada a metodologia ISO 7932 (ABNT, 2016), para a análise e contagem de *E. coli* foi utilizado o método de Petrifilm (AOAC 991.14 e 998.08) e para identificar a presença de *Salmonella* sp., foi utilizado o método ISO 6579 (ABNT, 2017).

O tratamento dos dados foi realizado da seguinte forma: as análises físico-químicas foram expressas como média e desvio padrão e submetidos à análise

de variância (ANOVA) seguida pelo teste t-Student a nível de 5% de significância. E as análises microbiológicas foram avaliadas comparativamente aos padrões da legislação vigente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os grãos de aveia padronizados e de descarte tiveram seu comprimento avaliado e os resultados estão expressos na Tabela 1 na forma de média e desvio padrão das medições.

Tabela 1 – Avaliação do comprimento dos grãos de aveia comercial e de descarte.

Amostras	Comprimento (mm)
Aveia padronizada	$10,33 \pm 0,48^{A}$
Aveia descartada	$9,16 \pm 1,19^{B}$

n= 50 unidades p<0,05 *Médias na coluna seguidas de letras diferentes apresentam diferença estatística significativa a 5% no teste t-Student

Com base nos resultados, os grãos de aveia de descarte são em média 1,17mm menores em relação ao comprimento dos grãos de aveia padronizada (Figura 1) tendo em análise estatística apresentado diferença significativa p<0,05, nesse sentido o reflexo dessa diferença poderá ser sentido na etapa de descascamento devido à redução da área de impacto do grão (Decker et al., 2014).



Figura 1 – Comparação visual entre os grãos de aveia padronizada e de descarte.

(A) – Grão de aveia padronizado / (B) Grão de aveia de descarte.

A farinha de aveia de descarte obtida após o processo de moagem apresentou uma característica visual um pouco diferente quando comparado com a farinha de aveia comercial (Figura 2) sendo as principais diferenças em relação à coloração da farinha que estava levemente mais escura e a presença de partes de cascas na farinha de descarte. Uma hipótese para essas diferenças pode ser associada à possibilidade de o processo de descascamento não ter sido eficiente devido ao tamanho dos grãos permitindo que uma quantidade destes com casca seguissem para a etapa de moagem impactando na apresentação visual da farinha.



Figura 2 – Comparação visual entre a farinha de aveia comercial e a farinha de aveia de descarte.

(A) – Farinha de aveia comercial / (B) Farinha de aveia de descarte.

Em relação à granulometria da farinha foi observado que a farinha de aveia de descarte de maneira geral apresentou-se como uma farinha com maior granulometria em comparação com a amostra comercial (Tabela 2), em que boa parte do material retido na primeira peneira era pedaços de casca.

Tabela 2 – Análise granulométrica das farinhas de aveia comercial e de descarte.

Abertura da peneira (mm)	Porcentagem retida por tamanho de partículas (%)	
	Farinha de aveia comercial	Farinha de aveia de descarte
595	0,56	30,26
425	15,9	22,39
250	16,15	14,08
180	63,69	6,65
150	2,41	6,65

Uma possibilidade para um resultado mais próximo da farinha comercial em relação à granulometria seria trabalhar com uma velocidade maior do rotor do moinho para reduzir o tamanho dos grânulos, no entanto, uma melhoria na etapa de descasque seria fundamental para a efetividade do mesmo.

Na Tabela 3 estão dispostos os resultados obtidos nas análises de estabilização enzimática relativo às peroxidases após o processo de estabilização.

Tabela 3 – Efeito do tratamento térmico para atividade das peroxidases em diferentes fases.

Amostras	Atividade enzimática
Início do processo	-
Meio do processo	-
Final do processo	-
Branco	-

Resultados expressos com sinal – significam que não houve mudança de cor, ou seja, presença das enzimas

Com base nos resultados obtidos da análise qualitativa de atividade enzimática referente às enzimas peroxidases tem-se o indicativo que o tratamento térmico aplicado ao grão de aveia em coluna de vapor foi eficiente durante todo processo de estabilização enzimática, no qual, não foram observadas mudanças de cor na farinha de aveia de descarte (Figura 3). Onde em casos positivos (+) a coloração muda para azul indicando atividade enzimática, e portanto, estabilização ineficiente.

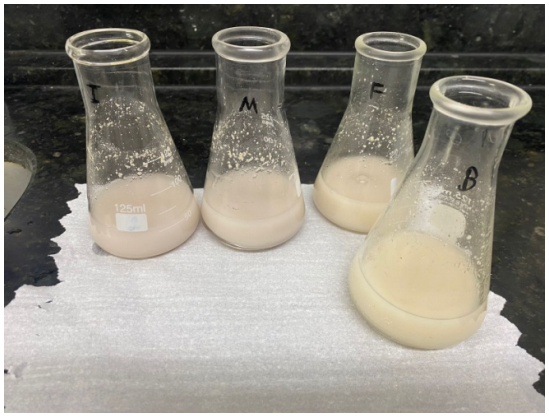


Figura 3 – Análise das peroxidases na farinha de aveia descartada.

A importância do processo de estabilização enzimática avaliada em relação às peroxidases se dá devido esta enzima ser mais resistente ao calor se comparada com as lipases e as lipoxigenases presentes na aveia. Logo, estabilizando as peroxidases pressupõe também ter estabilizado as demais enzimas degradadoras de lipídeos, com isso aumentando a vida útil do alimento garantindo a qualidade sensorial e nutricional, as quais são de grande relevância para o consumidor (Decker, et al., 2014)

Na Tabela 4 estão apresentados os valores da composição proximal realizada na farinha de aveia descartada e na farinha de aveia comercial.

Tabela 4 – Composição proximal (%) da farinha de aveia descartada e farinha de aveia comercial.

	Farinha de aveia descarte	Farinha de aveia comercial
Umidade	$9,72 \pm 0,34^{A}$	$9,15 \pm 1,06^{A}$
Cinzas	$1,90 \pm 0,01^{A}$	$1,47 \pm 0,02^{B}$
Proteínas	$14,58 \pm 0,01^{A}$	$14,24 \pm 0,17^{A}$
Lipídeos	$6,25 \pm 0,01^{A}$	$6,18 \pm 0,57^{A}$
Carboidratos*	67,55	68,96

*Carboidratos calculados por diferença / Médias na coluna seguidas de letras iguais não apresentam diferença estatística significativa a 5% no teste t-Student

Em relação à umidade não se observa uma diferença significativa comparando a farinha de aveia de descarte em relação à amostra comercial. Em relação à legislação os 9,72% ficaram abaixo do valor preconizado de no máximo 15% para amidos de cereais, farelos e farinhas (Brasil, 2022)

Os valores de cinzas na comparação entre as amostras de farinha comercial e de aveia residual apresentam uma variação estatisticamente significativa ($p<0,05$), sendo uma possível justificativa o fato de a farinha de aveia de descarte ter apresentado grande quantidade de casca em sua composição devido a uma eficiência inferior no processo de descascamento. Litwinek et al. (2013) encontraram valores de cinzas para farinha de aveia entre 1,42% e 1,40%, próximos da farinha de aveia comercial, já Molin (2011) encontrou 2,08% em sua pesquisa, valores mais próximos à farinha de aveia descarte.

Os resultados de proteínas revelam uma proximidade entre os valores obtidos entre os dois tipos de farinha de aveia. Molin (2011) encontrou valores de proteínas para farinha de aveia de 18,62% e segundo o autor estes valores podem variar substancialmente de um genótipo de aveia para outro podendo estar entre 12,7% e 16,9%. Litwinek et al. (2013) por outro lado encontrou 13,36% de proteínas em sua pesquisa para fabricação de pães com *blends* de farinha de aveia e farinha de trigo. Demonstrando que os valores encontrados não se destoam da literatura.

Em relação aos lipídeos é observado um valor muito próximo entre a farinha de aveia de descarte e amostra comercial padrão, em relação à literatura, Gu et al. (2022) encontraram valores entre 8,31% e 5,32%, esses valores segundo o autor podem variar de acordo com a granulometria da farinha. Litwinek et al. (2013) em sua análise encontraram 8,45%. Já Molin (2011) encontrou valores entre 6,49% e 7,29%. Neste contexto, observa-se que apesar dos valores distintos para cada trabalho os teores do

presente trabalho ficam dentro de um intervalo entre 5,32% e 8,45% em relação ao valor encontrado por outros autores.

O valor de carboidratos encontra-se próximo ao valor estipulado de 66,6% pela tabela brasileira de composição de alimentos (Brasil, 2021) dos quais incluídos no valor de 67,5% estão também os carboidratos complexos.

Os resultados referentes às análises microbiológicas das três amostras coletadas durante o processo produtivo (início, meio e fim de processo) da farinha de aveia de descarte estão dispostos na Tabela 5. O padrão de comparação utilizado é referente a IN 161 da RDC 724/2022 para farinhas, amidos, féculas e fubás, onde é preconizado as análises de *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* e *Salmonella* sp.

Tabela 5 – Contagem de *Bacillus cereus, Escherichia coli* e pesquisa de *Salmonella* sp em farinha de aveia descartada.

	Bacillus Cereus (UFC/g)	*Escherichia coli* (UFC/g)	*Salmonella* sp (presença em 25g)
Início do processo	<10	<10	Ausência em 25g
Meio do processo	<10	<10	Ausência em 25g
Fim do processo	1,0 x 10^3	1,0 x 10^2	Ausência em 25g

Em relação a contagem de *Bacillus cereus* das 3 amostras apenas a última amostra apresentou 1,0x10^1 UFC/g, onde, pela IN 161 este valor encontra-se abaixo do limite preconizado para contagem desse micro-organismo que é de 1,0 x 10^3 UFC/g podendo neste caso ser classificado como produto satisfatório com qualidade aceitável sendo indicativo de segurança em relação a essa bactéria. *Bacillus cereus* pertence ao grupo de bactérias Gram positivas classificada como patogênica, este microrganismo age pelo mecanismo de infecção mediada por toxina e intoxicação alimentar, causando as síndromes diarreica e emética, respectivamente (Lima, 2021).

Para *Escherichia coli* de maneira semelhante ao *Bacillus cereus* a amostra do fim do processo apresentou contagem desse microrganismo sendo o valor 5,0x10^1 UFC/g, com base na legislação esses valores se encontram dentro da faixa aceitável sendo o limite de contagem de *E. coli* de 1,0x10^2 UFC/g. *Escherichia coli* é classificada como uma bactéria Gram-negativa em forma de bastonete, pertencente à família *Enterobacteriaceae*. A bactéria habita principalmente o trato intestinal inferior de animais de sangue quente, incluindo humanos (Jang et al., 2017), sendo um microrganismo patogênico, cujo mecanismo de patogenicidade pode variar de acordo com as suas cepas sendo elas: *E. coli* enteropatogênica (EPEC), *E. coli* enterotoxigênica (ETEC), *E. coli* enteroinvasora (EIEC), *E. coli* enterohemorrágica (EHEC) ou *E. coli* produtora da toxina Shiga (STEC), *E. coli* enteroagregativa (EAEC) e *E. coli* aderente difusa (Merengue, et al. 2023).

Quanto a análise de *Salmonella* sp., em nenhuma das amostras foi detectada a presença dessa bactéria em relação aos 25g avaliados de cada amostra estando de acordo com a legislação demonstrando, portanto, um indício positivo em relação a segurança do alimento. A *Salmonella* é uma bactéria gram-negativa (Bush e Pertejo, 2024) que é considerada um dos maiores agentes etiológicos de DTAs do país tendo sido em 2021 o terceiro micro-organismo mais envolvido em casos de doenças transmitidas por alimentos (Brasil, 2022). Sua patogenicidade está associada à gastroenterite, mas às vezes causam febre tifoide, uma infecção mais séria, além de infectar o intestino a *Salmonella* pode ser carregada pela corrente sanguínea e infectar outros órgãos (Bush e Pertejo, 2024).

Com base nos dados há o indício que a utilização da aveia de descarte para a produção de farinha é muito promissora, no entanto, se faz necessário uma validação mais aprofundada em relação aos parâmetros de processo. Para trabalhos futuros ficam recomendados a realização de análise de fibras alimentares para uma avaliação mais completa dessa farinha do ponto de vista nutricional, além da aplicação da farinha de descarte em uma formulação alimentar comparando-a com a farinha de aveia convencional, seguido de testes sensoriais com consumidores para entender a aceitação desse produto.

CONCLUSÃO

A aveia de descarte apresentou menor comprimento dos grãos em relação à aveia comercial, o que refletiu em uma farinha mais escura e com maior granulometria, provavelmente por conter pedaços de casca. O tratamento térmico para inativação das peroxidases nas farinhas de aveia comercial e descartada foi eficiente. A composição proximal foi similar para as duas amostras, exceto no teor de cinzas que foi maior na farinha de aveia descarte. E as análises microbiológicas mostraram que as duas

farinhas elaboradas eram alimentos seguros. Sendo assim, o aproveitamento desta aveia descartada pode ser viável como um novo ingrediente alimentar a ser utilizado em formulações de cor escura. No entanto, ainda pode-se fazer ajustes no processo como aumentar a velocidade do descascador e do moinho para melhorar suas características.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UTFPR Londrina.

REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC). Methods. Disponível em: <https://www.cerealsgrains.org/resources/Methods/Pages/default.aspx>. Acesso em 18 nov. 2024.

AOAC. Official Methods of Analysis (2012) 19th Ed., Appendix D: Guideline for collaborative study procedures to validate characteristics of a method of analysis, AOAC, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ISO 6579:2017, Microbiologia de alimentos para consumo humano e animal — Método horizontal para detecção, enumeração e sorotipagem de Salmonella - Parte 1: Detecção de Salmonella spp. ABNT/CEE-157 Microbiologia de Alimentos, 2017.

_____. ISO 7932:2016, Microbiologia de alimentos para consumo humano e animal — Método horizontal para a enumeração presuntiva de Bacillus cereus — Técnica de contagem de colônias a 30 °C. ABNT/CEE-157 Microbiologia de Alimentos, 2016.

ALAMINI, G; TIMM, N. 3 tentos. Boas práticas de secagem e armazenamento de grão: manejo para alta qualidade. Disponível em: <https://www.3tentos.com.br/triblog/post/124>. Acesso em 28 abr. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde (BR). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 493, de 15 de abril de 2021. Dispõe sobre os requisitos de composição e rotulagem dos alimentos contendo cereais para classificação e identificação como integral e para destaque da presença de ingredientes integrais. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 15 abr. 2021.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Surtos de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar no Brasil - Informe 2022. Disponível em:<https://www.gov.br/saude/ptbr/assuntos/saude-de-a-a-z/d/doencas-de-transmissao-hidrica-e-alimentar-dtha/arquivos/doencasde-transmissao-hidrica-e-alimentar-dtha/apresentacao-surtos-dtha-2022.pdf/view>. Acesso em: 16 mai. 2025.

_____. Ministério Da Saúde. Resolução RDC nº724, de 1° de julho de 2022. Dispõe sobre os padrões microbiológicos dos alimentos e sua aplicação. Diário Oficial da União. Brasília, n. 126, p. 205, 2022.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa IN nº161, de 6 de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. Diário Oficial da União. Brasília, 2022.

_____. Resolução RDC nº 711, de 01 de julho de 2022 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Requisitos sanitários dos amidos, biscoitos, cereais integrais, cereais processados, farelos, farinhas, farinhas integrais, massas alimentícias e pães. Diário Oficial da União. Brasília, 06 jul. 2022.

BUSH, L. M.; PERTEJO, M. T. V. Salmonella Infections. Disponível em: <https://www.msdmanuals.com/home/infections/bacterial-infections-gram-negative-bacteria/salmonella-infections>. Acesso em 25 mai. 2025.

DECKER, E. A.; ROSE, D. J.; STEWART, D. Processing of oats and the impact of processing operations on nutrition and health benefits. British Journal of Nutrition, v. 112, n. S2, p. S58-S64, 2014.

GU, Yujuan et al. Nutritional composition and physicochemical properties of oat flour sieving fractions with different particle size. Lwt, v. 154, p. 112757, 2022.

GUEDES, M. A.; MATA, M. E. R. M. C.; DUARTE, M. E. M.; FARIAS, P. A. Caracterização física de grãos de soja utilizando processamento digital de imagens. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais , v. 3, pág. 279-294, 2011.

GUTKOSKI, L. C.; PEDÓ, I. Aveia composição química, valor nutricional e processamento. São Paulo: Livraria Varela, 2000.

Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos, 4ª ed., São Paulo, 2008.

JANG, J.; HUR, H. G.; SADOWSKY, M. J.; BYAPPANAHALLI, M. N.; YAN, T.; ISHII, S. "Escherichia coli ambiental: implicações para ecologia e saúde pública — uma revisão. *Journal of applied microbiology.* 123.3 (2017): 570-581.

JUNIOR, A. C. Paula.; TEIXEIRA, E.; MATEUS, R. Improving the mechanical, thermal and durability properties of compressed earth blocks by incorporating industrial waste and by-products: A systematic literature review. Construction and Building Materials, v. 438, p. 137063, 2024.

LITWINEK, D.; GAMBUŚ, H.; ZIĘĆ, G.; SABAT, R.; WYWROCKA-GURGUL, A.; BERSKI, W. The comparison of quality and chemical composition of breads baked with residual and commercial oat flours and wheat flour. The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences , v. 2, n. 1, p. 1734-1743, 2013.

LIMA, L. L. S. Estudo do comportamento de *Bacillus cereus* em leite em pó reconstituído submetidos a diferentes tratamentos térmicos e condições de armazenamento. 2021. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

MALANCHEN, B. E.; SILVA, F. A.; GOTTARD, T.; TERRA, D. A.; BERNARDI, D.M. Composição e propriedades fisiológicas e funcionais da aveia. Fag Journal of Health (Fjh), v. 1, n. 2, p. 185-200, 2019.

MAO, H.; XU, M.; JI J.; Zhou, M.; LI, H.; WEN, Y.; WANG, J.; SUN, B. The utilization of oat for the production of wholegrain foods: Processing technology and products. Food Frontiers , v. 3, n. 1, p. 28-45, 2022.

MERENGUE, G. D.; DE OLIVEIRA, B. F; GONÇALVES, J. Doenças transmitidas por alimentos contaminados por Escherichia coli diarreiogênicas no Brasil: epidemiologia, diagnóstico e tratamento. UNILUS Ensino e Pesquisa, v. 19, n. 56, p. 15-25, 2023.

MOLIN, V. T. S. Avaliação Química e Sensorial do Grão da Aveia em diferentes formas de Processamento. 80f. 2011. Dissertação (Mestrado em Agronomia) –Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria. 2011