



PROCESSAMENTO DE HAMBÚRGUER DE CARNE BOVINA COM ADIÇÃO DE *BLEND* DE FARINHA DE BAGAÇO DE MALTE DE CERVEJARIAS ARTESANAIS.

PROCESSING OF BEEF BURGERS ENRICHED WITH A BREWER'S SPENT GRAIN FLOUR *BLEND* FROM CRAFT BREWERIES

Apresentação: Comunicação Oral

Thatiane Maria Soares de Sousa¹; Raimundo Bernadino Filho²; Flavia Isaura Soares de Lima³ Willames Fabio de Souza Bezerra Filho⁴; Iris Barbosa Souza⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.VCOINTERPDVAgro.0012>

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a adição de um *blend* de farinha de bagaço de malte proveniente de cervejarias artesanais na formulação de hambúrgueres bovinos. Foram elaboradas três formulações: uma controle (HP) e duas contendo 5% (HF1) e 10% (HF2) do *blend*. Os produtos foram submetidos a análises físico-químicas, composição centesimal e avaliações físicas. Os resultados demonstraram que a adição da farinha não comprometeu os parâmetros de pH e atividade de água, mantendo os produtos dentro dos padrões adequados para consumo. As formulações com *blend* apresentaram maior rendimento de cocção, menor redução de diâmetro e menor encolhimento, indicando melhor retenção de água durante o processamento. Além disso, observou-se aumento dos teores de proteínas e redução da umidade conforme a concentração de farinha foi elevada. Conclui-se que a utilização do *blend* de farinha de bagaço de malte apresenta potencial para enriquecer nutricionalmente hambúrgueres bovinos e contribuir para o aproveitamento sustentável de resíduos da indústria cervejeira.

Palavras-Chave: bagaço de malte, hambúrguer bovino, resíduos agroindustriais, sustentabilidade, enriquecimento nutricional.

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la adición de una mezcla de harina de bagazo de malta procedente de cervecerías artesanales en la formulación de hamburguesas de carne bovina. Se elaboraron tres formulaciones: una muestra control (HP) y dos muestras con 5% (HF1) y 10% (HF2) de la mezcla de harina. Los productos fueron sometidos a análisis físicoquímicos, composición centesimal y evaluaciones físicas. Los resultados demostraron que la adición de la harina no afectó negativamente los valores de pH y actividad de agua, manteniendo los productos dentro de los estándares adecuados para el consumo. Las formulaciones con la mezcla presentaron mayor rendimiento de cocción, menor reducción del diámetro y menor encogimiento, indicando una mejor retención de agua durante el procesamiento. Además, se observó un aumento en el contenido de proteínas y una reducción de la humedad a medida que aumentó la concentración de harina. Se concluye que el uso de la mezcla de harina de bagazo de malta tiene potencial para enriquecer nutricionalmente

¹ Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco – UFAPE, thatiane.sousa1@gmail.com

² Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco – UFAPE, raimundo.bernadino@ufape.edu.br

³ Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco – UFAPE, flavia.isalima@gmail.com

⁴ Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco – UFAPE, willamesfabio_2001@outlook.com

⁵ Doutora Iris Barbosa de Souza, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE) iris.barbosa@ufape.edu.br

las hamburguesas de carne bovina y contribuir al aprovechamiento sostenible de los residuos de la industria cervecera.

Palabras Clave: bagazo de malta, hamburguesa de carne bovina, residuos agroindustriales, sostenibilidad, enriquecimiento nutricional.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the addition of a brewer's spent grain flour *blend* obtained from craft breweries in the formulation of beef burgers. Three formulations were developed: a control sample (HP) and two samples containing 5% (HF1) and 10% (HF2) of the flour *blend*. The products were subjected to physicochemical, proximate composition, and physical analyses. The results showed that the addition of the flour *blend* did not negatively affect pH and water activity values, maintaining the products within suitable standards for consumption. The formulations containing the *blend* exhibited higher cooking yield, lower diameter reduction, and less shrinkage, indicating improved water retention during processing. Furthermore, an increase in protein content and a reduction in moisture were observed as the flour concentration increased. It was concluded that the use of brewer's spent grain flour *blend* has potential to nutritionally enrich beef burgers while contributing to the sustainable utilization of residues from the brewing industry.

Keywords: brewer's spent grain, beef burger, agro-industrial residues, sustainability, nutritional enrichment.

INTRODUÇÃO

O aproveitamento de resíduos agroindustriais tem ganhado destaque devido à necessidade de reduzir desperdícios e promover a sustentabilidade na indústria de alimentos. Entre esses resíduos, destaca-se o bagaço de malte, principal subproduto da produção cervejeira, que apresenta elevado teor de fibras, proteínas e compostos bioativos, demonstrando potencial para aplicação em alimentos destinados ao consumo humano.

Diversos estudos têm investigado o uso da farinha de bagaço de malte como ingrediente para enriquecimento nutricional de produtos alimentícios. Nesse contexto, o hambúrguer bovino surge como uma alternativa interessante por sua ampla aceitação pelos consumidores e possibilidade de reformulação de ingredientes.

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a adição de um *blend* de farinha de bagaço de malte proveniente de cervejarias artesanais na formulação de hambúrguer bovino, bem como realizar sua caracterização físico-química e centesimal.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Resíduos Agroindustriais e Sustentabilidade

Na indústria de alimentos, o termo resíduo refere-se à parcela da matéria-prima não utilizada ou rejeitada durante o processamento do produto principal, incluindo também as sobras geradas ao longo da produção (Gava, 2017). O aproveitamento desses resíduos tem se tornado uma estratégia importante para reduzir desperdícios e promover práticas mais sustentáveis na cadeia produtiva de alimentos.

Bagaço de Malte: Características e Potencial de Aplicação

O bagaço de malte (*Brewer's Spent Grain* – BSG) é o principal resíduo sólido gerado pela indústria cervejeira, representando cerca de 85% dos resíduos produzidos durante o processo de fabricação da cerveja (Mathias et al., 2015). Diversas tecnologias vêm sendo estudadas para agregar valor a esse subproduto, incluindo sua utilização na alimentação animal e humana, produção de energia e obtenção de ingredientes funcionais (Mussato, 2014).

Do ponto de vista nutricional, o bagaço de malte apresenta composição rica em fibras alimentares e proteínas, além de conter vitaminas, minerais e ácidos fenólicos. Essas características conferem ao resíduo potencial para aplicação em formulações alimentícias que visem o enriquecimento nutricional e a promoção da saúde dos consumidores (Lynch et al., 2016).

Utilização da Farinha de Bagaço de Malte em Alimentos

Diversos estudos têm demonstrado o potencial da farinha obtida a partir do bagaço de malte como ingrediente em produtos alimentícios. Segundo Kuiavski et al. (2020), a utilização desse ingrediente pode proporcionar benefícios nutricionais e tecnológicos aos alimentos.

Pesquisas realizadas por Melo, Manfio e Rosa (2016) avaliaram a substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de bagaço de malte em diferentes formulações. Costa (2019), por sua vez, utilizou esse ingrediente em produtos de panificação, enquanto Nascimento (2021) estudou sua aplicação como substituto parcial da gordura e da carne na elaboração de hambúrgueres bovinos. Esses resultados demonstram a versatilidade da farinha de bagaço de malte e seu potencial de aproveitamento pela indústria alimentícia.

2.4 Hambúrguer como Produto para Enriquecimento Nutricional

De acordo com Lima (2010), os produtos cárneos industrializados são constituídos por matérias-primas cárneas e não cárneas, além de aditivos alimentares. Entre esses produtos, destaca-se o hambúrguer, amplamente consumido devido à sua praticidade, características sensoriais e valor nutricional.

Segundo a Portaria SDA nº 724, de 23 de dezembro de 2022, o hambúrguer é definido como um produto cárneo industrializado obtido da carne moída de animais de açougue, podendo ou não conter tecido adiposo e outros ingredientes, sendo moldado e submetido a processo tecnológico adequado (Brasil, 2022).

Por sua elevada aceitação entre os consumidores e pela possibilidade de reformulação de sua composição, o hambúrguer apresenta-se como uma alternativa interessante para a incorporação de ingredientes funcionais, como a farinha de bagaço de malte. Dessa forma, sua utilização pode contribuir para o aumento do teor de fibras alimentares e para a oferta de produtos com melhor qualidade nutricional.

METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido, inicialmente, em quatro etapas:

a. Aquisição do bagaço de malte

O bagaço de malte foi cedido por um docente da UFAPE que realizou a produção caseira de diferentes cervejas artesanais em Garanhuns-PE, sendo os tipos APA, IPA e *Stout*. O bagaço de malte foi recolhido, acondicionado em embalagens plásticas e armazenado em freezer a -30 °C no Laboratório de Tecnologia de Cereais e Panificação até o momento de sua secagem.

b. Elaboração das farinhas de bagaço de malte

A elaboração das farinhas a partir do bagaço de malte ocorreu no Laboratório de Tecnologia de Cereais e Panificação - LACTAL/UFAPE. Após o descongelamento, o bagaço foi dividido em porções de 600g e distribuído em bandejas de alumínio. Posteriormente, as bandejas foram inseridas em uma estufa de secagem com circulação e renovação de ar (modelo LT 96 CR), onde foram mantidas a uma temperatura de aproximadamente 72 °C por 4 h e 45 min.

Após o processo de secagem, o bagaço foi transferido para bandejas plásticas e deixado em temperatura ambiente para esfriar completamente. A etapa seguinte foi a trituração do bagaço. Cada porção de bagaço, fracionada em 40 gramas, foi triturada duas vezes por 30 segundos, utilizando um moedor elétrico de café Di Grano da marca Cadence (modelo MDR 302).

O bagaço triturado foi peneirado, utilizando uma peneira doméstica com abertura de 0,5 mm, a fim de remover os resíduos mais grosseiros. As farinhas de bagaço de malte obtidas foram então misturadas para formar o *blend*. O *blend* foi pesado e fracionado em embalagens a vácuo que foram armazenadas e congeladas (-18 °C) até o momento da elaboração dos hambúrgueres.

c. Formulação e elaboração de diferentes opções de hambúrgueres

I. Matéria-prima.

A matéria-prima utilizada foi a carne bovina, corte acém, obtida em frigorífico na cidade de Garanhuns-PE no período de abril de 2024. Tanto os ossos, como os nervos e o excesso de gordura aparente, foram removidos. A gordura suína foi comprada no mercado municipal de carne também localizado na cidade de Garanhuns-PE.

A carne e a gordura foram conduzidas em bolsa isotérmica ao Laboratório de Tecnologia de Carnes e Derivados, LACTAL/UFAPE, onde foi desenvolvido o produto.

II. Ingredientes

Os ingredientes utilizados na formulação do hambúrguer bovino foram: sal, pimenta-do reino, alho em pó, cebola em pó, páprica doce, noz-moscada, antioxidante eritorbato de sódio, glutamato monossódico, sal de cura 1, água mineral gelada e o *blend* de farinhas de bagaço de malte. O sal de cura 1 e o antioxidante foram disponibilizados pelo coordenador do Laboratório de Tecnologia de

Carnes e Derivados, e o restante dos ingredientes foram adquiridos em loja a granel e supermercado localizados na cidade de Garanhuns-PE.

III. Produção dos hambúrgueres

Neste trabalho, foram desenvolvidos três tratamentos de hambúrguer bovino, sendo um controle - HP (sem adição da farinha) e dois com percentuais distintos de farinha de bagaço de malte, o primeiro com 5% (HF1) e o segundo com 10% (HF2), respectivamente. A formulação adotada está descrita na Tabela 1.

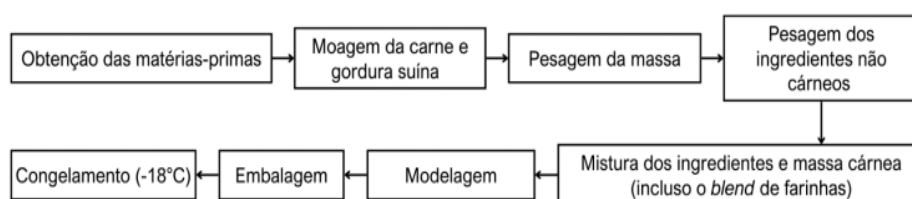
Tabela 01: Formulações de hambúrguer bovino com *blend* de farinhas de bagaço de malte

Matéria-prima	HP (%)	HF1 (%)	HF2 (%)
Carne bovina	85	85	85
Carne suína	15	15	15
Ingredientes % (g/100g) em relação à massa cárnea			
Sal	2,00	2,00	2,00
Pimenta-do-reino	0,10	0,10	0,10
Alho em pó	1,00	1,00	1,00
Cebola em pó	1,00	1,00	1,00
Páprica doce	0,30	0,30	0,30
Noz-moscada	0,05	0,05	0,05
Antioxidante eritorbato de sódio	0,5	0,5	0,5
Glutamato monossódico	0,06	0,06	0,06
Sal de cura 1 (nitrito e nitrato)	0,30	0,30	0,30
Água mineral gelada	7,0	7,0	7,0
<i>Blend</i> da farinha do bagaço de malte	-	5,0	10,0

HP: hambúrguer padrão. HF1: hambúrguer com 5% de farinha de bagaço de malte. HF2: hambúrguer com 10% de farinha de bagaço de malte **Fonte:** Própria (2023).

As etapas de produção dos hambúrgueres estão descritas na Figura 1, que representa o fluxograma de processamento dos produtos.

Figura 01: Fluxograma de processamento dos hambúrgueres



Fonte: Própria (2023).

d. Análises físico-químicas e composição centesimal

As análises físico-químicas dos hambúrgueres bovinos com adição do *blend* de farinhas do bagaço de malte foram conduzidas no Laboratório de Análise de Alimentos e Laboratório de Cereais e

Panificação, localizados no LACTAL/UFAPE.

Os hambúrgueres foram caracterizados quanto aos parâmetros físico-químicos de pH, índice de atividade de água (a_w), teor de umidade, cinzas, lipídios e proteínas. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

O pH foi medido com um pHmetro digital previamente calibrado. Para o preparo da amostra, aproximadamente 10 gramas de cada amostra foram diluídas em 100 mL de água destilada.

A atividade de água (a_w) foi determinada em aparelho (AquaLab PRE CAP) a 25°C (IAL, 2008).

O teor de umidade foi determinado pelo método gravimétrico, com secagem em estufa a 105 °C. As cinzas foram determinadas pelo método gravimétrico, após incineração da matéria orgânica em forno mufla a 550 °C (IAL, 2008).

A determinação de proteínas foi realizada conforme o método adaptado descrito por Detmann et al (2012). Já a determinação de lipídios se deu pelo método de extração Soxhlet na presença de hexano, conforme a metodologia descrita por Araújo et al. (2021).

A composição centesimal foi determinada por meio dos valores obtidos nas análises de umidade, cinzas, lipídios e quantificação de proteínas. O valor de carboidratos foi obtido pelo método da diferença, conforme a Equação 1.

$$\%carboidratos = 100 - (Umidade + Cinzas + Proteínas) \quad (1)$$

e. Análises físicas

O desempenho no cozimento foi avaliado por meio da metodologia do trabalho de Libório et al. (2019), que utilizou as metodologias adaptadas de Piñero et al. (2008), Aleson Carbonell et al. (2005) e El-Magoli et al. (1996). O rendimento no cozimento foi obtido pela medida do peso das amostras antes e após a cocção, fazendo uso da Equação 2.

$$RC (\%) = (PACo/PACr) \times 100 \quad (2)$$

Onde: RC = Rendimento de cozimento. PACo = Peso da amostra cozida. PACr = Peso da amostra crua.

O encolhimento e redução de diâmetro foi obtido pela medição das dimensões dos hambúrgueres (diâmetro e espessura) antes e após a cocção utilizando um paquímetro. Para o cálculo será utilizada as Equações 3 e 4.

$$Enc (\%) = [(Ecrua - Ecozida) + (Dcrua - Dcozida) / (Ecrua + Dcrua)] \times 100 \quad (3)$$

$$RD (\%) = [(Dcrua - Dcozida) / (Dcrua)] \times 100 \quad (4)$$

Onde: Enc = Encolhimento. Ecrua = Espessura (mm) da amostra crua. Ecozida = Espessura (mm) da amostra cozida. Dcrua = Diâmetro (mm) da amostra crua. Dcozida = Diâmetro (mm) da amostra cozida. RD = Redução de diâmetro.

f. Análise estatística

Nos dados coletados das análises físico-químicas, foram calculados as médias e os desvios padrões. A Análise de Variância (ANOVA) foi realizada e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%, utilizando o software Minitab 17.

g. Etapas de elaboração

As etapas de elaboração dos hambúrgueres estão apresentadas nas Figuras 2 a 7. Inicialmente, a carne bovina e a gordura suína foram cortadas e moídas em disco de 5 mm (Figuras 2 e 3). Em seguida, os ingredientes previamente pesados foram adicionados e misturados manualmente à massa cárnea (Figuras 4 e 5). As formulações contendo diferentes concentrações do *blend* de farinhas foram então modeladas em uma hamburgueria manual de 10 cm de diâmetro, resultando em hambúrgueres com peso líquido de 80 g (Figura 6). Posteriormente, as amostras foram embaladas em sacos de polietileno, acondicionadas em bandejas de isopor envolvidas com filme PVC e armazenadas em freezer a -18 °C até a realização das análises (Figura 7).

Figura 02: Carne bovina e gordura suína cortadas em pedaços



Fonte: Própria (2024).

Figura 03: Carne bovina e gordura suína trituradas



Fonte: Própria (2024).

Figura 04: Todos os ingredientes pesados



Fonte: Própria (2024).

Figura 05: Mistura manual dos ingredientes e a massa cárnea.



Fonte: Própria (2024).

Figura 06: Hamburgueria manual de 10 cm.



Fonte: IGOR Soluções para Alimentação (2022).

Figura 07: Hambúrgueres embalados e identificados para o armazenamento.



Fonte: Própria (2024).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas análises de pH e atividade de água (aw) dos hambúrgueres bovinos padrão e com a adição de 5% e de 10% do *blend* de farinhas estão descritos na Tabela 2.

Tabela 02: Análise de pH e Aa dos três tratamentos de hambúrgueres bovinos

PARÂMETROS	FORMULAÇÕES		
	HP	HF1	HF2
pH	5,89±0,08 ^a	5,74±0,03 ^b	5,77±0,02 ^{ab}
aw	0,984±0,00 ^a	0,981±0,06 ^b	0,978±0,00 ^c

HP=sem adição da farinha; HF1= com 5% de farinha e HF2= com 10% de farinha; ± desvio padrão; *Médias com letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Própria (2024).

Como pode ser observado, a faixa de variação do pH das amostras foi entre 5,77 a 5,89, apresentando diferenças de 0,12. De acordo com Forsythe (2002), a faixa de pH para a carne vermelha é de 6,2 a 5,4. Neste caso, o trabalho demonstrou que a presença do *blend* não teve impacto negativo no pH da carne. Terra e Brum (1988) citam que valores de pH entre 5,8 e 6,2 indicam uma carne aceitável para o consumo e com valor acima de 6,4 indica o início de decomposição. Portanto, o hambúrguer bovino controle e adicionados do *blend* de farinhas apresentaram-se com pH dentro dos limites normais para consumo.

É válido destacar que a legislação não define valores máximos e mínimos para o pH e não foi encontrado na literatura trabalhos que realizaram a análise de pH em hambúrgueres com farinha de bagaço de malte.

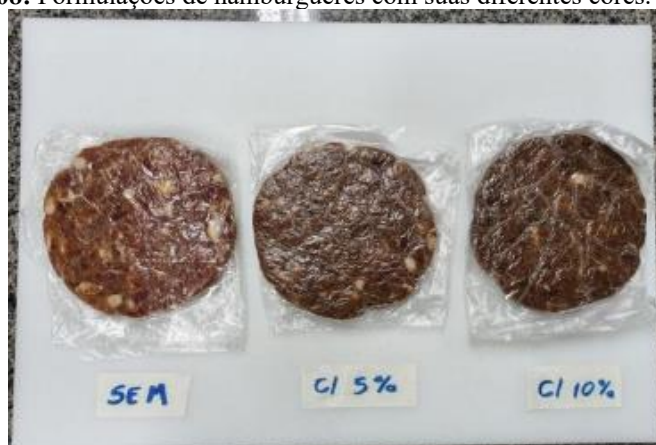
O pH é um parâmetro que influencia tanto no desenvolvimento de microrganismos, como também em diversas reações químicas e físicas que podem levar à deterioração. Com isso, é crucial o manuseio em condições sanitárias adequadas, o armazenamento em baixas temperaturas e com embalagens corretas. Consequentemente, o pH será estável e o produto terá uma vida útil maior (Ferreira, 2019).

Os valores de atividade de água encontrados variaram entre 0,978 e 0,984. A redução nos valores da atividade de água pode estar associada ao *blend* de farinhas de bagaço de malte utilizado nas formulações, uma vez que bagaço de malte é caracterizada por um teor de fibras mais elevados, contribuindo então na absorção de água e reduzindo a disponibilidade de água livre no produto (Lynch et al., 2016).

No trabalho de Melo et al. (2013), que desenvolveu hambúrguer de carne bovina com substituição da gordura animal por farinha desengordurada de gergelim, os autores encontraram uma atividade de água entre 0,93 e 0,94, estando abaixo dos valores determinados neste trabalho. Outra observação é que, Forsythe (2002) considera que a atividade de água dos produtos cárneos frescos é entre 0,95 e 1,00. Logo, no presente trabalho, apesar das variações nos resultados da *Aa* entre as formulações, elas apresentaram valores considerados compatíveis com os produtos cárneos frescos.

Em relação ao parâmetro cor dos hambúrgueres a Figura 08 apresenta as três formulações dos hambúrgueres, sendo o da esquerda o hambúrguer sem o *blend*, o do meio com 5% do *blend* e o da direita o hambúrguer com 10% de *blend*.

Figura 08: Formulações de hambúrgueres com suas diferentes cores.



Fonte: Própria (2024).

É nítido que à medida que percentual de *blend* aumenta, a cor do hambúrguer também escurece. Tendo em vista que o *blend* possuía uma coloração mais escura, a formulação com maior percentual também foi a mais escura entre as demais.

Embora as amostras apresentadas tenham sido armazenadas corretamente em freezer para posterior avaliação da cor de cada formulação de hambúrguer, a análise não pôde ser realizada conforme o planejado devido a problemas técnicos com o equipamento. Dessa forma, comprometeu a continuidade do experimento para obter dados quantitativos e comparativos sobre a alteração da cor das amostras durante as etapas de processamento dos hambúrgueres após o armazenamento até a cocção.

A Figura 09 apresenta as amostras dos hambúrgueres após a cocção, sendo o da esquerda o

hambúrguer sem o *blend*, o do meio com 5% do *blend* e o da direita o hambúrguer com 10% de *blend*. Assim como a Figura 08, a coloração mais intensa foi a com maior percentual do *blend*.

Figura 09: Formulações de hambúrgueres com suas diferentes cores após o processo de cocção.



Fonte: Própria (2024).

Os dados obtidos nesse trabalho foram comparados com outro experimento realizado por Nascimento et al. (2021), que elaborou e avaliou um produto cárneo bovino adicionado de farinha de bagaço de malte (BSG). Na Figura 10 observa-se os hambúrgueres moldados e no Quadro 01 a formulação de cada tratamento.

Figura 10: Hambúrgueres moldados e suas formulações.



Fonte: Nascimento et al. (2021).

Quadro 01: Quadro com as formulações de cada tratamento do trabalho de Nascimento et al. (2021).

AMOSTRA	FORMULAÇÃO
HC	Formulação controle com 20% gordura, 0% de farinha de BSG, 65,5% de carne e 9,5% de água;
HB3	Formulação com 17% gordura, 3% de farinha de BSG, 58% de carne e 17% de água;
HB6	Formulação com 14% gordura, 6% de farinha de BSG, 50% de carne e 25% de água;
HB9	Formulação com 11% gordura, 9% de farinha de BSG, 42% de carne e 33% de água;

Fonte: Adaptado de Nascimento et al. (2021).

Apesar da farinha de bagaço de malte estar sendo utilizada para substituir parcialmente a gordura e a carne das formulações, é possível notar que o aumento no percentual dessa farinha resulta em uma coloração mais escura do hambúrguer em comparação ao controle. Esse efeito também é evidente e foi registrado no presente trabalho, indicando que o aumento do percentual do bagaço implica em escurecer a cor do hambúrguer.

Os dados da composição centesimal das diferentes formulações de hambúrgueres desenvolvidas estão apresentados na Tabela 3.

Os valores de umidade variaram de 64,07% a 69,07% e todas as amostras diferiram entre si. A formulação HF2 apresentou uma menor umidade quando comparada com a HP e HF1, ou seja, à medida que a concentração do *blend* aumenta, a umidade reduz. Este comportamento foi semelhante ao encontrado no trabalho de Marques (2007) que ao adicionar diferentes concentrações de farinha de aveia em hambúrguer perceberam que a umidade diminuiu com o aumento da concentração da farinha.

Os resultados encontrados no trabalho de Nascimento et al. (2021), ao analisar a composição centesimal dos hambúrgueres adicionados de farinha de bagaço de malte, foram valores de umidade de 57,78% a 65,56%. Entretanto, as diferenças estão associadas às distintas quantidade de água adicionadas em cada tratamento. Neste caso, o hambúrguer com maior umidade apresentava mais farinha de bagaço e a maior quantidade de água. Logo, uma das alternativas para manter a suculência do hambúrguer bovino com adição do *blend* de farinhas de bagaço de malte, produto do presente estudo, seria aumentar a quantidade de água durante seu preparo.

Nos valores de determinação de cinzas, não foi encontrado diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras. Observa-se que os valores variam de 2,74% a 2,89%. Estes resultados estão próximos aos de Nascimento et al. (2021), que encontraram valores de cinzas variando de 2,85% a 3,01%. A adição do *blend* contribui com o aumento do teor de cinzas, em função da quantidade adicionada.

Os teores de lipídios variaram entre 4,20% e 7,75%, sendo o maior valor para a formulação HF2, que apresenta diferença significativa ($p < 0,05$) em relação à formulação HP. Já a amostra HF1 apresentou semelhança tanto com a formulação controle, como a formulação com adição de 10% de *blend*.

O aumento na concentração do *blend* de farinhas proporcionou um acréscimo do valor de lipídios, que pode ser observado no resultado da formulação HF2. Ao caracterizar a farinha de bagaço de malte, Costa (2019) encontrou o resultado médio de 6,30% de lipídios. Portanto, durante o desenvolvimento de formulações de novos produtos que desejam a substituição ou acréscimo da farinha, devem levar em consideração que os valores de gordura são mais elevados, para evitar possíveis mudanças na estrutura da massa, bem como no valor nutricional.

Os valores de lipídios encontrados por Rocha (2013) em produtos tipo “hambúrguer” defumado de fígado bovino adicionado de aveia, foram menores aos encontrados neste trabalho. Nascimento (2021), ao substituir parcialmente a carne e a gordura pela farinha de bagaço de malte na formulação de hambúrgueres, encontrou valores superiores ao deste trabalho, mesmo com a substituição. Entretanto, tais diferenças podem estar associadas às quantidades de gorduras iniciais em cada formulação e no caso do trabalho de Rocha (2013), o tipo de matéria-prima que foi utilizado. A portaria SDA nº 724 de 23 de dezembro de 2022, que aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do hambúrguer, define que a gordura máxima para o produto hambúrguer é de 25% (Brasil, 2022). Portanto, os hambúrgueres bovinos com adição do *blend* de farinhas desenvolvidos nesta pesquisa, apresentaram-se abaixo do máximo permitido. A gordura desempenha papel fundamental nas características sensoriais dos alimentos, como na textura, sabor e suculência. Porém, a indústria alimentícia tem buscado formas para reduzir a porcentagem de gordura nos alimentos devido às mudanças nos padrões de consumo (Saraiva et al., 2019).

Tabela 03: Análise de pH e Aa dos três tratamentos de hambúrgueres bovinos

PARÂMETROS	FORMULAÇÕES		
	HP	HF1	HF2
Umidade (%)	69,07±0,27 ^a	65,78±0,87 ^b	64,07±0,57 ^c
Teor de Cinzas (%)	2,74±0,06 ^a	2,77±0,10 ^a	2,89±0,09 ^a
Lipídios (%)	4,20±0,80 ^b	6,58±1,16 ^{ab}	7,75±1,74 ^a

HP=sem adição da farinha; HF1= com 5% de farinha e HF2= com 10% de farinha; ± desvio padrão; *Médias com letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Própria (2024).

Ao analisar os resultados referentes ao teor de proteínas, foram observados valores significativamente mais altos dos que os valores encontrados nos trabalhos que utilizaram a farinha de bagaço de malte na formulação de hambúrguer bovino. Esse desvio pode estar relacionado ao produto em si, uma vez que a análise de proteínas foi realizada duas vezes para garantir a precisão dos dados, e os resultados elevados persistiram, necessitando maior investigação. Pode ser devido problemas no armazenamento com descongelamento comprometendo as amostras analisadas ou outros fatores associados.

Além disso, ao calcular o teor de carboidratos, os valores resultados foram negativos, o que indica de que de fato houve uma discrepância significativa nos dados de proteínas utilizadas, pois os demais dados utilizados na equação estavam conforme a literatura.

Para quantificar o teor de proteínas e carboidratos, foi adotada uma abordagem alternativa de estimar o valor nutricional com dados secundários utilizando as informações dos nutrientes registrados na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (TACO, 2011). Adicionalmente, os valores referentes às proteínas e carboidratos do bagaço de malte foram obtidos a partir do trabalho de Almeida (2024).

Os valores nutricionais para 100g das formulações foram calculados de acordo com a TACO e dados de Almeida (2024) e apresentados na Tabela 4.

Tabela 04: Resultados da composição centesimal média dos hambúrgueres com adição do *blend*

PARÂMETROS	FORMULAÇÕES		
	HP	HF1	HF2
Proteínas (%)	18,59	19,47	20,38
Carboidratos (%)	1,77	2,24	2,70

Fonte: Própria (2024).

Em relação aos valores calculados para proteínas e carboidratos, a formulação com maior teor de proteínas foi a HF2, com o 20,38 %, seguida da formulação HF1 com 19,47%. Nota-se que à medida que o percentual de farinha é adicionado, o teor proteico também aumenta contribuindo com melhor aporte nutricional.

Esse aumento em proteínas foi observado no trabalho de Saraiva et al. (2019), quando os autores avaliaram o efeito da adição do bagaço de malte em hambúrgueres de carne bovina, substituindo parcialmente a gordura nas concentrações de 1 %, 2 % e 3 %, observou-se que as amostras com maiores percentuais de bagaço de malte apresentaram valores superiores de proteínas. A formulação com 3% de bagaço apresentou um teor de proteínas de aproximadamente 17,7 %.

Entretanto, Nascimento (2021), observou um comportamento oposto quanto ao teor de proteínas nos hambúrgueres, que utilizou a farinha de bagaço de malte como substituta parcial da gordura e da carne. Neste caso, à medida que o percentual de farinha aumentava, o teor de proteico reduziu, sendo 13,13% o teor de proteínas do tratamento no que possuía a maior quantidade de farinha (Figura 09 amostra HB9). O resultado pode ser explicado devido à formulação usada no experimento com redução na quantidade da carne, que altera o teor proteico da formulação.

Diante dos valores teóricos deste trabalho, nota-se que o teor de proteínas é superior em todas as formulações quando comparadas com os resultados encontrados nos trabalhos anteriores. Alguns fatores estão envolvidos nesse resultado: primeiro, o percentual de carne bovina utilizada na formulação é superior que a dos trabalhos mencionados e segundo, não foram realizadas substituições, mas foi considerado adição de *blend* nos tratamentos aumentando o valor nutricional em proteínas.

Analisando a Portaria SDA nº 724 de 23 de dezembro de 2022, que aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do hambúrguer, define que o teor de proteína mínima é de 15 % e carboidratos totais máximo de 3%. Portanto, os valores encontrados no cálculo teórico estão de acordo com a legislação vigente.

A Tabela 5 apresenta os resultados do Rendimento de cozimento (RC), o percentual de encolhimento e a redução de diâmetro das formulações dos hambúrgueres bovinos.

Tabela 05: Resultados médios do Rendimento de cozimento, encolhimento e redução de diâmetro dos hambúrgueres

FORMULAÇÕES	RENDIMENTO DE COZIMENTO (%)	ENCOLHIMENTO (%)	REDUÇÃO DE DIÂMETRO (%)
HP	65,54 ± 0,58 ^c	7,66 ± 0,38 ^a	20,99 ± 0,55 ^a
HF1	76,33 ± 0,53 ^b	13,05 ± 0,56 ^b	16,35 ± 0,79 ^b
HF2	81,97 ± 0,35 ^a	9,22 ± 2,31 ^c	12,15 ± 2,29 ^c

HP=sem adição da farinha; HF1= com 5% de farinha e HF2= com 10% de farinha; ± desvio padrão; *Médias com letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Própria (2024).

Conforme a Tabela 5, observa-se que a formulação HP, sem adição do *blend*, apresentou menor rendimento (65,54%). Enquanto as formulações que tiveram a adição do *blend* (HF1 e HF2) apresentaram rendimentos maiores, sendo a formulação HF2 a que apresentou o maior RC, portanto, foi a amostra com menor perda de peso do hambúrguer.

Portanto, os resultados demonstraram que o *blend* contribuiu para uma maior retenção de água no processo de cocção. Este fator pode ser explicado devido ao teor de fibras que a farinha de bagaço de malte possui (Lynch et al., 2016).

Conforme destacou Bis (2016), que garantir a preservação da umidade dos hambúrgueres durante a cocção essencial, pois esse parâmetro afeta diretamente a maciez, suculência e a palatabilidade dos produtos cárneos.

No trabalho de Fernandes e Pizato (2019), ao elaborar hambúrguer de carne bovina com adição de farinha de sorgo, observou comportamento semelhante no rendimento de cocção, ou seja, à medida que a farinha de sorgo aumentou a habilidade em reter água no produto durante o cozimento também apresentou um maior percentual de RC.

Em relação ao percentual de encolhimento, foram observados menores valores nas formulações com adição do *blend*, sendo a HF1 com menor percentual (9,22%). Nascimento (2021) verificou que as formulações com um acréscimo de farinha de bagaço de malte em substituição parcial a gordura e a carne, favoreceu que não ocorresse perdas significativas no encolhimento.

No trabalho de Barszcz e Simões (2018), ao avaliar o efeito da adição de farinha de bagaço de cevada em hambúrgueres bovinos, no qual reduziu em igual proporção a carne e a gordura e permanecendo o mesmo teor de água em todas as formulações, observou-se um menor percentual de encolhimento na formulação com maior quantidade de farinha, que foi de 11,60%. Esse valor foi ligeiramente superior ao da formulação com a maior quantidade do *blend* neste trabalho, que apresentou 9,22%.

A redução do diâmetro apresentou comportamento semelhante as demais análises físicas: conforme o teor de *blend* aumenta nas formulações, o percentual da redução no diâmetro também reduz.

Conforme Carvalho et al. (2019) e Moraes e Rodrigues (2017), o tanto o percentual de encolhimento, como as perdas por cocção são influenciados pela desnaturação proteica da carne durante o processo

de aquecimento. Pode-se considerar que o diâmetro também será decorrente desse processo.

No processo de aquecimento do hambúrguer, ocorre uma quebra das interações nas proteínas, resultando na perda de água e gordura. Consequentemente, o rendimento será reduzido e as miofibrilas serão encurtadas. Entretanto, a adição de fibras ajuda a minimizar tal problema, pois as fibras têm capacidade de reter água e gordura (Zinina et al., 2019).

Portanto, a utilização do *blend* das farinhas de bagaço de malte, graças ao seu teor de fibras, contribuiu positivamente na manutenção das características físicas das formulações desenvolvidas.

CONCLUSÕES

Conclui-se que a utilização do blend de farinha de bagaço de malte proveniente de cervejarias artesanais na formulação de hambúrgueres bovinos mostrou-se uma alternativa viável para o aproveitamento de resíduos agroindustriais e para o enriquecimento nutricional do produto. A adição do blend contribuiu para melhorias em características tecnológicas importantes, especialmente no rendimento de cocção e na redução das perdas físicas durante o processamento, evidenciando o potencial funcional das fibras presentes no bagaço de malte.

Entre as formulações avaliadas, a adição de 10% do blend apresentou os resultados mais promissores quanto às propriedades físicas e ao potencial de enriquecimento nutricional, sem comprometer os parâmetros de qualidade avaliados. Dessa forma, o bagaço de malte demonstra potencial para aplicação em produtos cárneos, agregando valor a um resíduo da indústria cervejeira e contribuindo para práticas mais sustentáveis na produção de alimentos.

Como limitação deste estudo, destacam-se os problemas técnicos que impediram a realização da análise instrumental de cor e as inconsistências observadas na determinação laboratorial do teor de proteínas. Assim, recomenda-se que trabalhos futuros realizem novas análises de composição centesimal, incluindo fibras alimentares, avaliação sensorial e estudos de vida útil, além da investigação de diferentes concentrações de farinha de bagaço de malte para otimizar as características nutricionais, tecnológicas e sensoriais do produto final.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Lúcia de Fátima et al. **Análise físico-química de alimentos**. Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2021. E-book. 81 p. DOI <https://doi.org/10.46420/9786588319512>. Disponível em: https://www.editorapantanal.com.br/ebooks-capitulo.php?ebook_id=analise-fisico-quimica-dealimentos&ebook_ano=2021&ebook_caps=0&ebook_org=0. Acesso em: 15 mar. 2024.

ALMEIDA, A. R. **Compostos bioativos e elaboração do bagaço de malte: fenólicos, capacidade antioxidante in vitro e atividade antibacteriana**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Departamento de Engenharia Química. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de

Alimentos. Curitiba, PR, 2014.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). (2022). – Portaria SDA nº 724. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer**, 23 de dezembro de 2022.

BARSZCZ, B. G.; SIMÕES, D. R. S. Avaliação sensorial de hambúrguer bovino com adição de bagaço de cevada. In: **XXVII Encontro anual de Iniciação Científica** da Universidade Estadual de Ponta Grossa, PR, 2018.

BIS, Camila Vespúcio. **Efeito das fibras alimentares como substitutos de gordura em hambúrguer de carne bovina e paio**. 2016. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Alimentos) - Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, SP, 2016.

CARVALHO, L. T. et al. Partial replacement of meat and fat with hydrated wheat fiber in beef burgers decreases caloric value without reducing the feeling of satiety after consumption. **Meat Science**, v. 147, p. 53-59, 2019

COSTA, Giovana Moreira da. **Elaboração e caracterização físico-química de farinha de bagaço de malte e utilização em produtos de panificação**. Dissertação (Mestrado Profissional) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba, f.58. 2019.

DETMANN, E.; M. A.; SOUZA, M. A. de; VALADARES FILHO, S de C.; QUEIROZ, C. de; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. de O. S.; CABRAL, L. da S.; PINA, D dos S.; LADEIRA, M. M.; AZEVEDO, J. A. G. **Métodos para análise de alimentos. Instituto nacional de ciência e tecnologia de ciência animal**. 1 ed. 214 p., ISBN: 9788581790206, 2012.

FERREIRA, Juliana Frago. **ELABORAÇÃO DE HAMBÚRGUER BOVINO ADICIONADO DE FARELO DO URUCUM (Bixa orellana L.)**. Monografia (Superior de Tecnologia de Alimentos) - Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa-PB, 53 f. 2019.

FERNANDES, A.B.C., PIZATO, S. 2019. **Elaboração de hambúrguer de carne bovina com adição de farinha de sorgo (Sorghum Vulgare)**, 2, a009., 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.31533/pubsaude2.a.009>

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia de segurança alimentar**. Tradução de: Maria Carolina Minardi Guimarães e Cristina Leonhardt. Porto Alegre: Artmed, 2002, p. 1- 42.

FRANÇA, **Impacto do uso de realçador de sabor natural obtido de subproduto de cogumelo sobre a qualidade de hambúrguer bovino com redução de sódio**. Monografia (Bacharel em Engenharia de Alimentos)-Universidade Federal de São Carlos. Buri, 48 f. 2021.

GAVA, A. J. **Tecnologia de alimentos: Princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo, IV Edição – 1a Edição Digital, 2008.

HAUTRIVE, T.P.; OLIVEIRA, V.R.; SILVA, A.R.D. et al. Análise físicoquímica e sensorial de hambúrguer elaborado com carne de avestruz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, p.95-101, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000500016>

KUIAVSKI, M. P.; BEZERRA, J. R. M. V.; TEIXEIRA, A. M.; RIGO, M. Elaboração de pães com adição de farinha do bagaço de malte. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 7, 53208-53221, jul. 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-823>.

LIMA, U. A. **Matérias-primas dos alimentos**. São Paulo: Editora Blucher, 2010, 402 p.

LYNCH, K. M.; STEFFEN, E. J.; ARENDT, E. K. Brewers' spent grain: a review with an emphasis on food and health. **Journal of The Institute of Brewing**, v. 122, n. 4, p. 553-568, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1002/jib.363>

MATHIAS, T. R. S.; MELLO, P. P. M.; SERVULO, E. F. C. **Caracterização de resíduos cervejeiros**. Blucher Chemical Engineering Proceedings, v. 1, n. 2, p. 3805-3812. São Paulo: Blucher, 2015. <http://dx.doi.org/10.5151/chemeng-cobeq2014-0668-24515-175166>

MARQUES, J. M. **Elaboração de um Produto de Carne Bovina “Tipo Hambúrguer” Adicionado de Farinha de Aveia**. 2007. 71 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007

MELO, Â. A.; MANFIO, M.; ROSA, C. S. da. Composição e propriedades tecnológicas da farinha do resíduo da fermentação da cerveja. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 18, n. 1, p. 91-95, 2016.

MELO, L.S.M.; CLERICI, M.T.P.S. **Desenvolvimento e avaliação tecnológica, sensorial e físicoquímica de produto cárneo, tipo hambúrguer, com substituição de gordura por farinha desengordurada de gergelim**. Faculdade de Nutrição -Universidade Federal de Alfenas (UFAL), Alfenas- MG, 2013.

MORAIS, R. A. et al. Chemical, physical and technological characterization of fish meal from Buriti shell (*Mauritia flexuosa* L. f.). **Brazilian Journal of Development**., Curitiba, v. 5, n. 11, p. 23307-23322, nov. 2019.

MORAES, Fabiane de; RODRIGUES, Nilo Sérgio Sabbião. Maximização do rendimento no processamento de carne bovina (músculo Semitendinosus) pelo sistema sous vide. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, e2016048, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.4816>

MUSSATTO, S. I. Brewer's spent grain: a valuable feedstock for industrial applications. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, n. 7, p. 1264-1275, 2014.

NASCIMENTO, Michelle Helena da Silva. **Desenvolvimento de produto cárneo reestruturado bovino utilizando farinha de bagaço de malte**. Dissertação (Mestrado Profissional) – PósGraduação Strito Sensu em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais - Campus Rio Pomba, f. 128, 2021.

NASCIMENTO, Michelle Helena da Silva ; SILVA, Vanessa Riani Olmi ; SILVA, Maurício Henriques Louzada ; JÚNIOR, Augusto Aloísio Benevenuto ; CAMPOS, André Narvaes da Rocha; CUNHA, Simone de Fátima Viana da. Elaboração e Avaliação Da Composição Centesimal De Produto Cárneo Bovino Adicionado De Farinha De Bagaço De Malte. **Revista Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 2 n. 8, Agosto 2021. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/alimentos/article/view/2028>. Acesso em: 10 abr, 2024.

ROCHA, Cibele Maria de Araújo. **Elaboração de produtos tipo “hambúrguer” defumado de**

fígado bovino adicionado de aveia. Dissertações de Mestrado - Saúde Humana e Meio Ambiente. Universidade Federal de Pernambuco. 116 folhas. 2013

SARAIWA, B. R. et al. Effect of brewing waste (malt bagasse) addition on the physicochemical properties of hamburgers. **Journal of Food Processing Preservation**, v. 43, p. 1-9, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.14135>

TACO. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Versão 4. Unicamp, São Paulo, 2011.

TERRA, N. N.; BRUM, M. A. R. **Came e seus derivados:** técnicas de controle de qualidade. São Paulo: Nobel, 1988. 1 19 p.

ZININA, O. et al. Enrichment of meat products with dietary fibers: a review. **Agronomy Research**, v. 17, n. 4, p. 1808-1822, 2019.