

## Determinação Bromatológica Do Coproduto Bagaço De Malte Para Alimentação Animal

Ana Flávia M. Santana<sup>1</sup>, Daniel L. F. Carvalho<sup>2</sup>, Evandro J. Rigo<sup>3</sup>,  
Gislaine Fernandes<sup>4</sup>, José Roberto D. Finzer<sup>5</sup>, André L. T. Fernandes<sup>6</sup>

<sup>1</sup>(Ppg-Engenharia Química, Universidade De Uberaba, Brasil)

<sup>2</sup>(Engenharia Química, Universidade De Uberaba, Brasil) <sup>3</sup>(Tecnologia Em Gestão Do Agronegócio, Universidade De Uberaba, Brasil) <sup>4</sup>(Ppg-Engenharia Química, Instituto Federal Do Triângulo Mineiro, Brasil)

<sup>5</sup>(Ppg-Engenharia Química, Universidade De Uberaba, Brasil)

<sup>6</sup>(Ppg-Engenharia Química, Universidade De Uberaba, Brasil)

---

### Resumo:

O bagaço maltado ou o bagaço de malte como é mais conhecido, é o principal resíduo da indústria cervejeira, constituindo em um subproduto. 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 balanceada). Para isso foram realizadas a 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: teor de cinzas, nitrogênio total, proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, extrativo não nitrogenado, e as 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 (secos em estufa) 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. O resíduo bagaço de cervejaria, apresenta bom valor nutricional e pode ser considerado uma boa fonte alternativa de alimentação para os ruminantes, neste caso, os bovinos. Sendo uma boa fonte de proteína e gorduras.

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

---

Date of Submission: 17-02-2024

Date of Acceptance: 27-02-2024

---

### I. Introdução

Define-se cerveja como sendo a bebida oriunda da fermentação alcoólica do mosto cervejeiro proveniente 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<sup>1</sup>. Um componente essencial na fabricação da cerveja é o malte, 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 padronizadas. 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. Uma informação relevante, é que dependendo do estilo de cerveja a ser processada, é comum a utilização de um ou dois tipos de malte, chamados então de maltes especiais, existem cervejas no mercado onde se utilizaram até sete tipos de maltes especiais diferentes em sua composição<sup>2</sup>. 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 brassagem). Consiste principalmente na casca e polpa de malte remanescentes, mas também dos grãos do adjunto, como arroz, milho e trigo<sup>1</sup>. Considerando a quantidade de subproduto gerado, 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 (bolores).

O objetivo da secagem é reduzir a umidade para preservar materiais, armazenamento a longo prazo e reduzir custos de transporte<sup>3</sup>. Avaliando o grande problema decorrente da geração de resíduos de uma indústria cervejeira, e diretamente na cervejaria Petrópolis, unidade de Uberaba- MG, a caracterização da biomassa e avaliação do potencial de reaproveitamento é uma alternativa eficaz. O objetivo deste trabalho é utilizar o resíduo do bagaço de malte da cervejaria Petrópolis, unidade de Uberaba-MG e desenvolver um produto de valor agregado (ração animal para ruminantes e monogástricos), e caracterizar o produto em termos nutricionais. Para isso se faz necessário: secagem de bagaço de malte em estufa/desidratador para retirada da umidade; realizar análises físico-químicas e microbiológicas para análise de contaminantes, teor de umidade, teor de cinzas, nitrogênio total, proteína bruta, lipídeos totais/extrato etéreo, fibra bruta, carboidratos, micro e macro nutrientes/minerais, entre outras; avaliar a qualidade do produto final, e se haverá a necessidade de enriquecer com outro material/elemento para aumento ou diluição de nutrientes. Verificar a potencialidade de utilizar outro resíduo da cervejaria “pó e palha de malte”, resíduo bruto da matéria prima, gerado em menor escala.

## II. Material e Métodos

Neste estudo, estão descritas as metodologias desde a coleta das amostras dos resíduos cervejeiros estudados, aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos quantificados, tais como: teores de umidade, cinzas, nitrogênio total, proteína bruta, lipídeos totais/extrato etéreo, fibra bruta, carboidratos e macro e micro nutrientes/minerais.

Os equipamentos utilizados para a realização deste projeto encontram-se disponíveis no laboratório de Operações Unitárias, Bloco E, UNIUBE Campus Aeroporto Uberaba e no laboratório de Bromatologia, Quadra H, Bloco 3, IFTM Campus Uberaba.

### Coleta de Amostras Resíduo - Bagaço de Malte

A coleta das amostras de bagaço de malte foi realizada na cidade de Uberaba-MG, nos meses junho, julho e novembro de 2023, na cervejaria Petrópolis. As amostras foram coletadas de dornas do Silo 1, Figura 1, malte do tipo Pilsen, que se produz a cerveja estilo Pilsen, sem uso de outros adjuntos.

A Figura 2, consiste em imagem de 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: Uberaba-MG.



**Figura 2:** Amostra do bagaço de malte úmida.

### **Análises Microbiológicas na Matéria-Prima Bagaço de Malte**

Para a avaliação da qualidade higiênico sanitária das amostras do resíduo de bagaço de malte úmido, foram coletadas/separadas três amostras de resíduo de bagaço de malte úmido, sendo de lotes distintos Figura 3, (1M6A23, 2M7A23, 3M7A23), para verificar a existência de Coliformes Fecais, *E. coli*, Bolores e Leveduras. 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 metodologias consagradas<sup>4, 5</sup>.



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

### **Secagem de Amostras Resíduo – Bagaço de Malte em Estufas**

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 reduzir a 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 I, II, III (1M6A23, 2M7A23, 3M7A23), porém todos com a mesma característica, proveniente do malte estilo Pilsen. A intenção, foi avaliar os resultados obtidos e selecionar o melhor caracterizado.



**Figura 4:** Amostras do bagaço de malte secas nas estufas à 105°C.

### **Secagem de Amostras Resíduo - Bagaço de Malte no Desidratador**

As amostras de bagaço de malte referente ao lote V (5M11A23) foram secas no desidratador Pardal<sup>®</sup> modelo New Hobby, Figura 5, a uma temperatura de 60°C por um período de nove horas, para posterior caracterização bromatológica. O intuito deste, foi comparar com as amostras de bagaço de malte dos lotes I, II e III secas em estufas a uma temperatura de 105°C por um período de três horas. Avaliar se houve perda de nutrientes na etapa de secagem em estufa.



**Figura 5:** Amostras do bagaço de malte secas no desidratador à 60°C.

### **Etapas de Quarteamento em Amostras Secas de Resíduo – Bagaço de Malte**

Quarteamento, é a etapa de dividir uma amostra em quatro partes iguais, representando a amostra total Figura 6. A metade continuará a ser analisada, enquanto a outra parte será armazenada como amostra de reserva/contraprova para caracterização/análise futura<sup>6</sup>. Esse sistema permite que diversas análises sejam realizadas com maior eficiência e homogeneização. Pode ser realizada manualmente, iniciando com a geração de uma pilha cônica.



**Figura 6:** 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, para 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<sup>17</sup>, Equação (1). Quantificado em amostras de resíduo de bagaço de malte (MSI e MSM) e em resíduo de pó/palha de malte.

$$TU(\%) = \frac{[(m1-m2)] \times 100}{m1} \quad (1)$$

Em que: TU = teor de umidade, %; m1 = massa da cápsula + amostra integral, g; m2 = 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 048 com potência de 700 watts, e um moinho de facas da Marconi<sup>®</sup> modelo MA 600 com potência de 370 watts, obtendo-se assim, um pó, proveniente do resíduo bagaço de malte já seco, Figura 8.



**Figura 8 – Pó proveniente bagaço de malte obtido após a moagem.**

### **pH do caldo retido no bagaço de malte**

Foi realizada a quantificação do potencial hidrogeniônico (pH) no caldo retido no resíduo bagaço de malte, Figura 9, usando o pHmetro digital da Gehaka<sup>®</sup> modelo PG2000, a uma temperatura de 25°C.



**Figura 9:** Caldo retido na amostra de bagaço de malte.

#### **Quantificação Teor de Cinzas**

O material utilizado para realização desta análise estava seco e moído, apresentando um teor de umidade entre 2,00% à 4,50%.

O resíduo mineral fixo (cinzas) foi determinado pela calcinação da amostra em forno mufla da Quimes®, modelo D24 regulado à 550°C, até a obtenção de cinzas claras, por um período máximo de 6 horas, Figura 10.

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, 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, 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.

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

A determinação do teor de cinzas (minerais) ou resíduo mineral fixo<sup>7, 17</sup> da amostra, Equação (2) se dá na eliminação da MO e inorgânica volátil a temperatura de 550°C a 600°.

$$TC(\%) = \frac{[(m2 - m1)] \times 100}{Ma} \quad (2)$$

Em que: TC = teor de cinzas, %; m2 = massa do cadinho com amostra calcinada, g; m1 = massa do cadinho tarado, g; Ma = massa de amostra, g.



**Figura 10:** Cinzas obtidas em amostra bagaço de malte seca e moída.

#### **Quantificação Teor de Nitrogênio Total e Proteínas Bruta**

Foi utilizado o equipamento destilador de nitrogênio da Tecnal®, modelo TE-0363, para 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).

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<sup>7, 17</sup>.

Já na segunda etapa, foi acoplado o tubo com a amostra digerida ao aparelho de destilação de nitrogênio (Kjeldal). Foi adicionado 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 tubo previamente acoplado. Ligou-se a chave de aquecimento para obter ebulição, e o vapor conduz a amônia para o Erlenmeyer contendo ácido bórico. Coletou-se cerca de 75 mL de condensado no Erlenmeyer<sup>7, 17</sup>.

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<sup>7</sup>.

Segundo a metodologia descrita<sup>7, 17</sup>, 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 nitrogênioamoniaco por destilação em meio alcalino.

O método de Kjeldahl consiste em três etapas: Digestão; Neutralização e Destilação; Titulação<sup>7, 17</sup>.

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

Em que: NT = teor de nitrogênio total, %; V<sub>HCl</sub> = volume gasto de HCl, mL; N<sub>HCl</sub> = normalidade do HCl, 0,02 M; TAS = teor a.s = 14; F<sub>HCl</sub> = fator de correção do HCl, 1,147 mol L<sup>-1</sup>; M<sub>a</sub> massa da amostra utilizada, em miligramas (mg).

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

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

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

Foi utilizado o equipamento determinador de gordura da Tecnal<sup>®</sup>, modelo TE-044, na quantificação da porcentagem total de lipídios das amostras. O método é realizado pelo extrator de Soxhlet<sup>7, 17</sup>.

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<sup>7, 17</sup>.

Para a determinação do (EE), foi utilizado o método de "Soxhlet" (gravimétrico) baseado na quantidade do material solubilizado pelo solvente<sup>8</sup>. O éter utilizado na etapa é aquecido até tornar-se volátil e, ao condensar-se, escoa 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°C P.A.

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

Em que: LT = teor de lipídeo total, %; m<sub>2</sub> = massa do reboiler com amostra, g; m<sub>1</sub> = massa do reboiler tarado, g; M<sub>a</sub> = massa de amostra, g.

#### **Quantificação 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<sup>8</sup>.

### *Determinação Bromatológica Do Coproduto Bagaço De Malte Para Alimentação Animal*

O (ENN) inclui todos os erros destas análises, Equação (6). 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)<sup>8</sup>.

$$100\%MS - (\%PB + \%EE + \%FB + \%CZ) = ENN \quad (6)$$

Em que: ENN = Extrativo Não Nitrogenado; MS = Matéria Seca; PB = Teor de Proteína Bruta; EE = Teor de Lipídeos ou Extrato Etéreo; FB = Teor de Fibra Bruta; CZ = Teor de Cinzas.

#### **Quantificação Teor de Matéria Seca**

O teor de (MS) está inversamente relacionado ao seu teor de umidade<sup>8</sup>. Ele é calculado utilizando a diferença do teor de umidade<sup>17</sup>, conforme a Equação (7).

$$\%MS = 100 - \%TU \quad (7)$$

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

#### **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.

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<sup>18</sup>. Para isso, foi utilizada a análise usando a série Tyler com as peneiras 05, 08, 09, 14 e o prato coletor para matéria seca inteira, Figura 11, e uma série de peneiras Tyler com as peneiras 14, 24, 35, 60, 65, 100 e o prato coletor para matéria seca moída, para selecionar as partículas do resíduo bagaço de malte.

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

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 usado de 10 g à 11g de amostra. A Figura 12 representa a vista superior de amostras retidas em um conjunto de peneiras Tyler.



**Figura 11 – Série Peneiras Tyler 05, 08, 09, 14 Mesh mais o prato coletor.**



**Figura 12 – Série Peneiras Tyler 14, 24, 35, 60 com amostras de bagaço de malte retidas (MSM) vistas por cima.**

Para o cálculo do diâmetro de Sauter nas amostras (MSM) de bagaço de malte, foi empregado algumas etapas, primeiro deve-se encontrar o diâmetro médio, onde realizou-se a média aritmética da primeira peneira com a segunda e assim por diante, conforme indica a Equação (8).

$$DMn = \frac{(n1+n2)}{2} \quad (8)$$

Em que: DMn = Diâmetro Médio; n1 = tamanho da peneira 1; n2 = tamanho da peneira 2.

A massa (mi), Tabela 12, foi obtida pesando as partículas retidas em cada peneira na balança analítica e através da massa obteve-se a fração mássica (Xi), representada pela Equação (9).

$$Xin = \frac{(m1)}{(mt)} \quad (9)$$

Em que: Xin = Fração Mássica; m1 = massa retida na peneira 1; m2 = massa total retida em todas as peneiras;

A Equação (10), divide-se a fração mássica pelo diâmetro médio em cm, tem-se:

$$\frac{(Xin)}{(Dmn)} \quad (10)$$

Em que: Xi = fração mássica; Dm = diâmetro médio.

A partir desses dados é possível calcular o diâmetro médio de Sauter, que caracteriza o tamanho real da partícula, representado pela Equação (11):

$$d_{ps} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{x_i}{D_i} \right)} \quad (11)$$

Em que: d<sub>ps</sub> = Diâmetro de Sauter; Σ(xi/Di) = somatório da fração mássica dividida pelo diâmetro médio.

### Análises Estatísticas

A análise estatística é importante para interpretar resultados passados e a análise de dados pode prever resultados futuros, através dos quais os dados podem ser avaliados como um todo, em uma visão geral e em amostras individuais específicas<sup>9</sup>. Isto permite uma melhor interpretação destas informações e a busca de decisões relevantes.

O conjunto de dados estatísticos empregados na elaboração deste projeto foram a média aritmética, desvio padrão e desvio médio.

A média aritmética, Equação (12) 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 (13) 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<sup>9</sup>.

$$\bar{x} = \frac{(x1+x2+x3+x4+x5+x6+x7+x8+x9+xn...)}{n} \quad (12)$$

Em que: X = média aritmética; x<sub>1</sub>+x<sub>2</sub>+ x<sub>3</sub>+x<sub>n</sub> = somatório de um grupo de dados; n = número de dados da população.

$$DP = \sqrt{\frac{\sum |x-\mu|^2}{N}} \quad (13)$$

Em que: DP = desvio padrão de um conjunto de pequenos dados; Σ = somatório; x = valor do conjunto de dados; μ = média do conjunto de dados; N = número de dados da população.

$$DAM = \frac{\sum |xi-x|}{N} \quad (14)$$

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



### III. Resultado

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.

Na Tabela 1, constam os resultados obtidos nas análises químicas para as amostras dos resíduos bagaço de malte secos em estufa, lotes (I, II, III) e na Tabela 2 constam os resultados obtidos nas análises químicas para a amostra de bagaço de malte seco em desidratador, lote (V).

**Tabela nº 1** – Informações Nutricionais de Resíduo de Bagaço de Malte, lotes I, II, III (1M6A23+2M7A23+3M7A23).

| <b>INFORMAÇÃO NUTRICIONAL EM AMOSTRAS DE BAGAÇO DE MALTE</b> |                        |                         |                          |
|--|------------------------|-------------------------|--------------------------|
| <b>PARÂMETROS</b>  | <b>RESULTADOS</b>      |                         |                          |
|  | <b>LOTE I (1M6A23)</b> | <b>LOTE II (2M7A23)</b> | <b>LOTE III (3M7A23)</b> |
| 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%                   |

\*FDA – Fibra em Detergente Ácido;

\*FDN – Fibra em Detergente Neutro;

\*ENN – Extrativo Não Nitrogenado.

**Tabela nº 2 – Informações Nutricionais de Resíduo de Bagaço de Malte, lotes V (5M11A23).**

| <b>INFORMAÇÃO NUTRICIONAL EM AMOSTRA DE BAGAÇO DE MALTE</b> |                                    |
|---|------------------------------------|
| <b>PARÂMETROS</b>   | <b>RESULTADOS LOTE V (5M11A23)</b> |
| Umidade Inicial   | 71,96%                             |
| Matéria Seca Inicial  | 28,04%                             |
| Umidade Final   | 3,37%                              |
| Matéria Seca Final  | 96,63%                             |
| pH mosto cervejeiro   | 4,68                               |
| Cinzas  | 3,47%                              |
| Extrato Etéreo/Lipídeos                                     | 10,48%                             |
| Nitrogênio Total  | 1,56%                              |
| Proteína Bruta  | 25,22%                             |
| Fibra Bruta   | 144,36g/kg                         |
| FDA   | 220,98g/kg                         |
| FDN   | 618,09g/kg                         |
| Cálcio  | 10,02g/kg                          |
| Ferro   | 196,75mg/kg                        |
| Potássio  | 0,20g/kg                           |
| Sódio   | 0,24g/kg                           |
| Fósforo Total   | 4,15g/kg                           |
| Cobre   | 2,55mg/kg                          |
| Boro  | 10,60mg/kg                         |
| Cobalto   | 69,85mg/kg                         |
| Enxofre   | 5,95 g/kg                          |
| Magnésio  | 1,81g/kg                           |
| Manganês  | 56,75mg/kg                         |
| Molibdênio  | 0,90mg/kg                          |
| Zinco   | 104,75mg/kg                        |
| Flúor   | 10,37mg/kg                         |
| Selênio   | 3,30mg/kg                          |
| ENN   | 43,02%                             |

\*FDA – Fibra em Detergente Ácido;

\*FDN – Fibra em Detergente Neutro;

\*ENN – Extrativo Não Nitrogenado.

Comparando os resultados obtidos da caracterização do resíduo de bagaço de malte seco em estufas, Tabela 1, da cervejaria Petrópolis, com a Tabela 3, que foi adaptada pelo autor<sup>10</sup>, onde apresenta os resultados em porcentagem de resíduo de cervejaria seco (RCS) de uma cervejaria, 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<sup>11</sup> ilustrado na Tabela 4, e de 6,5% conforme<sup>10</sup> ilustrado na Tabela 3.

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.

A Tabela 3 representa os resultados obtidos por<sup>10</sup>, a composição química, macros e micros minerais presentes em amostras de resíduos cervejeiros secos e úmidos e levedura de cerveja de uma cervejaria (não informada pelo autor).

**Tabela nº 3** - Composição química do resíduo de cervejaria úmido (RCU), resíduo de cervejaria seco (RCS) e levedurade 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   |

\*MS – Matéria Seca;

\*PB – Proteína Bruta;

\*NDT – Nutrientes Digestíveis Totais;

\*E M - Energia Metabolizável;

\*ED – Energia Disgêstível;

\*EE – Extrato Etéreo;

\*FB – Fibra Bruta;

\*FDA – Fibra em Detergente Ácido;

\*FDN – Fibra em Detergente Neutro.

**Tabela nº 4** - Composição média dos alimentos concentrados, cevada, resíduo de cervejaria.

| Alimentos                            | Proteína<br>(6,25N) |              |              | Energia<br>Met. |              |       |       |            |              |             |             |       |
|--------------------------------------|---------------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|-------|-------|------------|--------------|-------------|-------------|-------|
|                                      | M.S                 | Total        | Digerido     | Extrato         |              |       | Aves  | Ruminantes | NDT          | Ca          | P           | Mn    |
|                                      |                     |              |              | Etéreo          | Fibra        |       |       |            |              |             |             |       |
| 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        | 55,00 |
| 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        |       |

\*M.S – Matéria Seca;

\*NDT - Nutrientes Digestíveis Totais;

\*Ca – Cálcio;

\*P – Fósforo;

\*Mn – Manganês;

\*% - Porcentagem;

**Microrganismos**

Na Tabela 5, constam os resultados dos microrganismos desenvolvidos nas amostras do resíduo de bagaço de malte úmido pós coleta nos tanques cilíndricos da cervejaria, referente aos três lotes distintos analisados (1M6A23, 2M7A23, 3M7A23). Onde para os microrganismos *E. Coli* (NMP/g) e Coliformes fecais (NMP/g) encontra-se abaixo do limite máximo recomendado pela legislação vigente. A presença de bolores e leveduras, Figura 13, é normal, por se tratar de um resíduo úmido de cervejaria.

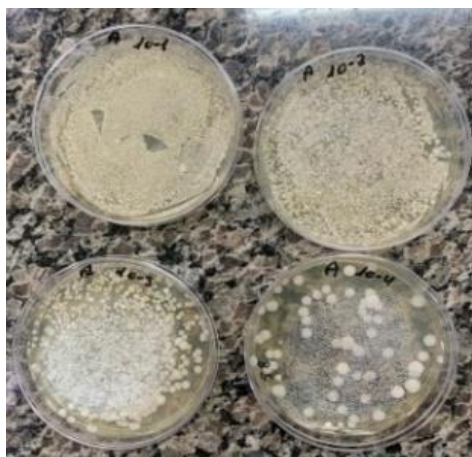
**Tabela nº 5** - Coliformes fecais, *E. coli* e Bolores e Leveduras em amostras de resíduo bagaço de malte.

| Amostra    | Bolores e Leveduras(UFC/g) | Micro-organismos          |                              |
|------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------|
|            |                            | <i>E. coli</i><br>(NMP/g) | Coliformes fecais<br>(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.)                 |

\*est. – estimado;

\*UFC – Unidade Formadora de Colônia;

\*NMP – Número Mais Provável.



**Figura 13:** Bolores e Leveduras que se desenvolveram em placas de Petri.

**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.

Todas as amostras analisadas de bagaço de malte, foram obtidas com uma umidade em torno de 70%, após as etapas de secagem nas estufas e desidratador esta umidade foi reduzida para em torno de 3%.

**Cinzas (base seca)**

A determinação do teor de cinzas (minerais) ou resíduo mineral fixo da amostra se dá na eliminação da MO e inorgânica volátil a temperatura de 550°C a 600°C. Dito isto, a Tabela 6 apresenta os resultados obtidos na caracterização do teor de cinzas para as amostras de bagaço de malte dos três lotes analisados (I, II, III), a Figura 14 melhor ilustra estes resultados realizados em triplicatas. Observa-se a aproximação dos valores, independentemente dos lotes.

**Tabela nº 6** – Teores de (CZ) encontrados nos lotes de (BM) analisados/realizados em triplicatas.

| nº 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> |

\*n<sub>n</sub> – número de amostras;

\*LT<sub>n</sub> – número do lote.

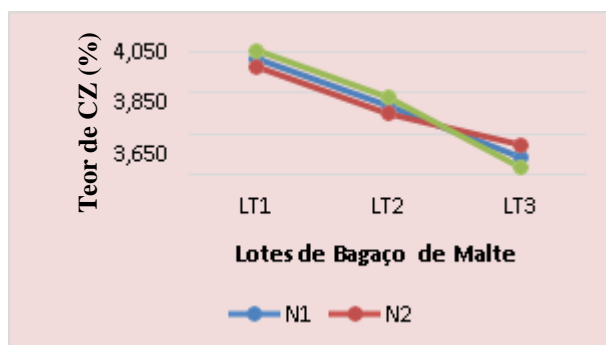


Figura 14 - Teores de (CZ) encontrados nos lotes de (BM) analisados/realizados em triplicatas.

\*N<sub>n</sub> – número de amostras;

\*LT<sub>n</sub> – número do lote.

### Teor de Nitrogênio Total e Proteína Bruta

As Tabelas 7 e 8, demonstram os resultados obtidos em cada lote de bagaço de malte dos três lotes analisados (I, II, III), para a determinação dos teores de nitrogênio total, Figura 15 e proteína bruta, Figura 16. Os resultados obtidos no teor de proteína bruta são semelhantes aos encontrados por<sup>11</sup> na Tabela 4.

Tabela n° 7 – Teores de (NT) encontrados nos lotes de (BM) analisados/realizados em triplicatas.

| % NITROGÊNIO TOTAL |              |              |              |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|
| n° amostras        | 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> |

\*n<sub>n</sub> – número de amostras;

\*LT<sub>n</sub> – número do lote.

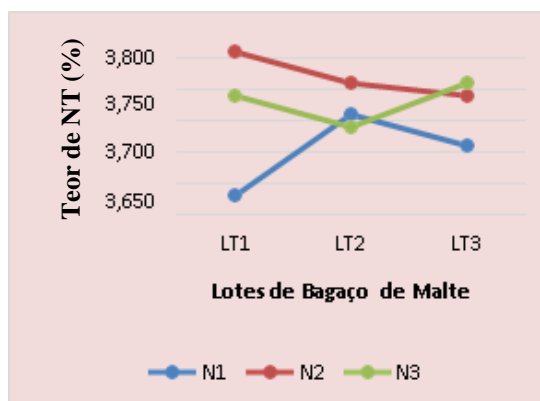


Figura 15 - Teores de (NT) encontrados nos lotes de (BM) analisados/realizados em triplicatas.

\*N<sub>n</sub> – número de amostras;

\*LT<sub>n</sub> – número do lote.

Tabela n° 8 – Teores de (PB) encontrados nos lotes de (BM) analisados/realizados em triplicatas.

| % PROTEÍNA BRUTA |               |               |               |
|------------------|---------------|---------------|---------------|
| n° amostras      | 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> |

\*n<sub>n</sub> – número de amostras;

\*LT<sub>n</sub> – número do lote.



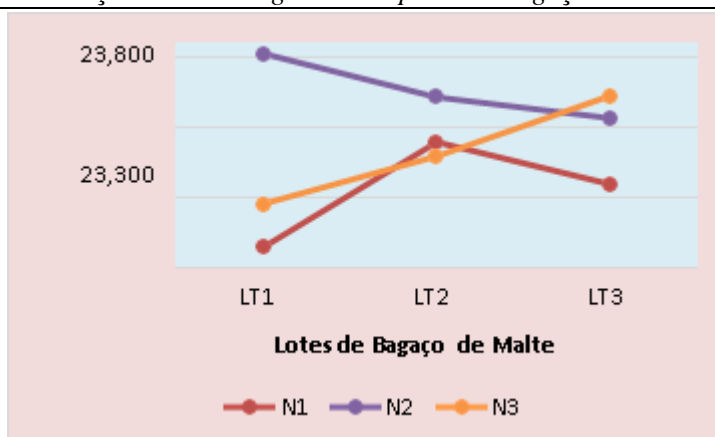


Figura 16 - Teores de (PB) encontrados nos lotes de (BM) analisados/realizados em triplicatas.

\*N<sub>n</sub> – número de amostras;

\*LT<sub>n</sub> – número do lote.

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

A Figura 17 ilustra os lipídeos extraídos das amostras de bagaço de malte secas e moídas. A Tabela 9 representa a porcentagem dos teores de (EE) em cada lote analisado de bagaço de malte (I, II, III). Os valores encontrados, Figura 18, em todos os lotes de bagaço de malte ultrapassam os valores já determinados por <sup>11, 10</sup>, entre 6,2% a 6,5%.



Figura 17 – Lipídeos extraídos da amostra de bagaço de malte (MSM).

Tabela nº 9 – Teores de (EE) encontrados nos lotes de (BM) analisados/realizados em triplicatas.

| % EXTRATO ETÉREO/LIPÍDEOS/GORDURAS |               |              |               |
|------------------------------------|---------------|--------------|---------------|
| n° amostras                        | 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> |

\*n<sub>n</sub> – número de amostras;

\*LT<sub>n</sub> – número do lote.

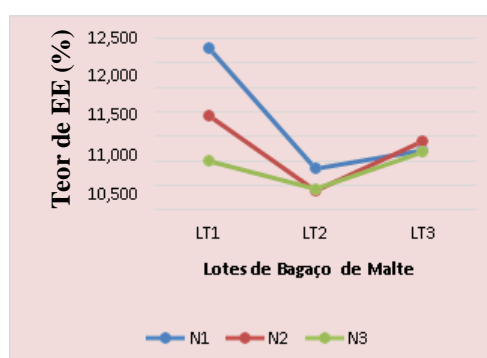


Figura 18 - Teores de (EE) encontrados nos lotes de (BM) analisados/realizados em triplicatas.

\*N<sub>n</sub> – número de amostras;

\*LT<sub>n</sub> – número do lote.

**Teor de Carboidratos**

Já que para o cálculo de teor de carboidrato (ENN) presente em uma amostra, considera-se a diferença do teor de matéria seca total mais o somatório dos teores de proteína bruta, fibra bruta, extrato etéreo e cinzas, através de um balanço de massa por componentes. As amostras secas em estufa de bagaço de malte apresentaram um teor de ENN = 41,81% enquanto as amostras de bagaço de malte secas no desidratador apresentaram um teor de ENN = 43,02%. Está compatível pelos resultados obtidos por<sup>10</sup>, onde o mesmo obteve-se de ENN = 40,80%.

**Teor de Matéria Seca**

Como o teor de matéria seca é determinado pela diferença do teor de umidade (massa do alimento menos a quantidade de água contida nela), através dela é feito o planejamento alimentar aos ruminantes produtivos, neste caso de estudo, os bovinos.

Os resultados obtidos são de 96,96% de matéria seca nas amostras de bagaço de malte secas em estufa e 96,63% de matéria seca na amostra de bagaço de malte seca no desidratador. Estes demonstram baixos índices de umidade finais. Já os autores<sup>10,11</sup> encontraram respectivamente em seus estudos, teores de matéria seca de 93,00% e 92,80%. Demonstrando a importância de um alimento com um índice de umidade inferior à 10%, para melhor conservação e armazenamento do mesmo.

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

A Tabela 10 é a representação dos dados estatísticos aplicados para cada teor analisado nos três lotes distintos de amostras de bagaço de malte secas em estufa. 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 nº 10 – Aplicação de dados estatísticos em cada parâmetro analisado de bagaço de malte.**

| ANÁLISES ESTATÍSTICAS EM (BM) - Lotes I, II,III |                  |              |               |
|---|------------------|--------------|---------------|
| PARAMÉTROS                                      | 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         |

\*BM – Bagaço de Malte;

\*CZ – Cinzas;

\*NT – Nitrogênio Total;

\*PB – Proteína Bruta;

\*EE – Extrato Etéreo;

\*FB – Fibra Bruta;

\*ENN – Extrativo Não Nitrogenado.

**Análise Granulométrica, Série Peneiras Tyler**

A Tabela 11 é a representação das massas retidas e passantes na série peneiras Tyler, utilizando o conjunto de 5, 8, 9, 14 *mesh* mais o fundo para determinação do tamanho das partículas secas e inteiras de bagaço de malte dos lotes I, II, III. Para isso pesou-se 11g de amostra e na peneira de 8 *mesh* com uma abertura de 2360 µm obteve-se a maior porção de massa retida.

Já a Tabela 12 é a representação das massas retidas e passantes na série peneiras Tyler, utilizando o conjunto de 14, 24, 35, 60, 65, 100 *mesh* mais o fundo para determinação do tamanho das partículas secas e moídas de bagaço de malte dos lotes I, II, III. Pesou-se 10g de amostra e na peneira de *mesh* 60 com uma abertura de 250 µm obteve-se a maior porção de massa retida.

**Tabela nº 11 - Amostra (MSI), lotes I+II+III (1M6A23+2M7A23+3M7A23) de bagaço de malte - 11g.**

| SISTEMA PENEIRA TYLER (MESH) | an (mm) | an (µm) | MASSA PENEIRA (g) | MASSA PENEIRA + AMOSTRA (g) | (mi) MASSA RETIDA (g) | Xi (g) | Xi/Di(cm <sup>-1</sup> ) |
|------------------------------|---------|---------|-------------------|-----------------------------|-----------------------|--------|--------------------------|
| 5                            | 4,000   | 4000    | 408,47            | 410,84                      | 2,37                  | 0,2158 | 0,6786                   |

*Determinação Bromatológica do Coproduto Bagaço de Malte Para Alimentação Animal*

|       |       |      |        |        |              |             |             |
|-------|-------|------|--------|--------|--------------|-------------|-------------|
| 8     | 2,360 | 2360 | 374,44 | 379,10 | 4,66         | 0,4244      | 1,9467      |
| 9     | 2,000 | 2000 | 412,30 | 413,50 | 1,20         | 0,1093      | 0,6874      |
| 14    | 1,180 | 1180 | 395,18 | 397,16 | 1,98         | 0,1803      | -           |
| FUNDO | -     | -    | 322,94 | 323,71 | 0,77         | -           | -           |
| MÉDIA | -     | -    | -      | -      | <b>10,98</b> | <b>0,93</b> | <b>3,31</b> |

\*an - abertura da peneira;  
 \*mm – diâmetro em milímetro;  
 \*um – diâmetro em micrometro;  
 \*mi – massa retida;  
 \*xi – fração mássica;  
 \*xi/di – divisão da fração mássica pelo diâmetro médio.

**Tabela nº12 - Amostra bagaço de malte (MSM) - LOTE I, II, III – 10,01g.**

| SISTEMA PENEIRA TYLER (MESH) | an (mm) | an (µm) | MASSA PENEIRA (g) | MASSA PENEIRA + AMOSTRA (g) | (mi) MASSA RETIDA (g) | Xi (g)         | Xi/Di(cm <sup>-1</sup> ) |
|------------------------------|---------|---------|-------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------|--------------------------|
| 14                           | 1,180   | 1180    | 394,87            | 394,87                      | 0                     | 0              | 0                        |
| 24                           | 0,710   | 710     | 402,01            | 402,04                      | 0,03                  | 0,00301        | 0,0319                   |
| 35                           | 0,425   | 425     | 364,93            | 365,60                      | 0,67                  | 0,0672         | 1,1831                   |
| 60                           | 0,250   | 250     | 366,10            | 370,56                      | 4,46                  | 0,4112         | 12,1665                  |
| 65                           | 0,212   | 212     | 372,20            | 374,97                      | 2,77                  | 0,27783        | 12,0272                  |
| 100                          | 0,149   | 149     | 186,63            | 188,10                      | 1,47                  | 0,14744        | 8,1458                   |
| FUNDO                        | -       | -       | 383,45            | 384,38                      | 0,93                  | -              | -                        |
| MÉDIA                        | -       | -       | -                 | -                           | <b>9,97</b>           | <b>0,90671</b> | <b>33,5545</b>           |

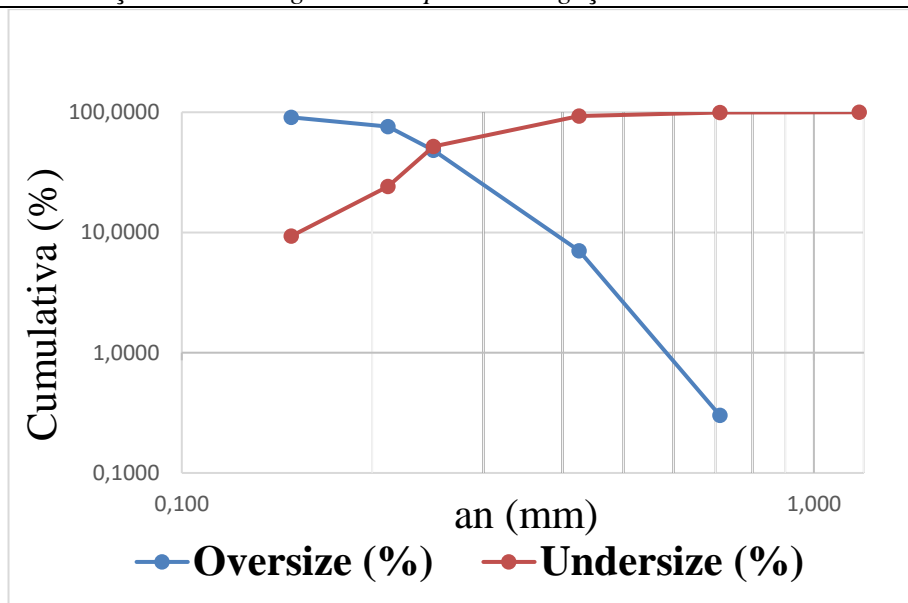
\*an - abertura da peneira;  
 \*mm – diâmetro em milímetro;  
 \*um – diâmetro em micrometro;  
 \*mi – massa retida;  
 \*xi – fração mássica;  
 \*xi/di – divisão da fração mássica pelo diâmetro médio.

**Tabela nº13 – Análise amostra passante e retida de bagaço de malte (MSM), série peneiras Tyler - LOTE I, II, III 10,01g (0,04 g perda).**

| MESH  | an (mm) | Oversize (%) | Undersize (%) |
|-------|---------|--------------|---------------|
| 14    | 1,180   | 0            | 100           |
| 24    | 0,710   | 0,2997       | 99,7003       |
| 35    | 0,425   | 6,6933       | 93,3067       |
| 60    | 0,250   | 40,9590      | 59,0410       |
| 65    | 0,212   | 27,6723      | 72,3277       |
| 100   | 0,149   | 14,6853      | 85,3147       |
| FUNDO | -       | 9,2907       | -             |
| MÉDIA | -       | 100          | -             |

\*Oversize – Porcentagem de material retida na tela da peneira;  
 \*Undersize – Porcentagem de material passante na tela da peneira;  
 \*an(mm) – Abertura peneiras em milímetros.

A Figura 19 é a representação gráfica da distribuição cumulativa undersize nas peneiras versus o tamanho da partícula.



**Figura 19** - Representação da distribuição cumulativa undersize versus tamanho das partículas.

- \*Oversize - material retido na tela da peneira;
- \*Undersize – material passante na tela da peneira.;
- \* an – abertura da peneira;
- \*mm – diâmetro em milímetros.

O Diâmetro de Sauter obtido na caracterização do tamanho médio da partícula foi de 0,029802 cm.

#### IV. Discussão

A Tabela 1 deste trabalho, onde consta as Informações Nutricionais dos Lotes I, II, III – Resíduos do BM secos em estufa, foi analisada, os parâmetros obtidos indicam a aplicação para bovinos de corte (UA) e em exigência para manutenção de vacas adultas (UA). Os insumos estudados podem ser utilizados como parte da ração dos animais ruminantes, tomando-se atenção pela diluição dos insumos de bagaço de malte pelos altos níveis de extrato etéreo (lipídios). Para o uso deste coproduto na alimentação de monogástricos, necessita-se de análises mais detalhada para aminoácidos e micotoxinas. De acordo com<sup>11</sup>, os lotes de BM seco ultrapassam o limite de 6,2% de EE, não devem ser diretamente utilizados.

Em comparação com o Ministério da Agricultura e do Abastecimento – MAPA<sup>12</sup>, todos os teores dos lotes de BM analisados, atendem as exigências de PB, para bovinos de corte adulto e em crescimento. Para FB, todos os lotes BM encontrados, não atingem as exigências estabelecidas, porém os volumosos suprem a fibra para motilidade ruminal. O autor<sup>13</sup> explica que maior relação na proporção de FDN (maior consumo) com a FDA (menor digestibilidade) indica bons alimentos para ruminantes.

Em comparação com os dados da literature<sup>13, 14</sup>, os níveis de Ca são baixos para atendimento das necessidades ao BM, necessita incorporar suplementos como exemplo calcário calcítico, mínimo de 0,26% e 18 g respectivamente. O Na é suprido pela ingestão de sal mineral. Para o P total, todos os lotes de BM atendem as exigências para os bovinos de corte, mas, não atendem a necessidade para vacas leiteiras. Para vacas leiteiras é necessário suplementar Mg, os coprodutos não atendem a exigência nutricional. Os níveis de Mn são baixos em todas as amostras, não atendem as demandas nutricionais. Carboidratos, energeticamente todos os coprodutos são deficitários para atendimento das exigências dos bovinos.

O elemento Se é um mineral classificado como micronutriente, e atua como um agente antioxidante no organismo dos bovinos, em muitos processos biológicos, incluindo: crescimento, produção de leite, imunidade e reprodução. A deficiência de Se na dieta dos ruminantes pode trazer alguns danos, assim como o excesso, que pode causar intoxicação. O método mais comum de suplementação de Se é por meio de misturas minerais, que são consumidas na concentração de 0,1 a 0,2 mg/kg por dia<sup>15</sup>.

As amostras de bagaço de malte, secas no desidratador (referente ao lote V), Tabela 2, apresentaram resultados das análises (bromatológicas e macro/micro minerais) semelhantes aos encontrados no sistema de secagem em estufas. Os principais teores a serem considerados em uma ração balanceada são a porcentagem de PB, ENN, EE, FB. O teor de PB foi de 25%, 10,5% de EE, 14,5% de FB, seguido de 43% de carboidratos.

Neste sistema de secagem foi detectado os teores de Fl e Se, 10,3 mg/kg e 3,30 mg/kg respectivamente. O valor de Se e Fl encontram-se dentro do recomendado para a dieta dos ruminantes.

O FI também é um elemento importante na dieta dos bovinos, porém é tóxico acima de 50 mg/kg de matériaseca, levando à morte<sup>16</sup>.

## V. Conclusão

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 armazenamento. Por isso deve-se considerar a etapa de secagem deste resíduo, para inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis, bactérias, (bolores/fungos) para aumentar seu tempo de armazenagem.

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 secos em estufa.

O resíduo de cervejaria, tal como o bagaço de malte, apresentam bom valor nutricional e pode ser considerado uma boa fonte alternativa de alimentação para os ruminantes, neste caso, os bovinos. São uma boa fonte de proteína e gorduras. Apresenta também, bons teores de fósforo.

Uma análise de caracterização das partículas é indispensável, pois o diâmetro influenciará em aspectos físico e químicos, e conseqüentemente na característica final na geração de novos produtos.

Para perspectivas futuras serão aderidas a produção de uma ração balanceada proveniente do bagaço de malte em formato de pellets, para alguns animais (bovinos, bubalinas, caprinos, ovinos, coelhos, hamsters, cães, gatos, aves e peixes). Posteriormente, realizar uma avaliação em um grupo de bovinos, a fim de se determinar a dieta específica e seu desempenho, limitação de consumo. Avaliação financeira do produto final (R\$ por unidade de massa); Projeção para escala industrial; Utilização desta matéria prima (bagaço de malte) para produção de barras de cereais para complemento nutricional em humanos.

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

- [1]. Cordeiro, L.G; El-Aouar, A.Á; Gusmão, R.P. Caracterização Do Bagaço De Malte Oriundo De Cervejarias. Disponível Em: <File:///C:/Users/Pmu/Downloads/Dialnetcaracterizacaodobagacodemalteoriundodecervejarias-7419858.Pdf>. Acesso Em: 05 Mai. 2023.
- [2]. We Consultoria. Como Fazer Cerveja - Matéria Prima. Disponível Em: <Https://Www.Comofazercerveja.Com.Br/Materia-Prima-Cerveja>. Acesso Em: 10 Abr. 2023.
- [3]. 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.
- [4]. Vanderzant, C.; Splittstoesser, D. F. Compendium Of Methods For The Microbiological Examination Of Foods. 3ed. Washington: American Public Health Association, 1999.
- [5]. 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.
- [6]. Sitanaka, N, Y. Importância Do Programa Amostral Para Analyses De Micotoxinas. Disponível Em: <Https://Www.Portaldoaqronegocio.Com.Br/Gestao-Rural/Analise-De-Mercado/Artigos/Importancia-Do-Programa-Amostral-Para-Analises- De-Micotoxinas>. Acesso Em: 10 Out. 2023.
- [7]. Aoac. Association Of Official Analytical Chemists. Official Methods Of Analysis (Volume 1). 15th Ed., 1990. Disponível Em: . Acesso Em: 01 Mai. 2023.
- [8]. Medeiros, S. R; Marino, C. T. Carboidratos Na Nutrição De Gado De Corte. Cap. Iv. Nutrição De Bovinos De Corte, Fundamentos E Aplicações. Portal Embrapa. Brasília, 2015. Disponível Em: <Https://Ainfo.Cnpia.Embrapa.Br/Digital/Bitstream/Item/120040/1/Nutricaoanimal-Livro-Em-Baixa.Pdf>. Acesso Em: 20 Ago.2023.
- [9]. Soares, A. Entenda O Que É A Análise Estatística E Saiba Como Como Aplicá-La Em Seus Projetos. Disponível Em: . Acesso Em: 01 Ago. 2023.
- [10]. 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.
- [11]. Lana, R.P. Sistema Viçosa De Formulação De Rações - 5ª Edição, Ed. Ufv, Universidade Federal De Viçosa, 2000.
- [12]. 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.
- [13]. Montardo, O.V. Alimentos E Alimentação Do Rebanho Leiteiro. Guaíba: Agropecuária, 1998.
- [14]. Bertechin, A.G. Nutrição de Monogástricos. Ed. UFLA, 301 p., p.179-211. Universidade Federal de Lavras, 2006.
- [15]. Sanrc. Subcommittee On Selenium Committee On Animal Nutrition Board On Agriculture National Research Council Effects of Excess Selenium. Selenium in Nutrition, National Academy Press, Washington, p. 109-110, 1983.
- [16]. Antonello, T. L; Fischer, P. F; Nascimento, V. F; Rosa, M. L; Rossato, C. K. Intoxicação por flúor em bovinos. XVII Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão, XV Mostra de Iniciação Científica, X Mostra de Extensão. 2012. Universidade de Cruz Alta - Unicruz. Disponível em: <https://home.unicruz.edu.br/seminario/downloads/anais/ccs/intoxicacao%20por%20flour%20em%20bovinos%20%E2%80%93%20revisao%20bibliografica.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2023.
- [17]. Instituto Adolfo Lutz. (2008). Métodos físico-químicos para análise de alimentos (Vol. IV). (O. Zenebon, N. Sadocco, & P.



*Determinação Bromatológica Do Coproduto Bagaço De Malte Para Alimentação Animal*

Tiglea, Eds.) São Paulo, Brasil: Instituto Adolfo Lutz.

- [18]. Associação Brasileira De Normas Técnicas., 2003. NBR NM 248: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro.

