

## DETERMINAÇÃO BROMATOLÓGICA DO COPRODUTO BAGAÇO DE MALTE

ANA FLÁVIA M. SANTANA<sup>1\*</sup>, DANIEL L. F. CARVALHO<sup>1</sup>, EVANDRO J. RIGO<sup>1</sup>, JOSÉ ROBERTO D. FINZER<sup>1</sup>, ANDRÉ L. T. FERNANDES<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Uberaba, Programa de Mestrado em Engenharia Química

<sup>2</sup>Instituto Federal do Triângulo Mineiro

\*e-mail: anaf11santana@gmail.com  
andre.fernandes@uniube.br

**RESUMO** - O bagaço maltado ou o bagaço de malte como é mais conhecido, é o principal resíduo da indústria cervejeira, sendo então um subproduto gerado do processo de produção da cerveja. Diante dessa situação, diferentes formas de reaproveitar esse material precisam ser avaliadas. O principal objetivo deste estudo foi caracterizar essa biomassa e avaliar o potencial de reaproveitamento como matéria-prima para posteriormente desenvolver produtos de valor agregado (ração animal). Para isso foram realizadas caracterização físico-química e microbiológica do bagaço de malte. O procedimento experimental descrito, consiste em: coleta do resíduo cervejeiro (bagaço de malte), na indústria, etapa de secagem, quarteamento e moagem, obtenção do pó natural, análises granulométricas, análises físico-químicas, tais como: teor de cinzas, nitrogênio total, proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, extrativo não nitrogenado, entre outras, além das análises microbiológicas realizadas pós coleta da amostra para verificar a existência de Coliformes Fecais, *E. coli*, Bolores e Leveduras. Foram obtidos teores no material residual bagaço de malte de 23,17% de proteína bruta, 10,30% de lipídeos totais, 3,78% de cinzas, 41,81% de carboidratos, 17,90% de fibra bruta, e valores de Coliformes Fecais, *E. coli*, Bolores e Leveduras conforme legislação vigente.

**Palavras-chave:** Bagaço. Cerveja. Malte. Ração. Resíduo.

### INTRODUÇÃO

Define-se cerveja como sendo a bebida oriunda da fermentação alcoólica do mosto cervejeiro vindo do malte da cevada e água potável, por ação de levedura, adicionado lúpulo. Esta bebida é uma das mais produzidas e consumidas do mundo, com uma imensa variedade de tipos, sabores e aromas (Cordeiro, El-Aouar e Gusmão, 2012).

Um componente essencial na fabricação da cerveja é o malte, o qual é imprescindível na fabricação da bebida, pois, ele é o responsável pela cor e corpo (densidade) da cerveja, agindo também na constituição do aroma e sabor. Define-se malte como o grão de cevada ou trigo após haver o

procedimento de malteação, que consiste do umedecimento do cereal (após colheita) com água e posterior germinação sob condições inspecionadas. A cevada é normalmente aplicada porque possui um alto teor de proteínas em quantidades suficientes para fornecer os aminoácidos necessários a levedura. Existe uma vasta lista de classificação dos maltes e estes são divididos em dois grandes grupos, os maltes especiais e os maltes base, o que os diferencia uns dos outros é a sua coloração e a quantidade utilizada na fabricação (We Consultoria, 2023).

Já bagaço maltado, ou bagaço de malte como é mais conhecido, compreende em ser um subproduto do processo de produção

cervejeira no qual a parte sólida é obtida da filtração do mosto antes da fervura (pós etapa de brasagem). Consiste principalmente na casca e polpa de malte remanescentes, mas também dos grãos do adjunto, como arroz, milho e trigo (Cordeiro, El-Aouar e Gusmão, 2012). Pensando na quantidade de subprodutos gerados, diferentes formas de reaproveitar esse material precisam ser avaliadas.

O bagaço maltado é um alimento rico em fibras e proteínas, sendo considerado um alimento proteico, porém este resíduo possui também alto teor de umidade, o que torna o material propício ao desenvolvimento de microrganismos indesejáveis (bolor). O objetivo da secagem é reduzir a umidade para preservar materiais, armazenamento a longo prazo e reduzir custos de transporte (Batista, 2016).

Avaliando o grande problema decorrente da geração de resíduos de uma indústria cervejeira, e pensando diretamente na cervejaria Petrópolis, unidade de Uberaba-MG, que hoje seu maior problema, é em relação aos resíduos gerados em todo seu processo produtivo, caracterizar essa biomassa e avaliar o potencial de reaproveitamento é uma alternativa eficaz.

O objetivo deste trabalho é utilizar o resíduo do bagaço de malte da cervejaria Petrópolis, caracterizar o produto em termos nutricionais, para posteriormente desenvolver um produto de valor agregado (ração animal balanceada para ruminantes produtivos e monogástricos).

### Coleta de Amostras Resíduo - Bagaço de Malte

A coleta das amostras de bagaço de malte Figura (1) foi realizada na cidade de Uberaba-MG, nos meses junho e julho de 2023, na cervejaria Petrópolis.

As amostras foram coletadas de dornas do Silo 1, malte do tipo Pilsen, que se produz a cerveja estilo Pilsen, sem a presença de outros adjuntos.

A Figura (2), representa a amostra de bagaço de malte úmida, armazenada em balde com tampa, higienizado. Após a coleta realizada na cervejaria, as amostras foram armazenadas em geladeira a uma temperatura

de 10°C do laboratório de Operações Unitárias, Bloco E, UNIUBE, Campus Aeroporto, para as próximas etapas de análises.



Figura 1 – Coleta em silos cilíndricos de amostra do bagaço de malte na cervejaria Petrópolis, unidade Uberaba-MG.



Figura 2 - Amostra do bagaço de malte úmida.

### Análises Microbiológicas na Matéria-Prima

Para a avaliação da qualidade higiênico sanitária das amostras do resíduo de bagaço de malte úmido, como representado pela Figura (2), foram coletadas/separadas três amostras de resíduo de bagaço de malte úmido, sendo de lotes distintos (1M6A23, 2M7A23, 3M7A23), para verificar a existência de Coliformes Fecais, *E. coli*, Bolors e Leveduras, conforme Figura (3).

As amostras foram conduzidas ao Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Universidade de Uberaba-MG em sacos coletores apropriados e as análises microbiológicas foram realizadas segundo propostas de Vanderzant e Splittstoesser (1999) sugerida por Silva, Junqueira e Silveira (2007).



Figura 3 – Amostras separadas para realização de análises microbiológicas (*E. coli*; Bolors e Leveduras; Coliformes Fecais).

### Secagem de Amostras Resíduo

As amostras foram secas em estufa Quimis<sup>®</sup>, modelo B242 e estufa Fanem<sup>®</sup>, modelo 520, à uma temperatura de 105°C, conforme Figura (4) por um período de três horas, a fim de se retirar o máximo de umidade da mesma, para melhor conservação e armazenamento do bagaço.

Para realização das análises físico-químicas foram analisados três lotes distintos de bagaço de malte (1M6A23, 2M7A23, 3M7A23), porém todos com a mesma característica, proveniente do malte estilo Pilsen. A intenção, foi avaliar os resultados oriundos e classificar o melhor caracterizado.



Figura 4 – Amostras do bagaço de malte secas na estufa à 105°C.

### Etapa de Quarteamento em Amostras Secas

Quarteamento, conforme Figura (5), é a etapa de dividir uma amostra em duas partes iguais, representando a amostra total. Uma das partes continuará a ser analisada, enquanto a outra parte será armazenada como amostra de reserva/contraprova para caracterização/análise futura. Esse sistema permite que diversas análises sejam realizadas com maior eficiência e homogeneização. Pode ser realizada manualmente, iniciando o processo com um formato de uma pilha cônica.



Figura 5 – Etapa de quarteamento em amostras secas de resíduo bagaço de malte.

### Quantificação Teor de Umidade

Foi utilizado o equipamento de medição de teor umidade da Mettler Toledo<sup>®</sup>, modelo H353, a fim de se determinar a

porcentagem de umidade retida em uma amostra de aproximadamente 0,5 g de bagaço de malte, ajustou-se o tempo para medição em 10 min (massa constante) e a uma temperatura de 103°C.

Tem como finalidade de se determinar a porcentagem de umidade retida em uma amostra, Equação (1). Quantificado em amostras de resíduo de bagaço de malte matéria seca inteira e matéria seca moída.

$$\frac{[(m_1 - m_2)] \times 100}{m_1} = TU(\%) \quad (1)$$

Em que: TU = teor de umidade, %;  $m_1$  = massa da cápsula + amostra integral, g;  $m_2$  = massa da cápsula + amostra seca, g;

### Moagem das Amostras Secas

Foi realizada a moagem em um moinho de facas da Marconi<sup>®</sup> modelo MA 600, com potência de 700 watts, obtendo-se assim, um pó natural Figura (6), proveniente do resíduo bagaço de malte já seco.



Figura 6 – Pó natural proveniente bagaço de malte obtido após a moagem.

### Quantificação Teor de Cinzas

O material utilizado para realização desta análise estava seco e moído. Apresentava um teor de umidade entre 2,0% à 4,5%.

O resíduo mineral fixo (cinzas) foi determinado pela calcinação da amostra em forno mufla da Quimes<sup>®</sup>, modelo D24, regulado à 550°C, até a obtenção de cinzas claras, por um período máximo de 6 horas.

Colocou-se os cadinhos de porcelana em triplicata na estufa a 105°C por aproximadamente 30 minutos. Retirou-se os cadinhos da estufa com o auxílio de uma pinça metálica e colocou-se no dessecador, onde permaneceu por 30 minutos. Retirou-se os



cadinhos do dessecador com a pinça metálica e colocou-se diretamente na balança anotando-se o peso do cadinho vazio. Pesou-se de 2-5 g da amostra no cadinho seco e anotou-se seu peso mais amostra seca e moída. Levou-se os cadinhos mais amostra para pré-queima. Colocou-se os cadinhos na mufla à uma temperatura de 550°C, por um período suficiente para a queima de toda a matéria orgânica, mínimo de 6 horas (isto é visualizado pela coloração da amostra, branco-acinzentada). Retirou-se os cadinhos e colocou-se no dessecador por 30 minutos. Pesou-se o cadinho mais cinza e anotou-se a massa. Calculou-se o teor de cinzas baseando-se na diferença entre peso do cadinho mais amostra seca e moída e o peso do cadinho mais cinzas (AOAC, 1990).

O material inicial e o obtido, Figura (7), foi pesado em uma balança analítica Gibertini®, modelo E42S-B, com resolução 10<sup>-4</sup>.



Figura 7 – Cinzas obtidas em amostra bagaço de malte seca e moída.

A determinação do teor de cinzas (minerais) ou resíduo mineral fixo da amostra, Equação (2) se dá na eliminação da MO e inorgânica volátil a temperatura de 550°C a 600°C (AOAC, 1990).

$$\frac{((m_2 - m_1)) \times 100}{M_a} = TC(\%) \quad (2)$$

Em que: TC = teor de cinzas, %; m<sub>2</sub> = massa do cadinho com amostra calcinada, g; m<sub>1</sub> = massa do cadinho tarado, g; M<sub>a</sub> = massa de amostra, g.

### Quantificação Teor de Nitrogênio Total e Proteínas Bruta

Foi utilizado o equipamento destilador de nitrogênio da Tecnal®, modelo TE-0363, a

fim de se determinar a porcentagem de nitrogênio total e a partir deste, caracterizar a porcentagem total de proteína em cada amostra.

Para a primeira etapa, pesou-se em triplicata 100 mg de amostra seca e moída e adicionou-se no tubo de digestão. Adicionou-se no tubo de digestão 600 mg de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Sulfato de potássio), 300 mg de CuSO<sub>4</sub> (Sulfato de cobre), ou usar a medida volumétrica já pronta no laboratório (mais rápido), aproximadamente 1 espátula de produto. Acrescentou-se na mistura 5 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ácido sulfúrico 98%). Transferiu-se para o bloco digestor, onde o mesmo foi programado para sua temperatura ser elevada à 400°C, aumentando-se então a temperatura gradativamente de 100°C em 100°C a cada meia hora ou até a amostra se tornar incolor, isto leva aproximadamente 3 horas (AOAC, 1990).

Já na segunda etapa, foi acoplado o tubo com a amostra digerida ao aparelho de destilação de nitrogênio (Kjeldal). Foi adicionado no tudo 10 mL de solução de ácido bórico no Erlenmeyer e encaixado no local apropriado para recebimento do destilado. Adicionou-se 25 ml da solução NaOH (40%) ao reservatório apropriado. Abriu-se a torneira do reservatório lentamente dentro do tudo previamente acoplado. Ligou-se a chave de aquecimento para que a caldeira ferva a água, que conduz a amônia para o Erlenmeyer contendo ácido bórico. Coletou-se cerca de 75 mL de condensado no Erlenmeyer (AOAC, 1990).

Para última etapa, foi realizado a titulação deste coletado (citado na etapa anterior). Preparou-se então uma bureta com solução de HCl (Ácido Clorídrico) 0,02 N. Titulou-se com HCl até a viragem de cor (verde para tom lilás) do condensado. Anotou-se o volume gasto na titulação para posteriormente a realização do cálculo de teor de Nitrogênio total da amostra e o teor de proteína bruta contida na amostra analisada (AOAC, 1990).

Seguindo a metodologia descrita pela AOAC (1990), o valor de proteína bruta de acordo com a Equação (4) é obtido pelo método de ‘‘Kjeldahl’’ através da determinação do nitrogênio do alimento,

Equação (3) multiplicando-se pelo fator 6,25. Baseia-se na transformação do nitrogênio da amostra em sulfato de amônio, por digestão ácida, e em nitrogênio amoniacal por destilação em meio alcalino.

O método de Kjeldahl consiste em três etapas: Digestão; Neutralização e Destilação; Titulação (AOAC, 1990).

$$\frac{V_{HCl} \times N_{HCl} \times TAS \times F_{HCl} \times 100}{M_a} = NT(\%) \quad (3)$$

Em que: NT = teor de nitrogênio total, %;  $V_{HCl}$  = volume gasto de HCl, mL;  $N_{HCl}$  = normalidade do HCl, 0,02 M; TAS = teor a.s = 14;  $F_{HCl}$  = fator de correção do HCl, 1,147 mol  $L^{-1}$ ;  $M_a$  massa da amostra utilizada, em mg.

$$NT(\%) \times TAS = PB(\%) \quad (4)$$

Em que: PB = teor de proteína bruta, %; NT(%) teor de nitrogênio total, (%); TAS = teor a.s = 6,25.

### Quantificação Teor de Gorduras/Lipídeos/Extrato Etéreo

Foi utilizado o equipamento determinador de gordura da Tecnal<sup>®</sup>, modelo TE-044, a fim de quantificar a porcentagem de total de lipídios da minha amostra. O método é realizado pelo extrator de Soxhlet.

Pesou-se em triplicata 1 g de amostra seca e moída e adicionou-se nos cartuchos de papel filtro confeccionados, anotando-se então sua massa. Colocou-se os reboilers na estufa a 105°C por 30 minutos. Retirou-se os mesmos da estufa com o auxílio de uma pinça e colocou-se em dessecador por um período de 30 minutos. Após, pesou-se os reboilers, anotando-se os pesos. Colocou-se os cartuchos no suporte do equipamento (extrator de Soxhlet) que será encaixado dentro do reboiler. Adicionou-se éter de petróleo até submergir a amostra contida no cartucho. Acoplou-se o reboiler ao bloco aquecedor do aparelho de Soxhlet. Selecionou-se a temperatura desejada 60° C e deixou-se em refluxo por cerca de 3 horas. Fechou-se então a saída do condensado, onde deverá permanecer o reboiler com o éter em ebulição até recuperação total do éter. Levou-se o reboiler mais extrato etéreo para

estufa a 105° C até massa constante (no máximo 2 horas). Pesou-se o reboiler mais extrato etéreo, após terem sido resfriados em dessecador por 30 minutos, anotou-se os valores obtidos e calculou-se o teor de extrato etéreo da amostra, baseando-se então na massa do reboiler mais extrato etéreo, massa do reboiler e massa da amostra (AOAC, 1990).

Para a determinação do (EE), conforme sugere AOAC (1990), será utilizado o método de "Soxhlet" (gravimétrico) baseado na quantidade do material solubilizado pelo solvente. O éter utilizado no processo é aquecido até tornar-se volátil e, ao condensar-se, escoar sobre a amostra em análise, arrastando toda a fração gordurosa e demais substâncias solúveis em éter. Este é recuperado em outro recipiente, enquanto a gordura extraída é calculada por diferença de pesagem, Equação (5).

Foi utilizado para esta, o Éter de Petróleo com concentração de 30-60 P.A.

$$\frac{(m_2 - m_1) \times 100}{M_a} = LT(\%) \quad (5)$$

Em que: LT = teor de lipídeo total, %;  $m_2$  = massa do reboiler com amostra, g;  $m_1$  = massa do reboiler tarado, g;  $M_a$  = massa de amostra, g.

### Quantificação de Teores Macro e Micro Nutrientes/Minerais

As análises para quantificação dos micros e macros nutrientes/minerais foi realizada por um laboratório terceirizado, especializado na cidade de Uberaba-MG. O laboratório cujo nome é: LABFERT ANÁLISES.

Foram quantificados os nutrientes/minerais: B; Ca; Co; Cu; S; Fe; P; Mg; Mn; Mo; K; Se; Fl; Na; Zn; Fibra Bruta; FDA; FDN.

Os métodos analíticos utilizados para determinação destes citados acima, seguiram todas as recomendações do manual de métodos analíticos oficiais do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA).

### Análise Granulométrica, Série Peneiras Tyler

A análise granulométrica consiste na determinação da distribuição de tamanhos de uma amostra de partículas. Para isso, foi utilizada a análise usando uma série de peneiras Tyler com as peneiras 05, 08, 09, 14 e o prato coletor para matéria seca inteira Figura (8), e uma série de peneiras Tyler com as peneiras 14, 24, 35, 60 e o prato coletor para matéria seca moída.

Foi utilizado o agitador eletromagnético da Tecnal<sup>®</sup>, modelo B-AGIT Ber tel, para efetuar a separação das partículas nas peneiras. Adotou-se um tempo de cinco minutos, a uma escada de intensidade de vibração igual à oito.



Figura 8 – Série Peneiras Tyler 05, 08, 09, 14 Mesh mais o prato coletor.

Foi determinado o tamanho para amostras secas e inteiras (MSI) e amostras secas e moídas (MSM) do resíduo de bagaço de malte. Para isso foi necessário pesar de 10g à 11g de amostra. A Figura (9) representa a vista superior de amostras retidas em um conjunto de peneiras Tyler.



Figura 9 – Série Peneiras Tyler 14, 24, 35, 60 com amostras de pó de malte retidas (MSM) vistas por cima.

### Análises Estatísticas

A média aritmética, Equação (6) é a principal medida de tendência central, é calculada dividindo a soma de todos os

valores pela quantidade de dados do grupo. Já o desvio padrão, Equação (7) é uma medida de um conjunto de dados em relação à média aritmética, e ele mede o quão próximo ou distante um número está da média dessa lista de dados. Ambas são análises descritivas (Soares, 2022).

$$\bar{x} = \frac{(x_1+x_2+x_3+x_4+x_5+x_6+x_7+x_8+x_9+x_n...)}{n} \quad (6)$$

Em que:  $\bar{x}$  = média aritmética;  $x_1+x_2+ x_3+x_n$  = somatório de um grupo de dados;  $n$  = número de dados da população.

$$DP = \sqrt{\frac{\sum|x-\mu|^2}{N}} \quad (7)$$

Em que: DP = desvio padrão de um conjunto de pequenos dados;  $\sum$  = somatório;  $x$  = valor do conjunto de dados;  $\mu$  = média do conjunto de dados;  $N$  = número de dados da população.

$$DAM = \frac{\sum|x_i-x|}{N} \quad (8)$$

Em que: DAM = desvio médio absoluto de um conjunto de pequenos dados;  $\sum$  = somatório;  $x_i$  = valor do conjunto de dados;  $x$  = média do conjunto de dados;  $n$  = número de dados da população.

### Determinação do Teor de Carboidratos

O sistema de Weende ou sistema proximal, não tem a determinação específica de carboidratos não estruturais, mas tem uma aproximação que é o extrativo não nitrogenado (ENN). O (ENN) é a matéria seca total subtraída da somatória dos valores determinados de proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta e cinzas.

O (ENN) inclui todos os erros destas análises, Equação (9). Nada mais é do que um balanço de massa por componentes. O maior deles estaria na fração Fibra Bruta, que resulta em uma superestimativa do (ENN) (Medeiros e Marino, 2015).

$$100\%MS - (\%PB + \%EE + \%FB + \%CZ) = ENN \quad (9)$$

Em que: ENN = Extrativo Não Nitrogenado; MS = Matéria Seca; PB = Teor de Proteína Bruta; EE = Teor de Lipídeos ou Extrato

Etérico; FB = Teor de Fibra Bruta; CZ = Teor de Cinzas.

### Determinação do Teor de Matéria Seca

O teor de matéria seca está inversamente relacionado ao seu teor de umidade. Ele é calculado utilizando a diferença do teor de umidade, conforme a Equação (10).

$$100 - \%TU = \%MS \quad (10)$$

Em que: MS = Matéria Seca; TU = Teor de Umidade da Amostra

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item, estão relatados os resultados e discussão obtidos neste projeto, bem como a determinação dos teores de nutrientes exigidos para a nutrição de animais.

A Tabela (1), demonstra os resultados obtidos nas análises químicas para as amostras dos resíduos bagaço de malte.

Comparando os resultados obtidos da caracterização do resíduo de bagaço de malte seco, da cervejaria Petrópolis, com a Tabela (2), que foi adaptada pelo autor (Velasco *et.al*, 2009), onde apresenta os resultados em porcentagem de resíduo de cervejaria seco (RCS) de uma cervejaria qualquer, em que porcentagem (MS) = 93%, enquanto o obtido foi de 97%; porcentagem (PB) = 26%, enquanto o obtido foi de 23%; porcentagem (EE) = 6,5%, enquanto o obtido foi de 10%; porcentagem (CZ) = 4,8%, enquanto o obtido foi de 3,8%; porcentagem (FB) = 14,9%, enquanto o obtido foi de 18%.

Os insumos estudados podem ser utilizados como parte da ração balanceada dos animais ruminantes produtivos, tomando-se atenção pela diluição dos insumos de bagaço de malte pelos altos níveis de extrato etéreo (lipídios), já que ultrapassam valores estipulados na literatura, de 6,2%, conforme ilustrado na Tabela (3), (Lana, 2000) e de 6,5% conforme ilustrado na Tabela (2), (Velasco, 2009).

O bagaço de malte é considerado um alimento completo, por apresentar em sua composição teores de proteínas, fibras, carboidratos, lipídeos, macro e micro nutrientes.

Para o uso desses coprodutos na alimentação de monogástricos, necessita-se de análises mais detalhada para aminoácidos e micotoxinas.

**Tabela 1** – Informações Nutricionais de Resíduo de Bagaço de Malte, lotes I, II, III (1M6A23+2M7A23+3M7A23).

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL EM AMOSTRAS DE BAGAÇO DE MALTE			
PARÂMETROS	RESULTADOS		
	LOTE I (1M6A23)	LOTE II (2M7A23)	LOTE III (3M7A23)
Umidade Inicial	71,77%	66,79%	68,74%
Matéria Seca Inicial	28,23%	33,21%	31,26%
Umidade Final	4,47%	2,56%	2,09%
Matéria Seca Final	95,53%	97,44%	97,91%
Cinzas	4,02%	3,79%	3,54%
Gorduras/Lipídeos	11,08%	9,55%	10,26%
Nitrogênio Total	3,71%	3,72%	3,72%
Proteína Bruta	23,00%	23,26%	23,25%
Fibra Bruta	190,81 g/kg	174,35 g/kg	171,71 g/kg
FDA	324,9 g/kg	312,06 g/kg	310,29 g/kg
FDN	722,95 g/kg	689,39 g/kg	687,41 g/kg
Cálcio	1,79 g/kg	1,70 g/kg	1,78 g/kg
Ferro	196,15 mg/kg	194,90 mg/kg	192,40 mg/kg
Potássio	0,23 g/kg	0,32 g/kg	0,19 g/kg
Sódio	0,60 g/kg	0,45 g/kg	0,52 g/kg
Fósforo Total	3,93 g/kg	3,81 g/kg	3,87 g/kg
Cobre	8,95 mg/kg	7,35 mg/kg	10,15 mg/kg
Boro	29,15 mg/kg	9,35 mg/kg	18,50 mg/kg
Cobalto	15,15 mg/kg	14,85 mg/kg	15,75 mg/kg
Enxofre	5,68 g/kg	5,01 g/kg	5,05 g/kg
Magnésio	1,71 g/kg	1,78 g/kg	1,81 g/kg
Manganês	52,70 mg/kg	52,40 mg/kg	54,65 mg/kg
Molibdênio	4,25 mg/kg	2,05 mg/kg	8,10 mg/kg
Zinco	128,10 mg/kg	117,30 mg/kg	112,75 mg/kg
Flúor	não detectado	não detectado	não detectado
Selênio	não detectado	não detectado	não detectado
ENN	38,35%	43,40%	43,69%

Fonte: Autores (2023).

- \*FDA – Fibra em Detergente Ácido;
- \*FDN – Fibra em Detergente Neutro;
- \*ENN – Extrativo Não Nitrogenado;
- \*1M6A23 – Lote I;
- \*2M7A23 – Lote II;
- \*3M7A23 – Lote III.



A Tabela (2) apresenta os resultados obtidos por Velasco *et.al* (2009) em amostras de resíduo de cervejaria seco (RCS). Os mesmos serviram para comparação aos encontrados pelos autores.

**Tabela 2** - Composição química do resíduo de cervejaria úmido (RCU), resíduo de cervejaria seco (RCS) e levedura de cerveja (LC).

Composição	RCS	RCU	LC
MS (%)	93	21	93,1
PB (%)	26	25,4 - 27,1	46,6
NDT (%)	66	13,86	79
E M (Kcal/Kg)	2330 - 2490	489,3 - 516,6	3070
ED (Kcal/Kg)	2780	2790	3480
EE (%)	6,5	1,365	1,1
FB (%)	14,9	3,13	3,5
FDA (%)	23 - 24	4,83	4
FDN (%)	42 - 46	8,82	54
Cinzas (%)	4,8		7,2
Macromin. (%)			
Cálcio	0,33	0,069	0,15
Fósforo	0,55	0,115	1,47
Enxofre	0,32	0,067	0,47
Sódio	0,23	0,048	0,08
Cloro	0,17	0,036	0,32
Magnésio	0,16	0,034	0,26
Potássio	0,09	0,019	1,81
Micromin. (ppm)			
Cobalto	0,09	0,019	0,54
Cobre	23	4,83	41,3
Ferro	266	55,86	89
Iodo	0,07	0,015	0,38
Manganês	40	8,4	7
Selênio	0,76	0,16	0,98
Zinco	30	6,3	42

Fonte: NRC (1988). Adaptado por Velasco *et.al* (2009).

\*MS – Matéria Seca;

\*PB – Proteína Bruta;

\*NDT – Nutrientes Digestíveis Totais;

\*E M - Energia Metabolizável;

\*ED – Energia Disgestível;

\*EE – Extrato Etéreo;

\*FB – Fibra Bruta;

\*FDA – Fibra em Detergente Ácido;

\*FDN – Fibra em Detergente Neutro.

**Tabela 3** - Composição média dos alimentos concentrados, cevada, resíduo de cervejaria.

Alimentos	Proteína (6,25N)		Extrato		Energia Met.		Aves	Ruminantes	NDT	Ca	P	Mn
	M.S	Total	Digerido	Etéreo	Fibra	Met.						
	%	%	%	%	%	Kcal/kg	Kcal/kg	%	%	%	mg/kg	
Caseína	90,00	81,80	79,40	0,50		4.120	3.146	87,00	0,61	0,99	4,00	
Centeio	89,00	11,90	9,40	1,60	2,00	2.888	2.603	72,00	0,07	0,34	67,00	
Cevada	89,00	9,70	7,30	2,20	6,20	2.330	2.639	73,00	0,06	0,40	16,00	
<b>Cevada, resíduo de cervejaria</b>	<b>92,80</b>	<b>23,30</b>	<b>16,80</b>	<b>6,20</b>	<b>15,60</b>			<b>61,90</b>	<b>0,29</b>	<b>0,48</b>		
Cevada, resíduo úmido	27,70	5,70	4,20	1,60	3,60			16,10	0,07	0,12		
Citrus, farelo de polpa	90,00	6,60	3,50	4,60	13,00		2.506	69,00	1,96	0,12	6,00	
Coco, farelo	93,00	20,40	17,30	6,60	12,00	1.764	2.723	77,00	0,21	0,61	53,00	
Figado, farinha	93,00	66,50	54,50	15,10	1,00			91,00	0,57	1,25	9,00	
Girassol, farelo	94,30	49,50	45,00	4,90	5,00	2.310	2.186	71,00	0,26	1,22	23,00	
Girassol, farelo com casca	93,00	41,00		7,60	13,00				0,43	1,04	22,00	
Girassol, semente	93,60	16,80	13,90	25,90	29,00			76,00	0,17	0,52	22,00	
Gergelim, farelo	93,00	47,90	43,60	5,10	5,00	2.646	2.522	71,00	2,03	1,29	46,00	
Leite fresco	12,00	3,10	2,90	3,70			578,00	16,00	0,12	0,10		

Fonte: Lana (2000). Adaptada por Autores (2023).

\*M.S – Matéria Seca;

\*NDT - Nutrientes Digestíveis Totais;

\*Ca – Cálcio;

\*P – Fósforo;

\*Mn – Manganês;

\*% - Porcentagem;

## Teor de Umidade

O resíduo cervejeiro bagaço de malte deve-se sair obrigatoriamente da cervejaria com no máximo de 80% de umidade, normalmente este teor é mais baixo, em torno de 70%. Isso deve-se ao fato, da cervejaria não perder mosto neste processo de descarregamento nos silos de armazenamento deste coproduto. É extraído no sistema de filtragem o máximo de mosto/líquido para assim continuar o processo de fabricação da bebida.

## Teor de Cinzas (base seca)

A Tabela (4) apresenta os resultados obtidos na caracterização do teor de cinzas para as amostras de bagaço de malte dos três lotes analisados. Observa-se a aproximação dos valores, independentemente dos lotes.

**Tabela 4** – Teores de (CZ) encontrados nos lotes de (BM), realizados em triplicatas.

n° amostras	% CINZAS		
	LT1	LT2	LT3
n1	4,020	3,790	3,540
n2	3,980	3,750	3,600
n3	4,060	3,830	3,490
<b>MÉDIA</b>	<b>4,020</b>	<b>3,790</b>	<b>3,543</b>

Fonte: Autores (2023).

\*n<sub>n</sub> – número de amostras;

\*LT<sub>n</sub> – número do lote;

\*CZ – Cinzas;

\*% - Porcentagem;

\*BM – Bagaço de Malte.

## Teor de Nitrogênio Total e Proteína Bruta

As Tabelas (5) e (6), demonstram os resultados obtidos em cada lote de bagaço de malte analisados, para a determinação dos teores de nitrogênio total e proteína bruta.

Os resultados obtidos no teor de proteína bruta são semelhantes aos encontrados por Lana (2000) na Tabela (3).

**Tabela 5** – Teores de (NT) encontrados nos lotes de (BM), realizados em triplicatas.

n° amostras	% NITROGÊNIO TOTAL		
	LT1	LT2	LT3
n1	3,580	3,710	3,660
n2	3,810	3,760	3,740
n3	3,740	3,690	3,760
<b>MÉDIA</b>	<b>3,710</b>	<b>3,720</b>	<b>3,720</b>



Fonte: Autores (2023).

- \*n<sub>n</sub> – número de amostras;
- \*LT<sub>n</sub> – número do lote;
- \*NT – Nitrogênio Total;
- \*% - Porcentagem;
- \*BM – Bagaço de Malte.

**Tabela 6** – Teores de (PB) encontrados nos lotes de (BM), realizados em triplicatas.

n° amostras	% PROTEÍNAS BRUTA		
	LT1	LT2	LT3
n1	22,440	23,190	22,890
n2	23,820	23,510	23,360
n3	22,750	23,090	23,520
<b>MÉDIA</b>	<b>23,003</b>	<b>23,263</b>	<b>23,257</b>

Fonte: Autores (2023).

- \*n<sub>n</sub> – número de amostras;
- \*LT<sub>n</sub> – número do lote;
- \*PB – Proteína Bruta;
- \*% - Porcentagem;
- \*BM – Bagaço de Malte.

### Teor de Lipídeos Totais ou Extrato Etéreo (base seca)

A Figura (10) ilustra os lipídeos extraídos das amostras de bagaço de malte secas e moídas. A Tabela (7) representa a porcentagem dos teores de (EE) em cada lote analisado. Os valores encontrados ultrapassam os valores já determinados por Lana (2000) e Velasco *et.al* (2009), entre 6,2% a 6,5%.

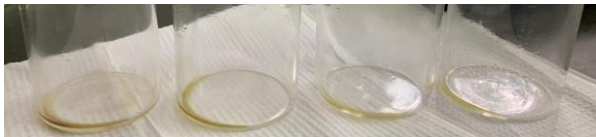


Figura 10 – Lipídeos extraídos da amostra de bagaço de malte (MSM).

**Tabela 7** – Teores de (EE) encontrados nos lotes de (BM), realizados em triplicatas.

n° amostras	% EXTRATO ETÉRIO/LIPÍDEOS/GORDURAS		
	LT1	LT2	LT3
n1	12,310	9,840	10,210
n2	10,930	9,390	10,400
n3	10,000	9,430	10,180
<b>MÉDIA</b>	<b>11,080</b>	<b>9,553</b>	<b>10,263</b>

Fonte: Autores (2023).

- \*n<sub>n</sub> – número de amostras;
- \*LT<sub>n</sub> – número do lote;
- \*EE – Extrato Etéreo;
- \*% - Porcentagem;
- \*BM – Bagaço de Malte.

### Estatísticas aplicadas nos Teores de NT, PB, EE, CZ, FB, ENN: Média Aritmética, Desvio Padrão e Desvio Absoluto Médio

A Tabela (8) é a representação dos dados estatísticos aplicados para cada teor analisado. A média aritmética, desvio médio e desvio padrão são importantes para a interpretação dos resultados e prever situações futuras.

Foram aplicados estes dados para os parâmetros de cinzas, nitrogênio total, proteína bruta, fibra bruta, lipídeos e carboidratos.

**Tabela 8** – Aplicação de dados estatísticos em cada parâmetro analisado de bagaço de malte.

PARAMÉTROS	ANÁLISES ESTATÍSTICAS EM (BM) - Lotes I, II, III		
	MÉDIA ARITMÉTICA	DESVIO MÉDIO	DESVIO PADRÃO
% CZ	3,784	0,168	0,198
% NT	3,717	0,050	0,063
% PB	23,174	0,340	0,407
% EE	10,299	0,611	0,840
% FB	17,896	0,790	0,845
% ENN	41,805	2,309	2,452

Fonte: Autores (2023).

- \*BM – Bagaço de Malte;
- \*CZ – Cinzas;
- \*NT – Nitrogênio Total;
- \*PB – Proteína Bruta;
- \*EE – Extrato Etéreo;
- \*FB – Fibra Bruta;
- \*ENN – Extrativo Não Nitrogenado.

### Análises Microbiológicas na Matéria-Prima

Os resultados das análises são descritos na Tabela (9), onde os valores encontrados estão dentro da legislação vigente e conforme literatura.

**Tabela 9** - Coliformes fecais, *E. coli* e Bolores e Leveduras em amostras de resíduo bagaço de malte, lotes I, II, III (1M6A23+2M7A23+3M7A23).

Amostra	Bolores e Leveduras (UFC/g)	Micro-organismos	
		<i>E. coli</i> (NMP/g)	Coliformes fecais (NMP/g)
A (1M6A23)	5,8x10 <sup>4</sup>	< 3,0 (est.)	< 3,0 (est.)
B (2M7A23)	1,38x10 <sup>5</sup>	< 3,0 (est.)	< 3,0 (est.)
C (3M7A23)	2,38x10 <sup>5</sup>	< 3,0 (est.)	< 3,0 (est.)

Fonte: Laboratório de Microbiologia de Alimentos UNIUBE.

- \*est. – estimado;
- \*UFC – Unidade Formadora de Colônia;
- \*NMP – Número Mais Provável.

## Análise Granulométrica, Série Peneiras Tyler

A peneira de mesh igual à 8, com abertura da malha de 2360µm, ficou retida a maior porção de amostra, 4,66g, (MSI), representado pela Tabela (10) e a peneira de mesh igual à 60, com abertura da malha de 250µm, ficou retida a maior porção de amostra, 6,61g, (MSM), representado pela Tabela (11).

**Tabela 10** - Amostra (MSI), lotes I+II+III (1M6A23+2M7A23+3M7A23) de bagaço de malte - 11g.

SISTEMA PENEIRA TYLER (MESH)	(µm) <u>an</u>	MASSA PENEIRA (g)	MASSA PENEIRA + AMOSTRA (g)	MASSA RETIDA (g)
5	4000	408,47	410,84	2,37
8	2360	374,44	379,10	4,66
9	2000	412,30	413,50	1,20
14	1180	395,18	397,16	1,98
FUNDO	-	322,94	323,71	0,77
MÉDIA				10,98

**Fonte:** Autores, (2023).

**Tabela 11** - Amostra (MSM), lote III (3M7A23) de bagaço de malte – 10g.

SISTEMA PENEIRA TYLER (MESH)	(µm) <u>an</u>	MASSA PENEIRA (g)	MASSA PENEIRA + AMOSTRA (g)	MASSA RETIDA (g)
14	1180	394,83	394,88	0,05
24	710	402,00	402,11	0,11
35	425	364,92	365,52	0,60
60	250	366,16	372,77	6,61
FUNDO	-	322,69	323,29	2,60
MÉDIA				9,97

**Fonte:** Autores, (2023).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se considerar que o alto teor de umidade do coproduto (bagaço de malte) limita seu uso, pois aumenta os custos de transporte e cria dificuldades no processo de armazenamento. Por isso deve-se considerar a etapa de secagem deste resíduo, para inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis (bolores/fungos) para aumentar seu tempo de armazenamento.

Como a composição química dos resíduos de cerveja varia de um lote para outro, recomenda-se que sejam analisados antes da formulação da dieta.

Foram obtidos teores médios de 23,17% de proteína bruta, 10,30% de lipídeos totais, 3,78% de cinzas, 41,81% de carboidratos, 17,90% de fibra bruta no material residual bagaço de malte.

O resíduo de cervejaria, tais como o bagaço de malte, apresentam bom valor nutricional e podem ser considerados uma boa fonte alternativa de alimentação para os ruminantes produtivos, neste caso, os

bovinos. São uma fonte de proteína restante, por ser um alimento altamente proteico. Apresenta também, bons teores de fósforo.

Para perspectivas futuras serão aderidas a produção de uma ração balanceada proveniente do bagaço de malte, para alguns animais (bovinos, caprinos, ovinos, coelhos, hamsters, peixes, entre outros).

## NOMENCLATURAS

- P.A** – Para Análise;
- BM** – Bagaço de Malte;
- PB** – Proteína Bruta;
- FDN** – Fibra em Detergente Neutro;
- FDA** - Fibra em Detergente Ácido;
- MO** – Matéria Orgânica;
- MSM** – Matéria Seca Moída;
- MSI** - Matéria Seca Inteira;
- EE** – Extrato Etéreo;
- MS** – Matéria Seca;
- CZ** – Cinzas;
- ENN** - Extrativo Não Nitrogenado;
- FB** – Fibra Bruta;
- Ca** – Cálcio;
- B** – Boro;
- Mg** – Magnésio;
- P** – Fósforo;
- K** – Potássio;
- Na** – Sódio;
- Cl** – Cloro;
- S** – Enxofre;
- Co** – Cobalto;
- Cu** - Cobre;
- Fe** – Ferro;
- I** – Iodo;
- Mn** – Manganês;
- Se** – Selênio;
- Zn** – Zinco;
- Cr** – Cromo;
- Mo** – Molibdênio;
- Ni** – Níquel;
- LT** – Lote;
- n** – Número Amostra;
- kg** – Quilogramas;
- g** – Gramas;
- mg** – Miligramas;
- µm** – Microgramas;
- °C** – Graus Celsius;
- mL** – Mililitros;
- UFC** – Unidade Formadora de Colônias;
- NMP** – Número Mais Provável.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UNIUBE (Universidade de Uberaba); à FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais); À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), e ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio disponibilizado para o desenvolvimento deste estudo.

## REFERÊNCIAS

- ALBERTINI, T. Z; MEDEIROS, S. R; GOMES, R. C; FELTRIN, G. **Exigências nutricionais, ingestão e crescimento de bovinos de corte.** Cartilha EMBRAPA. CAPÍTULO 08. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120216/1/Nutricao-Animal-CAPITULO-08.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2023.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis (Volume 1). 15th Ed., 1990. Disponível em:** <<https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>>. Acesso em: 01 mai. 2023.
- BATISTA, E. A. **Estudo do processo de secagem do resíduo de malte gerado na produção de cerveja.** Disponível em: <<file:///C:/Users/pmu/Downloads/PDF%20-%20Evandro%20Alves%20Batista.pdf>>. Acesso em: 05 mai. 2023.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento-MAPA. Secretaria de Apoio Rural e Cooperativista. **Normas e padrões de nutrição e alimentação animal: revisão 2000.** Brasília, DF, 2000.
- CORDEIRO, L. G; EL-AOUAR, A. Â; GUSMÃO, R. P. **Caracterização do bagaço de malte oriundo de cervejarias.** Disponível em: <<file:///C:/Users/pmu/Downloads/DialnetCaracterizacaoDoBagaçoDeMalteOriundoDeCervejarias-7419858.pdf>>. Acesso em: 05 mai. 2023.
- FERRANDO, J. K. **Valor nutritivo do bagaço de cevada como aditivo em silagem de milho.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Agrárias. Curso de Zootecnia, Florianópolis 2015. Disponível em > [https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/156645/Josiane\\_2015\\_1.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/156645/Josiane_2015_1.pdf?sequence=1) < Acesso em: 10 de jun. 2023.
- LANA, R. P. **Sistema Viçosa de Formulação de Rações** - 5ª Edição, Ed. UFV, Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- MASSARDI. M. M; MASSINI. R. M. M; SILVA. D. J; **Caracterização química do bagaço de malte e avaliação do seu potencial para obtenção de produtos de valor agregado.**
- SCOLARO, F. D. M.; SALMAN, A. K. D.; CRUZ, P. G. da; ALVEZ, G. T. **Meta-análise das características físico-química do bagaço de malte e seu potencial para alimentação animal.** 2019. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1116243/meta-analise-das-caracteristicas-fisico-quimica-do-bagaço-de-malte-e-seu-potencial-para-alimentacao-animal>>. Acesso em: 10 jun. 2023.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos.** Livraria Varela, São Paulo. 3ª ed , 2007. 245p.
- SOARES, A. **Entenda o que é a Análise Estatística e saiba como aplicá-la em seus projetos.** Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/analise-e-estatistica>>. Acesso em: 01 ago. 2023.
- TOMBINI, C. GODOY, J. S. S; MELLO, J. M. M; JUNIOR, F. R. S. M; LAJÚS, C. R; COSTELLA, M. F; DALCANTON, F. **Análise da gestão do resíduo bagaço de malte em cervejarias da região oeste e extremo oeste do estado de Santa Catarina.** Disponível em: <<https://conjecturas.org/index.php/edicoes/article/view/1089>>. Acesso em: 09 abr. 2023.



VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3ed. Washington: American Public Health Association, 1999.

VELASCO, F. O; GONÇALVES, L. C; TEIXEIRA, A. M; FARIA, W. G; MAGALHÃES, F.A. **Resíduo cervejeiro para gado leiteiro**. Alimentos para Gado de Leite. CAPÍTULO 9. p.139-151, 2009.

WE CONSULTORIA. **Como fazer cerveja - Matéria prima**. Disponível em: <<https://www.comofazercerveja.com.br/materia-prima-cerveja>>. Acesso em: 10 abr. 2023.