

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
BRASÍLIA
CAMPUS GAMA**

PATRÍCIA SILVA RÊGO

**DESENVOLVIMENTO DE FARINHA NUTRITIVA A PARTIR DO BAGAÇO
DE MALTE DA INDÚSTRIA CERVEJEIRA**

Brasília - DF

2019

PATRÍCIA SILVA RÊGO

**DESENVOLVIMENTO DE FARINHA NUTRITIVA A PARTIR DO BAGAÇO
DE MALTE DA INDÚSTRIA CERVEJEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química, do Instituto Federal de Brasília- *Campus* Gama, a ser utilizado como diretrizes para Trabalho de Conclusão de Curso. Orientada pelo Professor Msc. José Giovanni Leite de Brito e Coorientadora Dra. Sther Maria Lenza Greco.

Brasília - DF

2019

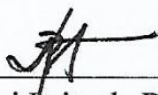
PATRÍCIA SILVA RÊGO

**DESENVOLVIMENTO DE FARINHA NUTRITIVA A PARTIR DO BAGAÇO DE
MALTE DA INDÚSTRIA CERVEJEIRA**

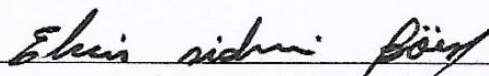
Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Curso de Licenciatura
Plena em Química do *Campus* Gama do
Instituto Federal de Brasília como
requisito parcial para obtenção do título
de Licenciada em Química.

Aprovado em: 10 / 12 / 19

BANCA EXAMINADORA



Prof. M. Sc. José Giovanni Leite de Brito – Orientador
Instituto Federal de Brasília – *Campus* Gama



Prof. Dr. Elvis Sidnei Böes
Instituto Federal de Brasília – *Campus* Gama



Prof. M. Sc. Rodrigo Fleury Brandão
Instituto Federal de Brasília – *Campus* Gama

Brasília
2019

CIP — Catalogação na Publicação

Rêgo, Patrícia Silva

Desenvolvimento de farinha nutritiva a partir do bagaço de malte da indústria
cervejeira / Patricia Silva Rêgo ; orientação Prof. Me. José Giovanni Leite de Brito —
Brasília, 2019.

47 f.

Orientador: Prof. Me. José Giovanni Leite de Brito.
Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação — Licenciatura em Química) —
Instituto Federal de Brasília, Campus Gama, 2019.

1. Cerveja. 2. Farinha de malte. 3. Bagaço de malte. 4. Resíduo cervejeiro. I.
Brito, José Giovanni Leite, orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por toda força e motivação para percorrer a longa e trabalhosa jornada que tive no IFB.

Agradeço a minha família, meu pai Antônio, minha mãe Raimunda e minha irmã Larissa pela confiança, respeito por minhas decisões e muitas vezes pela minha ausência, pela credibilidade e pelo apoio ao sempre me incentivarem a percorrer o caminho da educação.

Ao meu companheiro, Gustavo Barbosa, que me aturou nos momentos mais difíceis e de extrema incapacidade psicológica de lidar com uma vida tão atarefada, por sempre me apoiar, por não me deixar desistir, e foram vários esses momentos, por cuidar de mim carinhosamente e por sempre me incentivar a ser uma pessoa melhor.

Aos muitos amigos que encontrei durante o curso, mas principalmente Jamilla Farrapo por ter me acompanhado desde o início e por sua presença encantadora em todos os momentos. A Benedita Cardoso, Camilla Farias, Grazielle Adrianna, Regina Sales e muitos outros que deixaram este caminho mais feliz com suas amizades, as conversas e com os desabafos sobre a vida e sobre o curso.

Aos meus companheiros de profissão, Diego Barroso e Yuri Falcão pela amizade e disposição em escutar meus diversos desabafos e por sempre tentarem me ajudar na medida do possível.

Aos professores, que seguirão comigo ao terem compartilhado comigo tamanho sabedoria, não citarei nomes por motivos da lista ser muito extensa. Meu sincero obrigada por toda paciência e companheirismo que não encontraria em nenhuma outra universidade. Um agradecimento especial ao professor Elvis Böes por ser um poço infinito de inteligência e por sempre conseguir nos transmitir conhecimento da forma mais simples possível.

Ao meu orientador José Giovanni que não me desamparou e me deu suporte durante toda essa loucura de final de curso e durante o curso também, ousou em dizer que me proporcionou as melhores aulas dentro de laboratório. Sou imensamente grata, pois sem sua ajuda nada seria possível.

À minha co-orientadora Sther Maria, que apesar do pouco tempo de contato, me ajudou e me beneficiou com seu conhecimento na área.

À professora Adriana Drummond por ter me auxiliado durante o projeto de pesquisa.

E a todos os servidores e terceirizados do IFB- *Campus Gama* que me acompanham desde os primórdios da minha chegada, cada sorriso, cada bom dia, cada conversa e cada elogio serão recordados enquanto houver vida, muito obrigada a todos pela participação.

LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÔNIMOS

B.U.	Base Úmida
B.S.	Base Seca
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
MAPA	Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
W	Watts (unidade de potência)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1- a) Quarteamento; b) Escolha da diagonal	14
GRÁFICO 1- Variação da umidade durante uma curva de secagem	7
GRÁFICO 2- Curva de secagem entre 50 °C e 120 °C no período de 210 minutos diagonal	23
GRÁFICO 3- Granulometria da farinha em diferentes tamis de peneiras	24
IMAGEM 1- Forno de secagem industrial a gás GLP	15
IMAGEM 2 Estufa FANEM, modelo Orion 515	16
IMAGEM 3- Conjunto de peneiras granulométricas	17
IMAGEM 4- pHmêtro da marca Cole Parmer, modelo 05669-20	20
IMAGEM 5- a) Particulado grosso retido. b) Particulado médio retido	25
IMAGEM 6- Amostras de acidez álcool-solúvel em repouso por 24 horas	26
IMAGEM 7- Resíduo de cinzas insolúveis em água	27
ORGANOGRAMA 1- Etapas da produção de cerveja	4

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- Fator de conversão de nitrogênio total em proteínas	10
TABELA 2- Umidade em base úmida entre as temperaturas 50 °C e 120 °C	22
TABELA 3- Porcentagem de farinha retido nas peneiras granulométricas	24
TABELA 4- Comparação de cinzas totais entre a mesma farinha e outras	27
TABELA 5- Quantidade de fibra em duas farinhas de resíduo de malte e no bagaço de malte	28
TABELA 6- Quantidade de lipídios da farinha no laboratório de pesquisa e no laboratório A	29
TABELA 7- Composição de lipídios em diferentes farinhas	29
TABELA 8- Umidade de farinha de malte em diferentes referências	31
TABELA 9- Carboidratos de farinha de malte em diferentes referências	31
TABELA 10- Valores das análises físico-químicas obtidas a partir da farinha de resíduo cervejeiro	32
TABELA 11- Comparação dos parâmetros da farinha de malte com outras farinhas	33

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	I
LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÔNIMOS	III
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	IV
LISTA DE TABELAS	V
RESUMO	IX
ABSTRACT	X
SUMÁRIO	VI
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Cerveja	1
1.1.1 Produção de cerveja no Brasil	1
1.1.2 Etapas do processo de fabricação de cervejas	2
1.2 Malte	4
1.2.1 Bagaço de malte	5
1.2.2 Uso do bagaço para alimentação animal e humana	5
1.2.3 Patentes referentes ao uso de bagaço de malte	6
2 REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1 Amostragem	6
2.2 Curva de secagem	6
2.3 Secagem direta a 105 °C por 24 horas	7
2.4 Moagem	8
2.5 Acidez álcool-solúvel	8
2.6 Carboidratos	8
2.7 Cinzas totais	9
2.8 Fibras	9
2.9 Lipídios	9

2.10 pH	10
2.11 Proteínas	10
2.12 Umidade da farinha	11
3 OBJETIVOS	13
3.1 Objetivos Gerais.....	13
3.2 Objetivos Específicos	13
4 MATERIAIS E MÉTODOS	14
4.1 Amostragem.....	14
4.2 Curva de secagem	14
4.3 Secagem direta a 105 °C por 24 horas	15
4.4 Moagem.....	16
4.5 Granulometria.....	16
4.6 Acidez álcool-solúvel.....	17
4.7 Carboidratos.....	18
4. Cinzas totais.....	18
4.8.1 Cinzas insolúveis	18
4.8.2 Cinzas solúveis.....	19
4.9 Fibras	19
4.10 Lipídios.....	19
4.11 pH	20
4.12 Proteínas	20
4.13 Umidade da farinha	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
5.1 Curva de secagem	22
5.2 Secagem direta a 105 °C por 24 horas	23
5.3 Granulometria.....	24
5.4 Acidez álcool-solúvel.....	25

5.5 Cinzas totais	26
5.5.1 Cinzas insolúveis	27
5.5.2 Cinzas solúveis	28
5.6 Fibras	28
5.7 Lipídios	29
5.8 pH	30
5.9 Proteínas	30
5.10 Umidade da farinha	30
5.11 Carboidratos	31
5.12 Produtos	33
5.13 Propostas para o ensino de química	34
6 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS	35
6.1 Conclusões	35
6.2 Perspectivas	36
7 REFERÊNCIAS	37
8 ANEXO	42
8.1 Resultado das análises realizadas em laboratório particular	42
8.2 Gráficos das curvas de secagem nas temperaturas de 50 °C a 120 °C	43

RESUMO

Atualmente, há uma expansão exponencial na produção de cervejas e o Brasil vem ganhando destaque no setor. Apesar desse crescimento proporcionar um aumento econômico para o nosso país, gera-se também uma enorme quantidade de resíduos durante o processo de fabricação da bebida, principalmente durante a etapa de mosturação. O bagaço de malte vem se tornando alvo de pesquisas sobre suas capacidades e é atualmente utilizado para a alimentação de animais. Diante disso, e considerando a potencial redução de impacto ambiental do material, este trabalho teve como objetivo desenvolver uma farinha nutritiva para alimentação humana à base de bagaço de malte. Para isso, fez-se a caracterização do material através da determinação de parâmetros nutricionais e físico-químicos, e comparou-se os dados obtidos com dados da literatura para o bagaço de malte e outros tipos de farinha. A farinha obtida a partir de resíduo de malte cervejeiro apresentou teor de acidez dentro dos limites da legislação brasileira. Para cinzas, obteve-se um valor aproximado aos teores para a farinha de soja, indicando que o resíduo avaliado está dentro da faixa para cereais. Para fibras, a farinha de malte possui o maior teor em relação às outras farinhas onde foi realizada comparação. O resíduo do bagaço de malte possui valores próximos de lipídios em relação a farinha de amaranto, e valores sete vezes maiores maior que o teor para farinha de trigo. A farinha de malte obtida a partir do resíduo cervejeiro possui parâmetros bem próximos ao da farinha de trigo, com exceção de fibras e lipídios que são maiores que essas farinhas. Um menor valor de carboidratos e maior teor de fibras indicam que a maior parte de carboidratos foram usados para a produção da cerveja e dessa forma resta-se um maior conteúdo de fibras, que é encontrado em maior quantidade como a casca do grão. Além disso, a baixa umidade da farinha de malte pode resultar em um maior tempo de prateleira. Tendo em vista essas comparações, pode-se usar a farinha de trigo enriquecida com fibras e lipídios e com menores teores de carboidratos.

Palavras-chave: Cerveja. Farinha de malte. Bagaço de malte. Resíduo cervejeiro.

ABSTRACT

Currently, there is a remarkable expansion in worldwide beer production, and Brazil has been gaining market in the sector. Despite this allows economic growth to our country, a large amount of waste is produced during beer production, mainly during the moisturizing stage. Malt waste is becoming increasingly a target in research with regards to its capabilities, and it is currently used as livestock feed. In face of these features, and by recognizing the potential reduction in environmental impact with this material, this work aimed at the development of a nutritive malt waste-based flour to human consumption. To achieve that, the characterization of the material was made through the determination of physicochemical and nutritional parameters, and by comparison with others materials previously reported in the literature. The flour obtained from malt waste presented an acid content within the limits of the Brazilian legal system. For the ashes content, a near-soybean flour value was found. For fiber, malt waste showed the highest amounts when compared to other flours. Malt waste has high levels of lipids, when compared to amaranth flour, and it is seven-times higher than that of wheat flour. The malt flour developed from malt waste has comparable parameters to that of wheat flour, with exception of fiber and lipids, which are higher than these flours. Low carbohydrate levels and high fiber levels indicate that most of the carbohydrate had been consumed during beer production and, thus a greater amount of fiber remains, which is found in great amounts in the grain's shell. Also, the malt waste low moisture levels may result in longer shelf times. Considering these findings, one may use malt flour as a wheat flour enriched with fiber and lipids and with low levels of carbohydrate.

Keywords: Beer. Malt flour. Malt waste. Beer waste.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Cerveja

O Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), adotando as normas do MERCOSUL, considera a cerveja como uma bebida proveniente da fermentação de mosto ou extrato de malte contendo levedura e a possível adição de lúpulo. Atualmente existem mais de 20 mil tipos de cerveja no mundo, podendo variar sua coloração, sabor e aroma a partir dos ingredientes adicionados além da formulação básica de água, malte, levedura e lúpulo, e condições de preparo da cerveja ^[1,24].

Dentre os vários tipos de cervejas, temos ainda várias formulações com diferentes cereais, podendo ser: centeio, cevada, milho, trigo e sorgos integrais além de misturas e proporções diferentes entre cereais. Além disso, a cevada é mais utilizada para cervejas devido a grande quantidade de amido e proteínas presente nos grãos, e por sua casca ser insolúvel, permitindo que se forme uma camada de filtração para separação do mosto cervejeiro, diminuindo custos do processo ^[1].

1.1.1 Produção de cerveja no Brasil

O consumo de cerveja está presente na alimentação humana há séculos, mas somente nos últimos 150 anos que seu consumo e sua produção realmente se expandiram na sociedade atual moderna, sendo o Brasil um grande produtor e exportador. O setor cervejeiro recebeu em torno de R\$ 20 bilhões de investimentos entre 2011 e 2014 e produz cerca de 14 bilhões de litros por ano. O possível aumento do consumo de cerveja no Brasil nos últimos 50 anos, pode ter referência, principalmente, a um maior poder aquisitivo populacional e a diversidade de cervejas produzidas atualmente no mercado ^[1,2].

O ano de 2017 foi fechado com o total de 679 fábricas legalmente instaladas no Brasil com um total de 8903 produtos e o mercado cervejeiro vem crescendo exponencialmente desde de 2010, tendo sua maior distribuição nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. O Distrito Federal (DF), em 2018, constou um total de 30 cervejarias registradas, sendo efetivamente apenas 5 fábricas e as outras 25 cervejarias são conhecidas como cervejarias ciganas, que usam as fábricas regulamentadas para a produção de suas cervejas ^[15,16].

1.1.2 Etapas do processo de fabricação de cervejas

A cerveja é produzida basicamente em cinco etapas: a obtenção do malte, preparo do mosto, fermentação, processamento da cerveja e o envase ^[3].

Na primeira etapa temos a produção de malte que é representada pelo processo germinativo dos grãos do cereal escolhido para a produção, onde envolve a hidratação do cereal para que as sementes possam germinar. Durante a germinação são produzidas várias enzimas que são características ao malte, chamado malte verde. O processo é resumido em uma secagem de 70 °C a 95 °C no intuito de parar a germinação do malte, com seu posterior arrefecimento, visando diminuir a taxa de umidade para 4 a 5 %, para que se possa fazer a estocagem durante alguns meses. O malte é separado, por painéis vibratórios, em malte (sementes amareladas) e radículas (formadas durante a germinação). As radículas são usadas na preparação de alimentos de animais, tais como gado, pois são ricas em proteínas. Já o malte finalizado é finalmente transportado para as indústrias cervejeiras para sua utilização ^[3,14].

Após o recebimento nas cervejarias, o malte é armazenado em silos durante 15 a 30 dias, período chamado de *pousio*. Após este período o malte é moído com a finalidade de se romper a casca dos grãos para a exposição do seu conteúdo, no caso, o amido. Como nem todo o conteúdo após a moagem é solúvel em água aqui ocorre o processo de maceração e os grãos moídos são misturados em água aquecida em torno de 65 °C para que ocorra a ativação das enzimas presentes. Estas enzimas promovem a quebra de substâncias complexas e insolúveis na água, em outras menores ^[4,14].

Após todo o processo, temos a formação de aminoácidos e o amido é quebrado em moléculas de glicose, maltose e dextrinas, que poderão ser fermentadas pelas leveduras em uma próxima etapa. Em casos de adição de adjunto, como por exemplo: antioxidantes, estabilizantes, acidulantes e antiespumantes, estes serão acrescentados em água a uma temperatura de 120 °C nas caldeiras. Após aproximadamente uma hora o adjunto é adicionado à caldeira de mostura, formando o que chamamos de mosto ^[4,14].

A fervura do mosto consiste em sua ebulição entre 60 e 90 minutos até que ocorra a sua estabilização. Nesta etapa podem ser adicionados aditivos que podem fornecer as características organolépticas da cerveja. Terminados esses procedimentos, o mosto é clarificado e resfriado, caracterizando a segunda etapa do processo de cerveja ^[4,14].

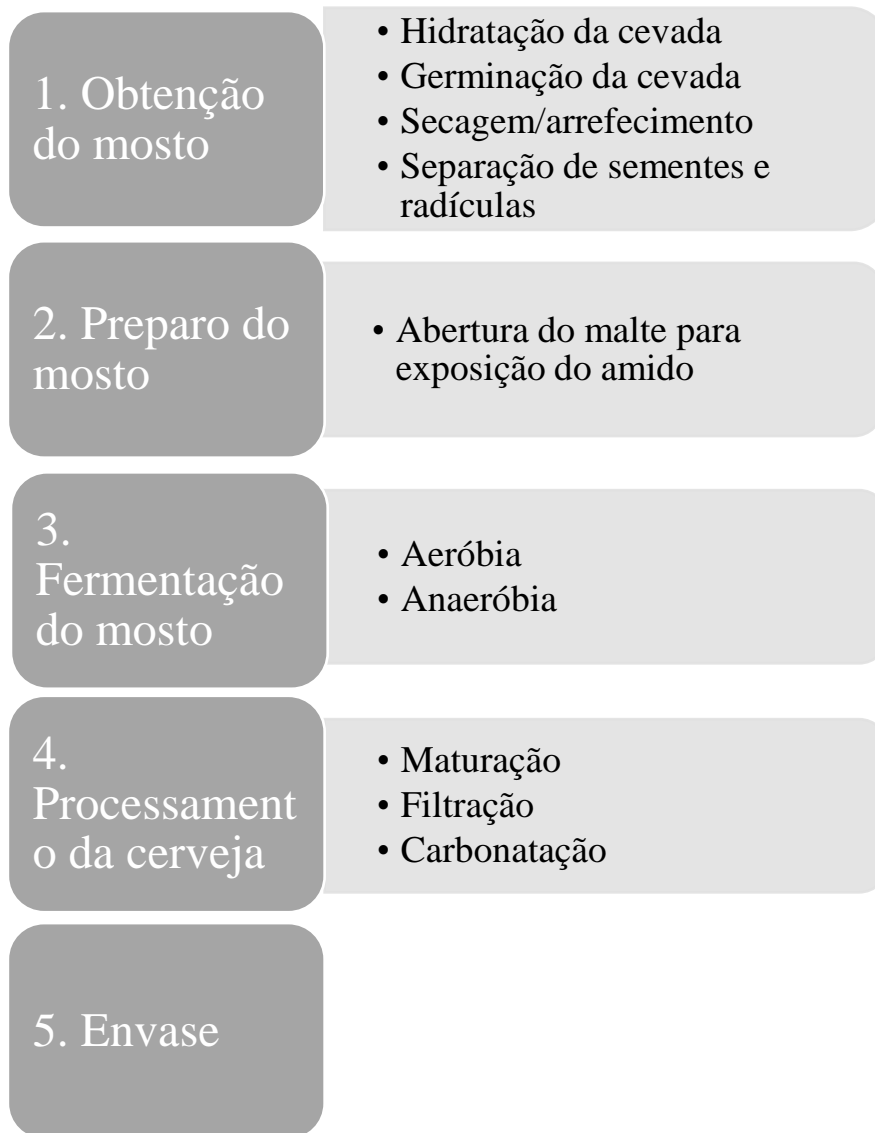
A terceira etapa se resume na adição de leveduras ao mosto e entre a mais utilizada está a *Saccharomyces cerevisiae* que são usadas na produção de cervejas, e também em vinhos, destilarias e na panificação. Leveduras são microrganismos usados para fermentar o mosto produzindo principalmente CO₂ e álcool, e são organismos facultativos produzindo energia através de processos anaeróbios e aeróbios. Na etapa aeróbia, as leveduras se reproduzem entre duas e seis vezes sua quantidade inicial e na etapa anaeróbia, as leveduras realizam a fermentação, onde os açúcares presentes serão convertidos em gás carbônico e álcool. Este processo dura entre 6 a 9 dias, sendo importante manter-se constante a temperatura [4,14,18].

A quarta etapa consiste na maturação, filtração e carbonatação. Na maturação, após o processo de fermentação a cerveja é deixada em descanso em baixas temperaturas para que se ocorra a separação dos levedos da cerveja e a estabilização das reações químicas. Posteriormente, faz-se a filtração, que tem como objetivo remover as impurezas que não decantaram durante a maturação para que ocorra a formação de um produto totalmente límpido. Por fim, ocorre a formação de mais CO₂ para a formação de espuma, esta etapa garante a quantidade de gás carbônico presente na cerveja auxiliando na estabilização, formação de espuma e conservação da mesma [4,14].

Na última etapa, temos o envase, que consiste na conclusão da produção da cerveja. Essa parte é a mais cautelosa pois necessita de um maior cuidado para que não haja contaminação da cerveja e nem perda de gás carbônico. Inicia-se pela lavagem das garrafas com uma solução alcalina e detergente, sendo enxaguadas com água quente para que seja feita a desinfecção. Após a limpeza das garrafas, ocorre a etapa de envasamento, que em grandes indústrias são feitas por máquinas. Posteriormente, as cervejas são pasteurizadas, finalizando o processo. Nesta etapa pode-se fazer a diferenciação entre cerveja e chopp, sendo a cerveja pasteurizada e o chopp não [14,15]. [7,27]

No organograma 1, pode-se observar resumidamente os processos que são relevantes para a fabricação de cervejas.

Organograma 1: Etapas da produção de cervejas.



Fonte: Do autor.

1.2 Malte

O malte possui enzimas, amido e proteínas. O amido será transformado em açúcares simples pelas enzimas, que serão usados pelas leveduras durante o processo de produção de cerveja, formando principalmente álcool e gás carbônico. No que diz respeito às proteínas, parte delas serão quebradas pelas enzimas para auxiliar o crescimento de leveduras e o restante permanece na cerveja, auxiliando na sua aparência ^[3].

O malte é produzido a partir do processo de maltagem, onde ocorre a germinação de determinado cereal sendo o mesmo secado e o processo interrompido no momento

ideal onde há maior ativação enzimática. Os grãos podem ser armazenados por longos períodos, e a secagem dos grãos depende exclusivamente do tipo de produto que será produzido. Desta forma, pode-se obter o malte claro, escuro ou caramelado ^[7,20].

1.2.1 Bagaço de malte

Durante a produção de cerveja são consumidos cerca de 17 kg de malte para cada hectolitro de cerveja produzida. Um dos resíduos dessa produção é o bagaço de malte, que possui um alto teor nutritivo. Entretanto, a maioria das empresas acabam repassando o bagaço para outros setores, principalmente para a alimentação de animais. Usando-se desses dados, podemos concluir que anualmente são gerados cerca de 1 bilhão e 470 milhões de quilos de bagaço de malte ^[4,17].

A farinha obtida a partir do bagaço do malte é composta, principalmente, por carboidratos (72,79%), proteínas (10,49%) e lipídios (3,08%) e apresenta, dessa forma, uma composição comparável a outros alimentos sendo até superior em alguns aspectos. Usando-se da farinha de trigo como parâmetro por exemplo, temos aproximadamente: 68% de carboidratos, 14,6% de proteínas e 1,25% de lipídios e a farinha de soja: 3,3% de carboidratos, 54,7% de proteínas e 23% de lipídios ^[5,6].

1.2.2 Uso do bagaço para alimentação animal e humana

Apesar de seu alto teor nutricional, o bagaço de malte é usado quase que em sua totalidade para a produção de rações para animais e, ainda assim, a sua utilização é limitada caso o bagaço de malte apresente alto teor de umidade. Dessa forma indica-se a sua secagem ^[7].

A farinha pode ser consumida normalmente por humanos, tendo-se em mente que o seu valor nutritivo aumenta à medida que sua umidade diminui, é indicada para a panificação em virtude de seu alto teor de fibras, proteínas e açúcares, proporcionando ao consumidor um alto valor nutricional, segundo Dobrzanski *et al* (2008, apud CORDEIRO, 2011, p.81) ^[7].

A farinha apresenta propriedades tecnológicas para ser utilizada em sistemas alimentares tais como, produtos cárneos e panificação, sendo uma alternativa viável e de baixo custo. Portanto, o aproveitamento do resíduo da indústria cervejeira como farinha é uma alternativa para evitar desperdício, diminuir impactos ambientais e possibilitar o desenvolvimento de novos produtos (MELO *et al*, p.94, 2016).

1.2.3 Patentes referentes ao uso de bagaço de malte

Há algumas patentes referentes à utilização do bagaço de malte em processos alimentícios. Encontra-se no banco de dados de patentes Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), umas delas PI 0104799-0, que se resume no alto valor dietético da utilização do bagaço de malte seco para produtos alimentícios, como produtos de panificação, pastifícios, produtos cárneos, embutidos (salsicha) e bebidas nutricionais [8].

Outra proposta, PI 0000814-1, objetiva a secagem do bagaço do malte até se obter uma umidade de 9 a 11% e tendo um teor de proteínas até 80%, possibilitando o uso para nutrição animal e suplementação humana [9].

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Amostragem

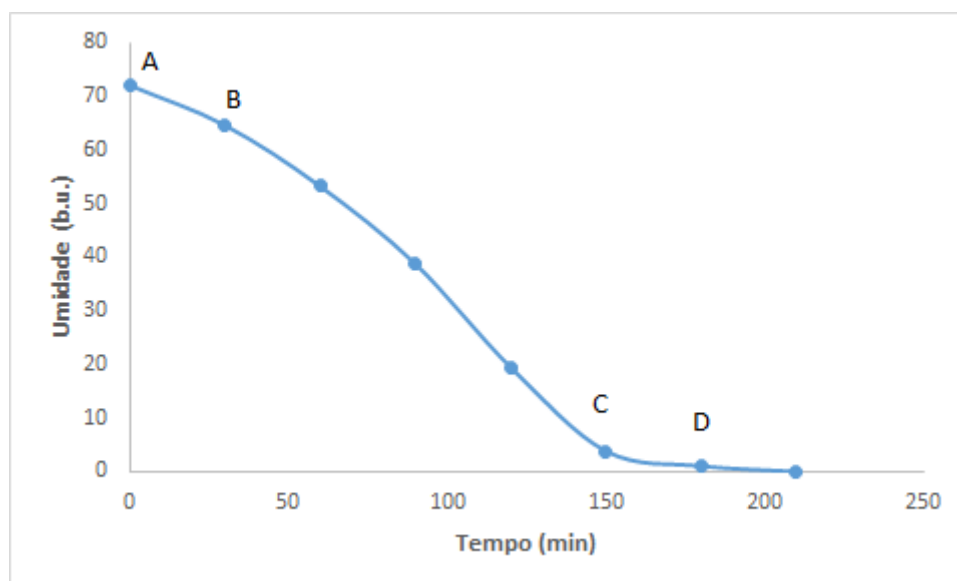
A amostra a ser tratada pode ser demasiadamente grande, não no sentido de suas partículas mas em seu escopo geral, dessa forma faz se necessário a redução para uma amostra menor a ser analisada. A amostragem pode ser feita manualmente através de um quarteamento de tal forma que cada amostra tenha o conteúdo amostral igual aos demais [10].

2.2 Curva de secagem

O processo de secagem tem como objetivo remover água ou outros líquidos de um material sendo caracterizada como a velocidade com que o alimento perde umidade em variadas temperaturas. A secagem de determinados alimentos visa, principalmente, uma maior durabilidade do produto, concentração de alguns nutrientes apesar da possibilidade também da perda de outros, redução do volume do produto facilitando o transporte e economia do processo [14].

O gráfico durante uma secagem de alimento pode ser melhor entendido durante os segmentos mostrados no gráfico 1.

Gráfico 1: Variação da umidade durante uma curva de secagem.



Fonte: Do autor.

Na primeira etapa a queda do segmento durante uma curva de secagem corresponde a adaptação do alimento as condições de secagem. evaporação de água livre presente no alimento. O segmento de b a c representa a superfície do alimento quando a mesma se encontra saturada, ou seja, não se tem resistência para a saída da água pois se trata da água superficial no alimento. é representada por uma etapa mais longa pois a água superficial ainda existente está no fim e começa o processo para a evaporação de água no interior do alimento.

No ponto c temos a umidade crítica, que é o aumento de resistência interna onde o movimento de líquido de dentro para fora do sólido é insuficiente para compensar a evaporação da água e a partir deste ponto a curva decresce novamente representado o segmento c e d, onde a maior parte de água que estava no interior do alimento já se encontra na superfície e começa a evaporação novamente. No ponto d a umidade decai até que se chegue no ponto de equilíbrio ou na estabilização de massa do alimento.

2.3 Secagem direta à 105 °C

A água presente em alimentos podem ser provenientes da superfície do mesmo ou do seu interior. A secagem permite a volatilização da água, bem como outras substâncias voláteis no alimento. O resíduo colocado em estufa por 24h à 105 °C pode ser chamado de resíduo seco e serve para observar se o alimento se decompõe ou volatiliza substâncias

da sua composição nessas temperaturas, quando se gera um erro no peso final da amostra deve-se analisar outras metodologias para a realização de secagem direta ^[12].

2.4 Moagem

A moagem tem como objetivo diminuir o tamanho das partículas com o intuito de melhorar sua superfície de contato, uniformidade das partículas e até mesmo disponibilidade de nutrientes, podendo ser feita por meio de equipamentos ou manualmente ^[10,19].

Existem diversos equipamentos para a moagem, dentre eles os mais utilizados em indústrias estão os moinhos que podem ser: moinho de discos, de rolos, de facas e martelos, de bolas e trituradores de mandíbulas. Todos se baseiam em forças de abrasão, compressão e impacto ^[20,21].

2.5 Acidez álcool-solúvel

A acidez de alimentos tem grande importância quando se refere a sua conservação, influenciando no sabor, odor, coloração e estabilidade sendo possível analisar até mesmo o nível de deterioração por bactérias. Produtos com maior acidez são mais estáveis em relação a sua deterioração e a acidez pode ser advinda naturalmente dos alimentos, formado durante algum processo de fermentação, por adição durante um processo ou como produto de deterioração de alimentos. Podemos encontrar ácidos provenientes de alimentos na forma de ácido cítrico, tartárico, oxálico, málico, entre outros ^[10,12].

2.6 Carboidratos

Carboidratos podem ser apresentados na forma de monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos, sendo esse último o mais encontrado na produção de cervejas na forma de amidos. Em tabelas nutricionais temos a quantificação de carboidratos totais como resultado da subtração entre porcentagem de água, proteínas, gorduras e cinzas de um total de 100, sua quantificação é importante nutricionalmente e em outros aspectos alimentícios tais como matéria-prima para produtos fermentados, que é o caso da produção de cervejas, como adoçante natural, coloração, entre outros ^[12].

2.7 Cinzas totais

A cinzas são resíduos inorgânicos que são encontrados após a queima do material orgânico, sendo transformada em CO₂, H₂O e NO₂, dependendo das condições de incineração da amostra pode-se encontrar minerais na formas de cloretos, fosfatos, óxidos, silicatos e sulfatos, e com possível perda de outros por volatilização. A quantificação de cinzas totais é usada como índice de refração para farinhas e açúcares, sendo que em grandes quantidades em farinha se torna um fator prejudicial na extração de outros compostos, além de seu alto teor indicar a presença de areia no alimento ^[10].

2.8 Fibras

As fibras representam o material orgânico que não são digeríveis pelo processo biológico animal e humano sendo definidas como polissacarídeos, com exceção do amido, lignina e pentosanas. A determinação de fibras tem sua importância principal quanto a avaliação nutritiva de rações, eficiência de moagem e refinação de farinhas, maturação de frutas e vegetais e adulterações em alimentos como cascas, sementes e serragens ^[10].

Podem ser classificadas quanto a sua solubilidade, sendo as fibras insolúveis ou brutas as que permanecem um curto período no sistema digestivo, auxiliando nos movimentos peristálticos, peso das fezes, lentidão da absorção da glicose pelo corpo e demora na digestão de amido. Já as fibras solúveis retardam o processo de evacuação pois aumentam a viscosidade do alimento presente no sistema gastrointestinal ^[10,12].

2.9 Lipídios

Lipídios são reconhecidos como gorduras ou compostos orgânicos com alta capacidade energética e funcionam como transportadores de vitaminas no organismo. Os lipídios são insolúveis em água e solúveis em compostos orgânicos e podem ser classificados como lipídios simples e lipídeos derivados. O primeiro é formado essencialmente óleos e gorduras e o segundo em ácidos graxos, esteróis, etc ^[10,12].

As análises para lipídeos são realizadas com o auxílio de solventes em um processo de extração. O método não fornece unicamente lipídios como resíduo mas

também ácidos graxos livre, ésteres de ácidos graxos, ceras, carotenóides, clorofila e outros compostos, porém por serem ínfimos na totalidade do resíduo considera-se apenas a presença dos lipídios. A amostra deve ser conhecida em quantidades de açúcares, proteínas e umidade pois elevados teores dos mesmos podem influir no resultado final para lipídios e para se ter melhor resultado nesse caso, deve-se fazer uma extração completa visando a retirada desses compostos ^[12].

2.10 pH

O pH é denominado como sendo inversamente proporcional a atividade dos íons hidrogênio, e em alimentos onde a sua concentração são baixas, considera-se a atividade de H⁻ dissociados igual a concentração de H⁺. O pH dos alimentos pode determinar atividades enzimáticas e a deterioração do alimento com crescimento de microrganismos. Para analisar o pH deve-se pesar uma amostra de 10g e diluir em 100 mL de água. Medir o pH com um aparelho previamente calibrado ^[10,12,34].

2.11 Proteínas

As proteínas presentes nos alimentos são representadas principalmente organolépticamente e texturalmente, podendo estar acompanhadas com carboidratos e lipídios. A análise de proteínas em alimentos é baseada no conteúdo de nitrogênio presente na amostra, passando por um processo de digestão, destilação e titulação. A digestão degrada a matéria orgânica presente no alimento e o nitrogênio é convertido em amônia no processo de destilação com hidróxido, posteriormente ocorre a titulação do excesso de ácido da etapa anterior e assim quantifica-se o nitrogênio presente. Para se quantificar proteínas é necessário utilizar o fator de correção de nitrogênio total para cada tipo de alimento que será apresentado na tabela 1, no caso da farinha estudada neste trabalho utiliza-se o fator para cevada com o valor de 5,83 ^[10,12].

Tabela 1: Fator de conversão de nitrogênio total em proteínas.

Alimento	Fator
Amendoim	5,46
Amêndoas	5,18

Alimento	Fator
Arroz	5,95
Aveia	5,83
Avelã	5,30
Castanha do Pará	5,46
Cevada	5,83
Coco	5,30
Farinha de centeio	5,83
Farinha de trigo	5,83
Gelatina	5,55
Coco	5,30
Leite e derivados	6,38
Macarrão	5,70
Margarina	6,38
Outros alimentos	6,25
Outras nozes	5,30
Soja	6,25

Fonte: INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2018.

2.12 Umidade da farinha

A umidade de farinhas é resultado do percentual de água livre no material, podendo ser realizada por diferentes métodos para sua quantificação. Para farinhas de trigo a legislação permite um máximo de 15% de umidade, pois acima desse valor a

utilização da farinha para produção de alimentos produz grumos, impossibilitando uma uniformidade do produto ^[35].

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivos Gerais

Desenvolver uma farinha nutritiva a partir do bagaço do malte da indústria cervejeira visando a alimentação humana com possíveis aplicações para o ensino.

3.2 Objetivos Específicos

- Secar e moer o bagaço de malte obtido em cervejaria da região centro-oeste;
- Realizar curva de secagem;
- Realizar análise granulométrica;
- Realizar análise de umidade;
- Realizar análise de carboidrato
- Realizar análise de cinzas;
- Realizar análise de fibras;
- Realizar análise de pH;
- Realizar análise de proteínas;
- Avaliar aplicações alimentares;
- Analisar os resultados físico-químicos e comparar com outras farinhas;
- Avaliar aplicações no ensino de química.

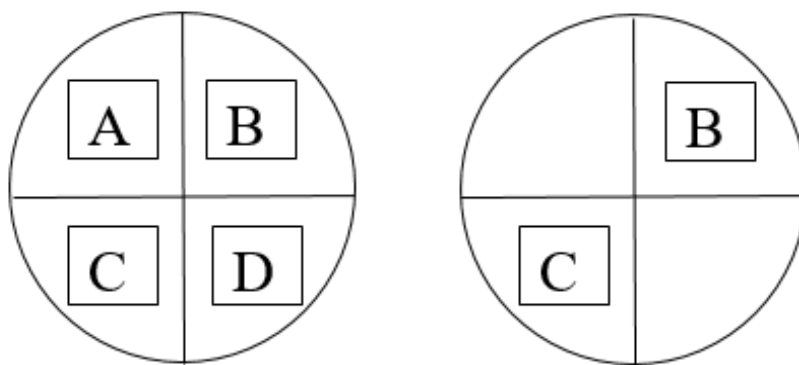
4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Amostragem

O resíduo da produção cervejeira foi cedido por uma microempresa da região do centro-oeste do Brasil. A amostra foi submetida ao quarteamento depois de seca e fez-se o quarteamento de acordo com a imagem, onde se homogeneizou-se a amostra e colocou-se uniformemente em um círculo. Iniciou-se o quarteamento dividindo-se em quatro lados iguais: A, B, C e D, logo após retirou-se uma diagonal, como por exemplo C e D, homogeneizou-se a diagonal dentro do círculo, dividiu-se novamente em quatro partes e retirou-se uma nova diagonal. Repetiu-se o processo de quarteamento até se chegar na massa necessária para a realização das análises.

Pode-se observar resumidamente o processo através das figuras 1, onde temos primeiramente o quarteamento inicial e posteriormente a escolha da diagonal para novo quarteamento.

Figura 1: a) Quarteamento; b) Escolha da diagonal



Fonte: Do autor.

4.2 Curva de secagem

A curva de secagem foi feita com amostras em triplicatas de peso médio de 10 gramas pesadas em placas de Petri nas seguintes temperaturas: 50 °C, 60 °C, 70 °C, 80 °C, 90 °C, 100 °C, 105 °C, 110 °C e 120 °C, resfriando-as e pesando-as no intervalo de 30 minutos até o tempo de 210 minutos, em forno industrial como mostrado na imagem 1, da marca Polidryer com funcionamento a gás GLP.

Imagem 1: Forno de secagem industrial a gás GLP.



Fonte: Do autor.

4.3 Secagem direta à 105 °C

Pesou-se aproximadamente 10 gramas de amostra em uma cápsula de porcelana previamente seca e pesada, levou-se o conteúdo para estufa com temperatura de 105±3 °C e pesou-se o conteúdo a cada três horas, sendo o conteúdo resfriado em dessecador antes da pesagem, repetiu-se o processo de aquecimento, resfriamento e pesagem até peso constante. Usou-se a equação 1 para calcular a umidade em base seca a 105 °C [12].

$$\frac{N*100}{P} = \text{umidade a } 105 \text{ }^{\circ}\text{C \% (m/m)} \quad (1)$$

Onde:

N= n° de gramas de umidade (perda da massa em g)

P= n° de gramas da amostra

Fez-se a análise em triplicata e utilizou-se estufa da marca FANEM e modelo Orion 515, como indicado na imagem 2.

Imagem 2: Estufa FANEM, modelo Orion 515.



Fonte: Do autor.

4.4 Moagem

A moagem foi realizada em um processador de alimentos, da marca Philips modelo: RI7630/90 com 600W de potência com o acessório de lâminas pelo tempo de 10 minutos com massas de 300 gramas por vez.

4.5 Granulometria

Após a moagem, realizou-se novamente o quarteamento das amostras para se ter homogeneidade do particulado.

Utilizou-se cinco peneiras granulométricas, com abertura nas malhas de 0,025 mm, 0,25 mm, 1 mm, 2 mm e 4 mm com mesh de, respectivamente, 500 mesh, 60 mesh, 16 mesh, 9 mesh, 4 mesh. As peneiras são montadas conforme imagem 3, com a peneira de maior abertura, primeira peneira até a de menor abertura, última peneira.

Imagem 3: Conjunto de peneiras granulométricas.



Fonte: Do autor.

Pesou-se uma massa de 100 gramas da farinha e adicionou-se na primeira peneira, agitou-se o conjunto durante um minuto com movimentos sob a bancada, retirou-se o material retido em cada peneira e pesou-se [27].

4.6 Acidez álcool-solúvel

Pesou aproximadamente 2,50 gramas de farinha para cada uma das réplicas da triplicata, transferiu-se para um Erlenmeyer e com o auxílio de uma pipeta volumétrica adicionou-se 20 mL de etanol, homogeneizou-se, tampou-se com rolhas e permaneceu-se em repouso por 24 horas. Após o repouso retirou-se uma alíquota de 20 mL do sobrenadante e transferiu-se para um Erlenmeyer, adicionou-se duas gotas de fenolftaleína a 1% e titulou-se com uma solução de NaOH 0,1 mol·L⁻¹ previamente padronizada. Na equação (2) calcula-se a quantidade de acidez em mL de solução por cento, m/v [12].

$$\frac{(V-V')*f*100}{P*c} = \text{acidez em mL de solução N \% (v/m)} \quad (2)$$

Onde:

V = n° de mL da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação da amostra

V' = n° de mL da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação do branco

f = fator da solução de hidróxido de sódio 0,1M

P = no de g da amostra usada na titulação

c = fator de correção 10

4.7 Carboidratos

Calculou-se a quantidade de carboidratos a partir da diferença centesimal entre umidade, cinzas, fibras, lipídios e proteínas [12].

4.8 Cinzas totais

Pesou-se aproximadamente 5 gramas de farinha para cada réplica da triplicata em cadinho previamente tarado em mufla a 550°C e resfriado em dessecador. Carbonizou-se as amostras em bico de Bunsen até o cessamento de fumaça e colocou-se em mufla a 550 °C até o completo aparecimento de cinzas, onde a partir deste momento acompanhou-se a perda de massa até sua estabilização, esfriando-se em dessecador e pesando-se em balança analítica. Na equação (3) calcula-se a quantidade de cinzas, por cento em m/m [12].

$$\frac{N*100}{P} = \text{cinzas totais \% (m/m)} \quad (3)$$

Onde:

N= n° de g de cinzas

P= n° de g da amostra

4.8.1 Cinzas Insolúveis

Após a realização do procedimento para quantificação de cinzas totais adicionou-se 30 mL de água destilada em cada cadinho contendo as cinzas totais, homogeneizou-se com bastão de vidro e deixou-se em banho maria por 15 minutos. Após o aquecimento, filtrou-se com papel filtro de cinzas conhecidas, lavou-se o bastão de vidro, o cadinho e o papel de filtro com 100 mL de água fervida. Posterior a filtragem, realocou-se o papel de filtro juntamente com o resíduo de cinzas insolúveis no cadinho de origem, secou-se em estufa a 105°C, carbonizou-se em chapa elétrica e incinerou-se em mufla a 550 °C

retirando o material a cada 30 minutos, esfriando-o em dessecador por 1 hora e pesando-o. Repetiu-se o procedimento de incineração e secagem até peso constante das amostras. Na equação (4) calcula-se a quantidade de cinzas insolúveis em água, por cento em m/m [12].

$$\frac{N*100}{P} = \text{cinzas insolúveis em água \% (m/m)} \quad (4)$$

Onde:

N= n° de g de cinzas insolúveis em água

P= n° de g da amostra

4.8.2 Cinzas Solúveis

Para quantificar cinzas insolúveis em água subtraiu-se a massa de cinzas % obtida em cinzas totais e a massa de cinzas % obtida em cinzas insolúveis em água, a diferença resultou-se na quantidade de cinzas solúveis em água [12].

4.9 Fibra

Por falta de equipamentos e reagentes para o processo desta análise, a mesma foi realizada por uma empresa privada de análises da região, denominado neste trabalho como laboratório A.

4.10 Lipídios

Pesou-se aproximadamente 3 gramas da farinha para cada uma réplicas da triplicata em cartucho próprio para Soxhlet e colocou-se em refluxo usando-se 250 mL de éter etílico sob aquecimento durante 8 horas. Após o refluxo, destilou-se, aqueceu-se em estufa a 105 °C, resfriou-se e pesou-se, repetindo o processo até o tempo máximo de 2 horas de aquecimento em estufa. Na equação (6) calcula-se a quantidade lipídios ou extrato etéreo, por cento em m/m [12].

$$\frac{N*100}{P} = \text{lipídios ou extrato etéreo \% (m/m)} \quad (5)$$

Onde:

N= n° de gramas de lipídios

P= n° de gramas da amostra

4.11 pH

Pesou-se amostras de aproximadamente 10 gramas de farinha, adicionou-se 100 mL de água destilada, homogeneizou-se e mediu-se o pH de cada umas das réplicas da triplicata com o pHmêtro previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e pH 7,0. Na imagem 4 mostra-se o pHmêtro utilizado nas análises, da marca Cole Parmer, modelo 05669-20 ^[12].

Imagem 4: pHmêtro da marca Cole Parmer, modelo 05669-20.



Fonte: Do autor.

4.12 Proteínas

Por falta de equipamentos e reagentes para o processo desta análise, a mesma foi realizada por uma empresa privada de análises da região, denominado neste trabalho como laboratório A.

4.13 Umidade da farinha

Pesou-se três amostras de aproximadamente 3 gramas, levou-se para estufa a 105 ± 5 °C, retirou-se e secou-se até temperatura ambiente de três em três horas até se obter peso constante. Usa-se a equação 1 para calcular a umidade em base seca a 105 °C [12].

$$\frac{N*100}{P} = \text{umidade a } 105 \text{ }^{\circ}\text{C \% (m/m)} \quad (6)$$

Onde:

N= n° de gramas de umidade (perda da massa em g)

P= n° de gramas da amostra

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Curva de secagem

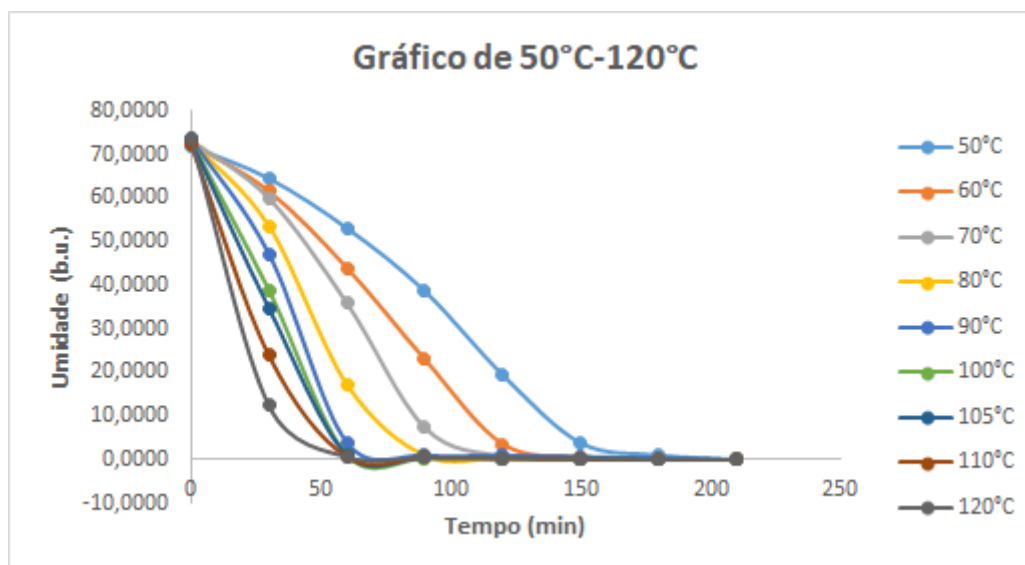
Os gráficos de no anexo 2 são os resultados obtidos durante a curva de secagem nas temperaturas de 50 °C a 120 °C no período de 210 minutos, o gráfico 2 representa a junção dos gráficos em todas as temperaturas realizadas e os dados brutos estão dispostos na tabela 2.

Tabela 2: Umidade em base úmida entre as temperaturas 50 °C e 120 °C.

Tempo	50°C	60°C	70°C	80°C	90°C	100°C	105°C	110°C	120°C
0	72,0191	72,6604	73,3513	73,1806	73,7729	73,2896	73,2614	72,4562	73,8163
30	64,5695	61,6446	60,0066	53,6258	47,2339	38,9125	34,7504	23,8840	12,3474
60	53,1757	44,0654	35,9663	17,2634	3,9433	1,0986	1,1601	0,6227	0,5975
90	38,6948	23,0304	7,3220	0,9440	1,0075	0,3222	0,5247	0,4243	0,4054
120	19,4284	3,5705	0,7761	0,3842	0,9964	0,3111	0,3774	0,2393	0,3223
150	3,8201	0,6926	0,0486	0,1259	0,6951	0,2187	0,3221	0,0501	0,1709
180	1,0313	0,0474	0,0112	0,0185	0,2679	0,0037	0,1632	0,0251	0,0038
210	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Fonte: Do autor

Gráfico 2: Curva de secagem entre 50° e 120°C no período de 210 minutos.



Fonte: Do autor.

Pode-se observar que há um pronunciamento maior no que se diz respeito aos segmentos b e c do gráfico, que se inicia na faixa de 30 minutos para temperaturas maiores como em 120 °C e vai até 70 minutos para temperaturas mais baixas como em 50 °C, que é característico de alimentos com altos níveis de umidade [21].

Percebe-se que com o aumento gradativo de temperatura já nos primeiros minutos de secagem, obtém-se uma perda de umidade significativa. Em temperaturas mais elevadas se obtém uma queda brusca nos primeiros minutos de secagem, mostrando a efetividade que a temperatura exerce sobre o material analisado.

5.2 Secagem direta a 105 °C por 24 horas

A partir da secagem realizada na temperatura de 105 ± 3 °C por 24 horas e utilizando-se equação 1, obteve-se como resultado $72 \pm 1\%$ por cento para umidade em base úmida realizada em triplicata. Obteve-se então $28 \pm 1\%$ de matéria seca do material. A umidade encontrada está bem próxima ao das referências onde se tem entre 76,8 a 78,9% de umidade, levando em consideração que a quantidade de umidade está diretamente relacionada com o tipo de processo pelo qual se obteve o resíduo de malte [28].

5.3 Granulometria

Obteve-se os seguintes dados para a análise granulometria da farinha, usando-se o processador de alimentos para diminuição das partículas.

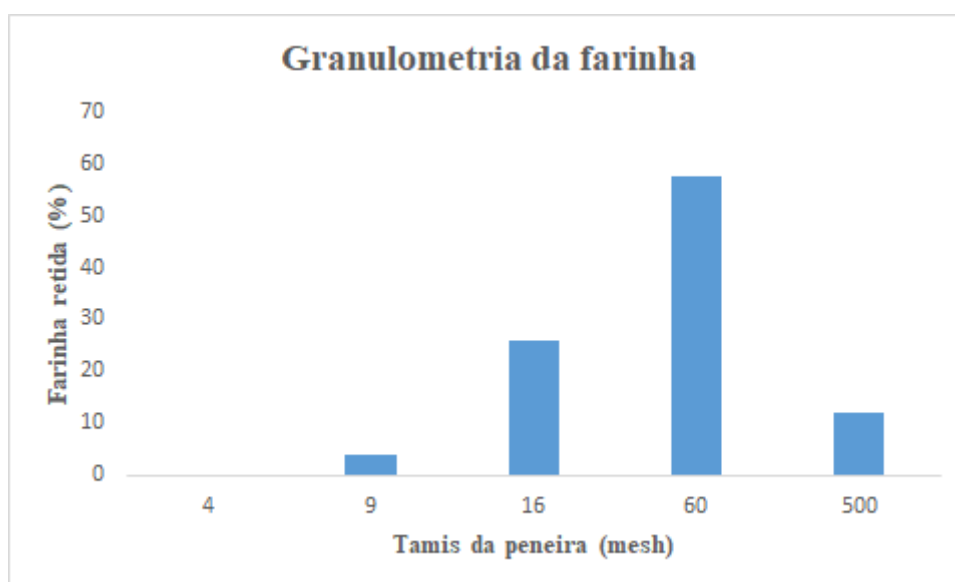
Tabela 3: Porcentagem de farinha retido nas peneiras granulométricas.

Tamis	4	9	16	60	500
Material retido (%)	0	4,1	26	57,6	12

Fonte: Do autor.

Os dados foram organizados no gráfico 3 para melhor observação, obtendo-se uma maior retenção na tamis de 60 mesh (0,25 mm), uma melhor granulometria pode ser obtida usando-se moinhos específicos para farinhas. Apesar do método, a retenção da farinha nessa faixa de abertura já foi encontrada em trabalhos anteriores ^[5,30].

Gráfico 3: Granulometria da farinha em diferentes Tamis de peneiras.



Fonte: Do autor.

Não foi encontrada legislação referente a granulometria da farinha de malte, mas sabe-se que a granulometria indicada, por exemplo, para a farinha de trigo pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é considerada pela passagem de 95% do produto por uma peneira de 60 mesh (250 μ m), todavia obteve-se dificuldade para se produzir uma granulometria parecida com a da farinha de trigo, primeiramente pelo resíduo de cascas provenientes do processo de malteação dos grãos e pela falta de um moinho específico para uma granulometria menor da farinha ^[11].

Na imagem 5 a temos um particulado de característica mais grosso e em menor quantidade indicando que o processo de trituração com processador de alimentos foi satisfatório para pequenas escalas. Na imagem b temos um particulado mediano que permaneceu retido na peneira de 60 mesh onde visualmente lembra-se de farinhas integrais já existentes.

Imagem 5: a) Particulado grosso retido. b) Particulado médio retido.



Fonte: Do autor.

5.4 Acidez álcool-solúvel

A acidez álcool-solúvel permitida para farinhas é de no máximo 0,5%, a partir das análises realizadas obteve-se a acidez no total de $0,40 \pm 0,01\%$ em relação às triplicatas. O laboratório A informou, pela mesma metodologia, um total de 8,97% de acidez alcoólica,

sendo o permitido para farinhas obtidas a partir de cereais como o centeio, que tem parentesco com a cevada e o trigo com o limite de apenas 0,5% [31].

Tendo em vista o valor discrepante entre as análises realizadas e as análises do laboratório A, sugere-se que o material deixado para análises pode ter sido exposto a grandes quantidades de umidade, possibilitando o desenvolvimento de microrganismos e assim aumentado o teor de acidez alcoólica da farinha. Na imagem 6 mostra-se as amostras em repouso antes da titulação.

Imagem 6: Amostras de acidez álcool-solúvel em repouso por 24 horas.



Fonte: Do autor.

5.5 Cinzas totais

Utilizando-se da metodologia descrita para cinzas totais, onde pesou-se uma massa de aproximadamente 5 gramas para cada réplica da triplicata, carbonizou-se em bico de Bunsen e incinerou-se em mufla na temperatura de 550 °C até a obtenção das cinzas. Como resultado obteve-se $3,04 \pm 0,04\%$ de cinzas totais que são referentes ao resíduo resultante após a queima do material orgânico das amostras. Na tabela 4 estão listados os resultados referente a análise de cinzas totais na farinha de malte, na farinha realizada pelo laboratório A, por Melo *et al* (2006) e o teor máximo para farinhas de trigo.

Tabela 4: Comparação de cinzas totais entre a mesma farinha e outras.

	Farinha de malte	Laboratório A	Melo <i>et al</i> ^[5]	Farinha de trigo (Tipo I) ^[33]
Cinzas totais (%)	3,04±0,04	3,44%	3,37±0,14	até 0,8%

Fonte: Do autor.

Cinzas totais para cereais variam na ordem de 0,3 a 3,3%, logo os resultados encontrados são satisfatórios e representam um conteúdo mineral dentro da faixa de aceitação, caso contrário influiria na extração de nutrientes da farinha ^[10].

5.5.1 Cinzas Insolúveis

Em cinzas insolúveis em água altos níveis de cinzas insolúveis são indicativo de presença de areias. Como os valores de análise deram em torno de 2,835±0,01 que são significativamente baixos, demonstra que a farinha de resíduo cervejeiro não tem grandes quantidades de areia em sua composição ^[10]. Na imagem 7 observa-se o resíduo obtido da análise.

Imagem 7: Resíduo de cinzas insolúveis em água.



Fonte: Do autor.

5.5.2 Cinzas Solúveis

Baixos valores para cinzas solúveis são indicativo de que o material analisado sofreu prévia extração, o que condiz com o processo de fabricação de cervejas durante a malteação e preparo do mosto, onde o grão é exposto ^[12].

A partir da subtração entre a quantidade de cinzas totais e cinzas insolúveis em água obteve-se $0,2019 \pm 0,04\%$ de cinzas solúveis em água, que representa uma quantidade muito pequena demonstrando que houve extração prévia. Essa extração deve ser advinda dos primeiros processos mecânicos utilizados no grão de cevada, como por exemplo o peneiramento de partículas e sedimentos ^[36].

5.6 Fibras

A quantificação de fibras na farinha foi realizada em duplicata. Por falta de materiais para a mesma, temos a apresentação somente dos resultados obtidos no laboratório A, no valor de 14,50%. A quantidade de fibra pode ser diferenciada dependendo da granulometria do material. Desta forma, pode-se ter teores de fibras elevados com uma granulometria menor ^[12]. Na tabela 5 está indicado valores de fibra em farinhas de resíduo de malte e no bagaço de malte ainda úmido.

Tabela 5: Quantidade de fibra em duas farinhas de resíduo de malte e no bagaço de malte.

Farinha de malte pelo laboratório A (%)	Bagaço de malte ^[7] (%)	Farinha de bagaço de malte ^[32](%)
14,50	3,98	27,6±2,5

Fonte: Do autor.

Observa-se que o bagaço de malte ainda úmido contém baixos valores de fibras, o que pode ser explicado pela falta de secagem e pela não moagem dos grãos permitindo a exposição das fibras ^[10]. A quantidade de fibras encontradas na farinha de resíduo de malte pelo laboratório A indica alto valor de fibras quando comparado a outros alimentos, mostrando-se um resultado positivo pois alimentos com altos teores de fibras auxiliam na digestão.

5.7 Lipídios

De acordo com as massas pesadas para a triplicata e realizando a metodologia descrita anteriormente, está disposto na tabela 6 a massa final de cada réplica. A terceira réplica não respondeu corretamente a metodologia por motivos desconhecidos e na última parte do procedimento, onde deve-se secar o éter restante em estufa a 105 °C, o mesmo não evaporou e permaneceu preso juntamente ao material em questão, dessa forma por meios estatísticos a terceira réplica não foi aceita. Encontrou-se $7,27\pm 0,15\%$ de lipídios. Na tabela 6 é mostrado o valor de lipídios na farinha e a análise feita no laboratório A.

Tabela 6: Quantidade de lipídios da farinha no laboratório de pesquisa e no laboratório A.

Laboratório	Pesquisa	A
(%)	$7,27\pm 0,15$	8,99

Fonte: Do autor.

Comparando-se a análise realizada e a análise feita pelo laboratório A pode-se perceber uma pequena diferença que pode ter sido causada pelo solvente ou tempo de refluxo utilizado no sistema, pois a metodologia utilizada permite o uso de éter de petróleo ou éter etílico como solvente e o tempo de refluxo de oito ou dezesseis horas dependendo da quantidade de gotas condensadas por segundo ^[12].

Comparando-se os valores encontrados juntamente com outros valores da bibliografia colocados na tabela 7, os valores analisados são próximas a referência de farinha de aveia integral, já a análise de laboratório A assemelha-se em quantidade ao floco de aveia.

Tabela 7: Composição de lipídios em diferentes farinhas.

Farinha de malte (%)	Farinha de malte pelo laboratório A (%)	Farinha de bagaço de malte ^[32] (%)	Farinha de bagaço de malte ^[5] (%)
$7,27\pm 0,15$	8,97	$5,9\pm 0,11$	3,08

Fonte: Do autor.

Como cereais em geral apresentam cerca de 3 a 5% de lipídios, a farinha obtida possui valores elevados ^[10].

5.8 pH

O pH da análise foi determinado de acordo com a metodologia anteriormente citada resultando em um valor $5,11 \pm 0,03$ que de acordo com a escala de pH é considerado ácido. O valor ficou próximo ao encontrado por Melo *et al* (2006) com o valor de $5,86 \pm 0,04$ para o mesmo tipo de farinha. Tal acidez é proveniente de resquícios da fermentação alcoólica durante a fabricação de cervejas ^[10,12].

5.9 Proteínas

A quantidade de proteínas encontrada foi obtida de acordo com a metodologia, pelo laboratório A, resultando em 11,77%, feita apenas em duplicata. Têm-se a regulamentação para a farinha de trigo de no mínimo 7,5% de proteínas na farinha tipo I e encontra-se para o mesmo tipo de farinha em outras referências valores entre 12,5 até 24,60% de proteínas ^[22,32,33].

5.10 Umidade

A análise para umidade em base seca (b.s.) da farinha foi realizada em triplicata em estufa a 105°C pelo período total de 12 horas com resfriamento e pesagem a cada três horas. Acima deste tempo a amostra começou a receber umidade apesar de ser resfriada em dessecador. Para umidade encontrou-se valores de $2 \pm 0,3\%$ e no laboratório A 4,08%. Por não haver legislação para a farinha de malte, e tendo-se como referencial a farinha de trigo (que pode ter no máximo 15% de umidade), têm-se que a farinha desenvolvida possui umidade significativamente baixa, permitindo uma maior duração do produto em relação a ataques microbiológicos que dependem da característica para seu desenvolvimento ^[33]. Na tabela 8 apresenta-se a umidade para a mesma composição de farinha comparada com análises de outros trabalhos.

Tabela 8: Umidade de farinha de malte em diferentes referências.

Farinha de malte (%)	Farinha de malte pelo laboratório A (%)	Farinha de bagaço de malte ^[32] (%)	Farinha de bagaço de malte ^[5] (%)
2± 0,3	4,08	5,2±0,23	10,27

Fonte: Do autor.

Exceto pela farinha que apresenta umidade de 10,27%, a farinha deste trabalho está bem próxima da umidade realizada pelo laboratório A e por Teixeira *et al* (2018).

5.11 Carboidratos

Os carboidratos foram calculados por diferença entre a quantidade de umidade, cinzas, lipídios, proteínas e fibras ^[10,12]. Na tabela 9 está descrita a quantidade de carboidratos encontradas de acordo com as análises feitas neste trabalho, as análises do laboratório A e em duas referências sobre a mesma farinha.

Tabela 9: Carboidratos de farinha de malte em diferentes referências.

Farinha de malte (%)	Farinha de malte pelo laboratório A (%)	Farinha de bagaço de malte ^[32] (%)	Farinha de bagaço de malte ^[5] (%)
61,42± 0,46*	57,22	73,0±6,7	72,79

Fonte: Do autor.

*Valor obtido a partir do referencial de fibras e proteínas do laboratório A.

Os valores diferentes entre as análises realizadas com a mesma farinha são resultados da subtração entre os outros parâmetros, que foram diferentes para algumas análises. Os valores de carboidratos quando comparado com outras farinhas de malte produzidas possui uma menor porcentagem de carboidratos, ou seja, uma menor quantidade de açúcares no produto.

Na tabela 10 foram compiladas todas as informações sobre as análises obtidas.

Tabela 10: Valores das análises físico-químicas obtidas a partir da farinha de resíduo cervejeiro.

Análise	Valor (%)	Valor laboratório A (%)
Acidez álcool-solúvel	0,40±0,01	8,97
Carboidratos	61,42± 0,46**	57,22
Cinzas totais	3,04±0,01	3,44
Cinzas insolúveis	2,835±0,01	*
Cinzas solúveis	0,2019±0,04	*
Fibras	*	14,50
Lipídios	7,27±0,15	8,99
pH	5,11±0,03	*
Proteínas	*	11,77

Análise	Valor (%)	Valor laboratório A (%)
Umidade (b.s.)	2±0,3	4,08

Fonte: Do autor.

*Análise não realizada.

**Valor obtido a partir do referencial de fibras e proteínas do laboratório A.

Para as análises físico-químicas realizadas por Viera, Freitas e Barbosa (2015), segue na tabela 11 os diversos parâmetros utilizados para as análises e seus resultados em farinhas de diferentes grãos juntamente com os resultados obtidos neste trabalho para a farinha de malte de resíduo cervejeiro.

Tabela 11: Comparação dos parâmetros da farinha de malte com outras farinhas.

Parâmetros	Amaranto	Fécula de mandioca	Malte	Quinoa	Soja	Trigo
Acidez	0,11±0,03	0,02±0,01	0,40±0,01	0,28±0,06	0,33±0,03	0,07±0,00
Cinzas	2,04±0,01	0,05±0,00	3,04±0,01	2,29±0,03	4,21±0,08	0,46±0,03
Carboidratos	53,68±0,27	85,52±1,02	61,42±0,46	62,26±1,21	3,28±1,29	67,57±0,24
Fibras	9,95±0,02	0,61±0,03	14,50	5,42±0,04	10,45±0,02	2,75±0,02
Lipídios	7,77±0,12	0,46±0,15	7,27±0,15	4,70±1,29	22,99±1,16	1,25±0,24
pH	5,88±0,07	5,56±0,50	5,11±0,03	4,96±0,12	6,37±0,09	5,28±0,08
Proteínas	16,23±0,24	1,51±0,36	11,77	13,31±0,60	54,56±1,04	14,58±0,01
Umidade	11,03±0,42	11,85±1,20	2±0,3	12,02±0,15	4,40±0,49	13,39±0,07

Fonte: VIERA, T.S.; FREITAS, F.V.; BARBOSA, W.M. Efeito da substituição da farinha de trigo no desenvolvimento de biscoitos sem glúten. Brazilian Journal of Food Technology, v. 18, n. 4, p. 285-292, 2015.

5.12 Produtos

Em diversos trabalhos podemos encontrar o uso da farinha de malte advinda da produção cervejeira e implementada em diversas áreas, como por exemplo em pães, onde adicionou-se a farinha de malte no total de 30% em relação a farinha de trigo em formulações de pães de forma, aplicando-se testes de aceitabilidade com a população. Obteve-se grande sucesso em relação a aroma, paladar, coloração e textura, indicando bom desempenho em relação do seu desenvolvimento ^[23].

No desenvolvimento de biscoitos a partir do bagaço úmido com diversas proporções de adição do mesmo juntamente com farinha de trigo integral, obteve-se boa aceitabilidade nas análises sensoriais. Uma informação relevante que a autora ressaltou

foi a necessidade de secagem e moagem do bagaço para utilização em alimentos e para a realização de análises físico-químicas do material, pois o mesmo se mostrou inconsistente na aplicação de análises do mesmo tipo, sugerindo-se que seja pelo excesso de umidade [24].

5.13 Propostas para o ensino de química

A partir do desenvolvimento deste trabalho, pode-se associar conteúdos e análises de disciplinas da química com o objetivo de incentivar o reaproveitamento e reuso do bagaço de resíduo cervejeiro como farinha nutritiva para alimentação humana, visando diminuir os impactos ambientais que seriam causados por tal material.

Pode-se relacionar com ciências biológicas: o funcionamento dos nutrientes analisados no corpo humano, em todas as áreas da química e na matemática.

O projeto pode servir de base para o desenvolvimento de outras pesquisas no ensino de química, como por exemplo a implementação de um projeto desenvolvido pelos alunos afim de reaproveitar subprodutos, seja em pequena ou grande escala, para a formação de novos produtos dentro da química verde ou áreas afim.

6 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

6.1 Conclusões

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que pode-se usar a farinha de malte obtida a partir de resíduo cervejeiro como uma farinha de trigo enriquecida com fibras e lipídios e com menores teores de carboidratos.

Comparando-se a farinha obtida a partir de resíduo de malte cervejeiro com outras farinhas de grãos diversos, pode-se observar que a acidez da farinha se encontra com valores mais altos, mas ainda assim dentro dos parâmetros cujo o limite é de 0,5%.

Para cinzas se obteve um valor aproximado a farinha de soja indicando resíduo de minerais na farinha mas está dentro da faixa para cereais que normalmente varia entre 0,3 e 3%.

Para carboidratos, após o valor para farinha de soja é um dos mais baixos da tabela e próximo da referência para farinha de trigo.

Para fibras a farinha de malte possui o maior teor em relação a farinha de amaranto, a fécula de mandioca, a farinha de quinoa, a farinha de soja e a farinha de trigo.

Possui valores próximos de lipídios em relação a farinha de amaranto e sete vezes maior que o teor para farinha de trigo.

O pH apesar de apresentar proximidade com todas as farinhas, se aproxima mais ao da farinha de trigo.

Após ao teor mais baixo de proteínas para a fécula de mandioca, encontra-se a farinha de malte. Apesar de ser uma dos mais baixos teores da tabela, se aproxima ao valor da farinha de trigo.

Possui o menor valor de umidade, onde o permitido visando a farinha de trigo é de 15%.

A farinha de malte obtida a partir do resíduo cervejeiro possui parâmetros bem próximos ao da farinha de trigo, com exceção de fibras e lipídios que são extremamente elevados quando comparados. Um menor valor de carboidratos e maior teor de fibras indicam que a maior parte de carboidratos foram usados para a produção da cerveja e dessa forma resta-se um maior conteúdo de fibras, que é encontrado em maior quantidade como a casca do grão. A baixa umidade da farinha de malte pode resultar em um maior

tempo de prateleira visto as outras farinhas, esse teste deveria ser realizado posteriormente para analisar a ação microbiológica na farinha de malte.

6.2 Perspectivas

O trabalho pode ser usado como exemplo para novos métodos dentro dos já analisados, como por exemplo: para a fabricação de produtos alimentícios, análises microbiológicas, quantificação de conteúdo proteico por infravermelho, secagem do bagaço de resíduo cervejeiro utilizando o forno de micro-ondas, adaptação com outras farinhas afim de se encontrar uma composição nutricional mais efetiva para o corpo humano, quantificação de glúten e amido da farinha obtida para indicação de possíveis alimentos que podem ser produzidos, tempo de degradação do produto, uso do material para outras tecnologias e para o desenvolvimento de novos projetos visando a reutilização de subprodutos para elaboração de novos e melhorados.

7 REFERÊNCIAS

- [1] FREITAS, A.G. **Relevância do mercado cervejeiro brasileiro: avaliação e perspectivas e a busca de uma Agenda de Regulação.** Revista Pensamento e Realidade, v. 30, n.2, p.22-33, 2015.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CERVEJA – CERVBRASIL. O setor. São Paulo, 2016. Disponível em: <www.cervbrasil.org.br/arquivos/anuario2016/161130_CervBrasilAnuario2016_WEB.pdf>. Acesso em: 17/06/2018.
- [3] MALTEUROP. **Do malte à cerveja.** França, 2008. Disponível em:<pt.malteurop.com/os-nossos-dominios/maltes/do-malte-a-cerveja>. Acesso em: 18/06/2018.
- [4] SANTOS, M.L.; RIBEIRO, F.M. Cervejas e refrigerantes. São Paulo: CETESB, 2005.
- [5] MELO, A.A.; MANFIO, M.; ROSA, C.S. **Composição e propriedades tecnológicas da farinha do resíduo da fermentação da cerveja.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v.18, n.1, p.91-95, 2016.
- [6] VIERA, T.S.; FREITAS, F.V.; BARBOSA, W.M. **Efeito da substituição da farinha de trigo no desenvolvimento de biscoitos sem glúten.** Brazilian Journal of Food Technology, v. 18,n. 4, p. 285-292, 2015.
- [7] CORDEIRO, L.G. **Caracterização e viabilidade econômica do bagaço de malte oriundo de cervejarias para fins energéticos.** PB- João Pessoa, 2011.
- [8] SPOTO, M.H.F; OLIVEIRA, A.R.; PAMPOLINI, J.B.; THAME, A.C.M. **Processamento dos resíduos extraídos da produção de cerveja para alimentação humana, produto resultante e aplicação industrial alimentícia.** BR. PI 0104799-0. 12 de agosto, 2003. Instituto Nacional de Propriedade Intelectual, n. da revista: 2476.

- [9] FILHO, T.S. **Processo aperfeiçoado de secagem de bagaço de malte, e bagaço de malte hidrolisado e peletizado assim obtido**. BR. PI 0000814-1. 24 de outubro, 2001. Instituto Nacional de Propriedade Intelectual, n. da revista: 2476.
- [10] CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2 ed. Campinas, SP: Editora Unicamp, 2003.
- [11] Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em:<sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAt oPortalMapa&chave=803790937>. Acesso em: 15/04/2019.
- [12] INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo- SP: Instituto Adolfo Lutz, 2018. Disponível em: <www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf> Acesso em: 04/07/2018.
- [13] Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento .Disponível em:<www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/instrucao-normativa-no-54-de-5-de-novembro-de2001.pdf/view>. Acesso em: 31/10/2019.
- [14] CARVALHO, L.G. **Dossiê Técnico: Produção de Cerveja**. Rio de Janeiro, REDETEC Rede Tecnológica do RJ- Rio de Janeiro, 2007.
- [15] Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento .Disponível em:<<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/a-cerveja-no-brasil>>. Acesso em: 11/11/2019.
- [16] Associação Brasileira de Cerveja Artesanal- ABRACERVA. Disponível em:<<https://abracerva.com.br/sobre/regional-df/>>. Acesso em: 11/11/2019.
- [17] GOUVÊA, L.F.C.; MAIA, G.D. **Avaliação do poder germinativo e teor de proteína para sementes de cevada brasileira com vistas ao processo de malteação**.

In: X Congresso Brasileiro de Engenharia Química Iniciação Científica, 10, 2013, Vassouras-RJ. Congresso. Blucher Chemical Engineering Proceedings, 2014, vol.1, n°1.

[18] GAVA, A.J; SILVA,C.A.B; FRIAS, J.R.G. **Tecnologia de alimentos: Princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2008.

[19] Moagem em moinho de bolas: estudo de algumas variáveis e otimização energética do processo. Portugal (Viana do Castelo): Cerâmica Industrial, 6 (2) Março/Abril, 2001.

[20] Agência Embrapa de Informação e Tecnologia- AGEITEC. Disponível em:<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fid5sgie02wyiv80z4s473y1hai57.html>. Acesso em: 21/11/2019.

[21] CELESTINO, S.M.C. **Princípios de secagem de alimentos**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2010.

[22] BROCHIER, M. A.; CARVALHO, S. **Aspectos ambientais, produtivos e econômicos do aproveitamento de resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cordeiros em sistema de confinamento**. Revista Ciência e Agrotecnologia, v.33, n.5, 2009.

[23] MATTOS, C. **Desenvolvimento de um pão fonte de fibras a partir do bagaço de malte**. 2010. Dissertação (Graduação em Engenharia de Alimentos)- Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul , Porto Alegre, 2010.

[24] FERREIRA, M.S.B. **Elaboração de biscoito integral empregando resíduo da indústria cervejeira na formulação**. 2017. Dissertação (Graduação em Engenharia de Alimentos)- Bacharel em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

[25] BRITO, G.F.; CHOI, V. P.; ALMEIDA, A. **Manual ABNT: regras gerais de estilo e formatação de trabalhos acadêmicos**. 4 ed. São Paulo, SP: Fecap, 2014.

[26] SCHMIELE, M.; SILVA, L.H.; COSTA, P.L.P; RODRIGUES, R.S.; CHANG, Y.K. Influência da adição de farinha integral de aveia, flocos de aveia e isolado protéico de soja na qualidade tecnológica de bolo inglês. **B.CEPPA**, Curitiba , v.29, n.1. jan/jun. 2011.

[27] MAPA. **Determinação da Granulometria em Farinha de Trigo**. Disponível em:<<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/legislacoes-e-metodos/arquivos-metodos-da-area-pov-iqa/met-lacv-12-02-determinacao-de-granulometria-metodo-peneiramento-em-farinha-de-trigo.pdf>>. Acesso em: 04/12/2019.

[28] MATHIAS, T.R.S.; MELLO, P.P.M.; SERVULO, E.F.C. **Caracterização de resíduos cervejeiros**. In: XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. 10º, 2014, Florianópolis.

[29] AMORIM, A. G. et al. Determinação de pH e acidez titulável da farinha de semente de abóbora. Congresso norte e nordeste pesquisa e inovação. Tocantins, 2012.

[30] SANTANGELO, S.B. **Utilização da farinha de semente de abóbora (*Cucurbita maxima*, L.), em panetone**. 2006. 84f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Universidade Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

[31] CNNPA. **Resolução nº 12, de 1978**. São Paulo-SP, 1978.

[32] TEIXEIRA, A.M.; SÉKULA, N.; MULLER. B.; BEZERRA. J.R.M.V.; RIGO, M. Avaliação físico-química e sensorial de pães com diferentes proporções de farinha de bagaço de malte de cevada como fonte de fibra. **Ambiência**, Gurarapuava, v14, n13, p.439-448, 2018.

[33] EMBRAPA. **Documento online 126**. Passo fundo-RS, 2010.



[34] SKOOG; WEST; HOLLER; CROUCH. **Fundamentos de Química Analítica**. Tradução da 8ª Edição norte-americana, Editora Thomson, São Paulo-SP, 2006.

[35] ICTA- Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos. **Avaliação da qualidade tecnológica/ industrial da farinha de trigo**. Disponível em:<<https://lume-re-demonstracao.ufrgs.br/avaliacao-qualidade/1a.php>>. Acesso em: 05/12/2019.

[36] NETO, E.S.S., et al. A produção de malte em pequena escala- uma alternativa aos cervejeiros artesanais. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2016, Gramado- RS. **Resumo de trabalho**. Gramado, 2016.

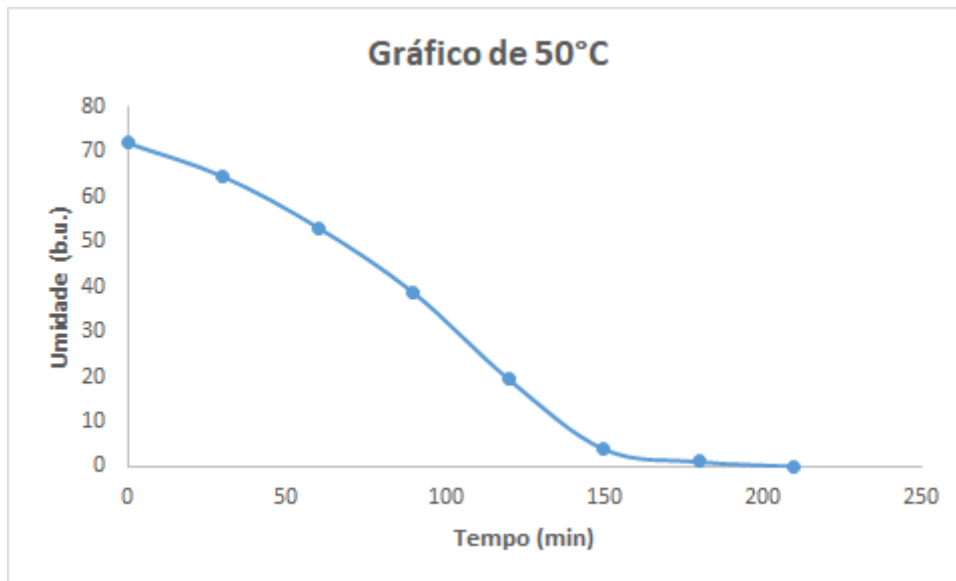
8 ANEXO

8.1- Dados obtidos a partir das análises em empresa privada.

		ENCAL-EMPRESA NACIONAL DE CLASSIFICAÇÃO E ANÁLISE LTDA CNPJ: 37.907.194/0001-61 - CF/DF: 07.304.261/001-54 QS 05 LOTE 9-B - AVENIDA AREAL - TAGUATINGA - DF - CEP: 71.955-000 Fones: (61) 3356-0040 / (61) 3356-0055 - Reclamações e Sugestões: (61) 3356-8389 www.encial.com.br e-mail: qualidade.encial@gmail.com	
Credenciada pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento para realizar classificação de produtos vegetais e registrada no CGC/MAPA sob N° DF 000068-0.			
CERTIFICADO DE ANÁLISE		Série: B Nº: 59694	
SOLICITANTE: PATRICIA SILVA REGO			
PRODUTO: FARINHA DE MALTE		MARCA: N/C	
LOTE: N/C	PESO (Kg): N/C	TIPO DE EMBALAGEM: N/C	
DATA DE FABRICAÇÃO: 02/2019		DATA DE VALIDADE: 05/2019	
TEA: 007226		DATA DO RECEBIMENTO: 19/11/2019	
Nº AMOSTRA: 024440		DATA DO INICIO: 20/11/2019	
Temperatura Ambiente: 25,0°C		Umidade Relativa do Ar: 40%	
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS Especificações dos serviços analíticos			
UMIDADE:		4,08%	
Método: Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz Valor de referência: Não possui referência aplicável.			
RMF:		3,44%	
Método: Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz Valor de referência: Não possui referência aplicável.			
ACIDEZ ALCOÓLICA:		8,97%	
Método: Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz Valor de referência: Não possui referência aplicável.			
GORDURA:		8,99%	
Método: Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz Valor de referência: Não possui referência aplicável.			
FIBRA:		14,50%	
Método: Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz Valor de referência: Não possui referência aplicável.			
PROTEÍNA:		11,77%	
Método: Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz Valor de referência: Não possui referência aplicável.			
O resultado tem valor restrito à amostra analisada.			
Observação: LAUDO INFORMATIVO			
Data: 25/11/2019		 Responsável Técnico	
		Taisane Baptista Alves Responsável Técnico CRQ - GO 129086-2	
LEGISLAÇÃO DE REFERÊNCIA: LAUDO INFORMATIVO.			
Este laudo só poderá ser reproduzido por completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita da ENCAL. Página 1 de 1			

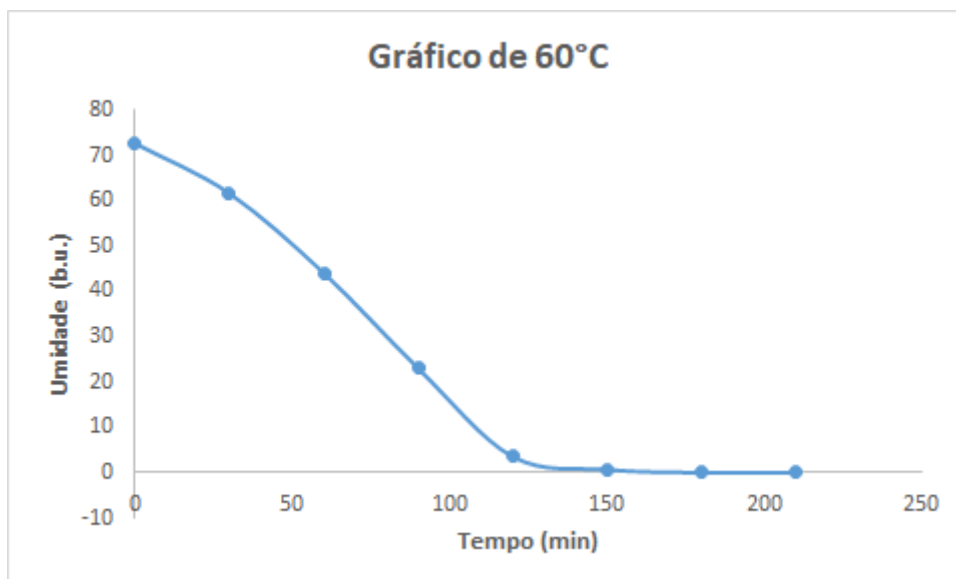
8.2- Gráficos das curvas de secagem nas temperaturas de 50 °C a 120 °C.

Gráfico 4: Curva de secagem em 50 °C.



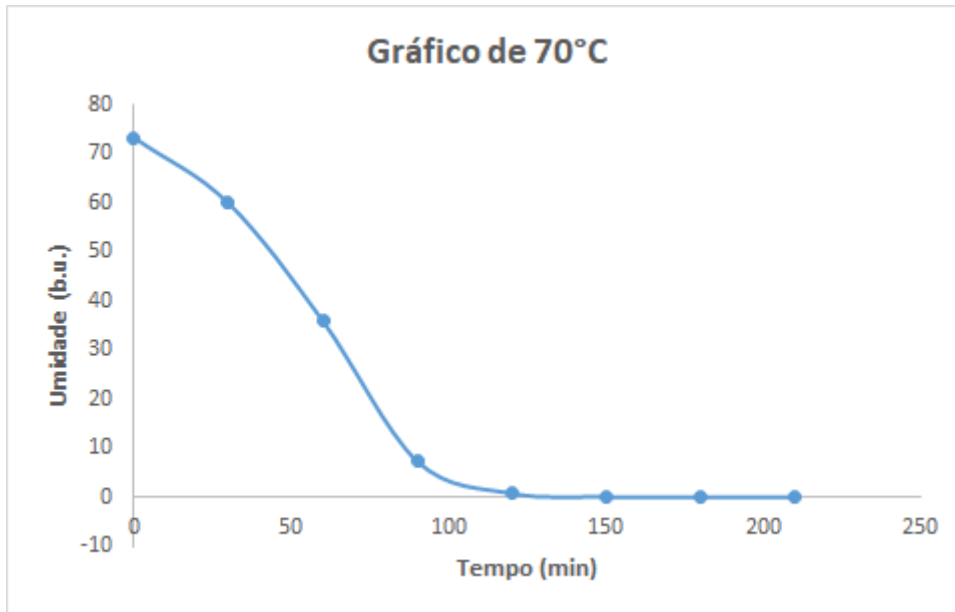
Fonte: Do autor.

Gráfico 5: Curva de secagem em 60 °C.



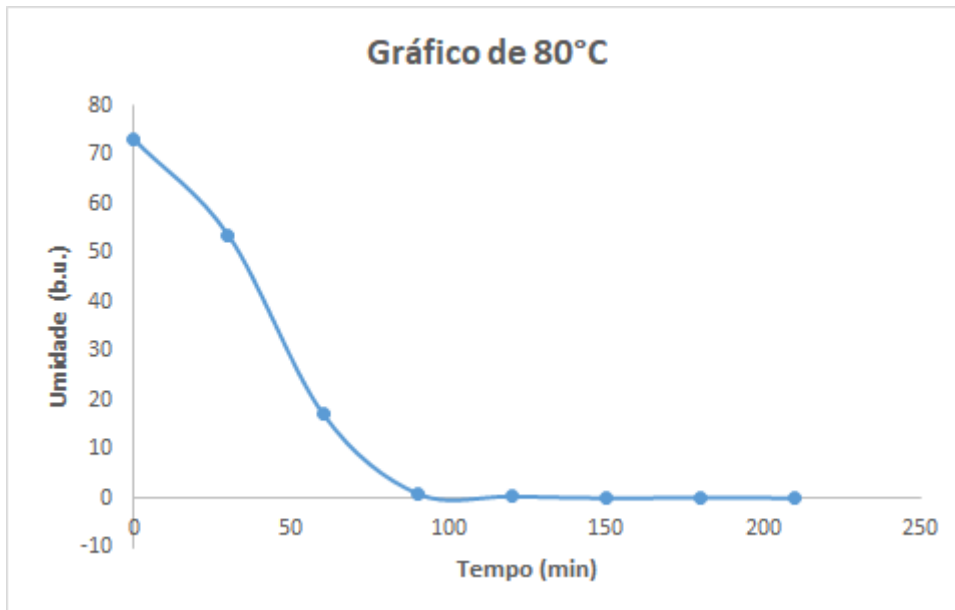
Fonte: Do autor.

Gráfico 6: Curva de secagem em 70 °C.



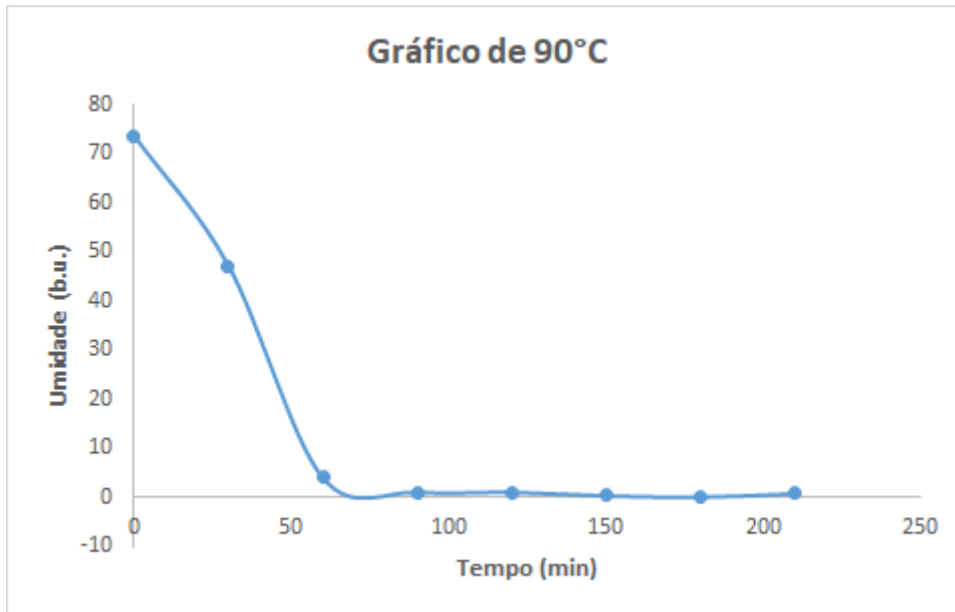
Fonte: Do autor.

Gráfico 7: Curva de secagem em 80 °C.



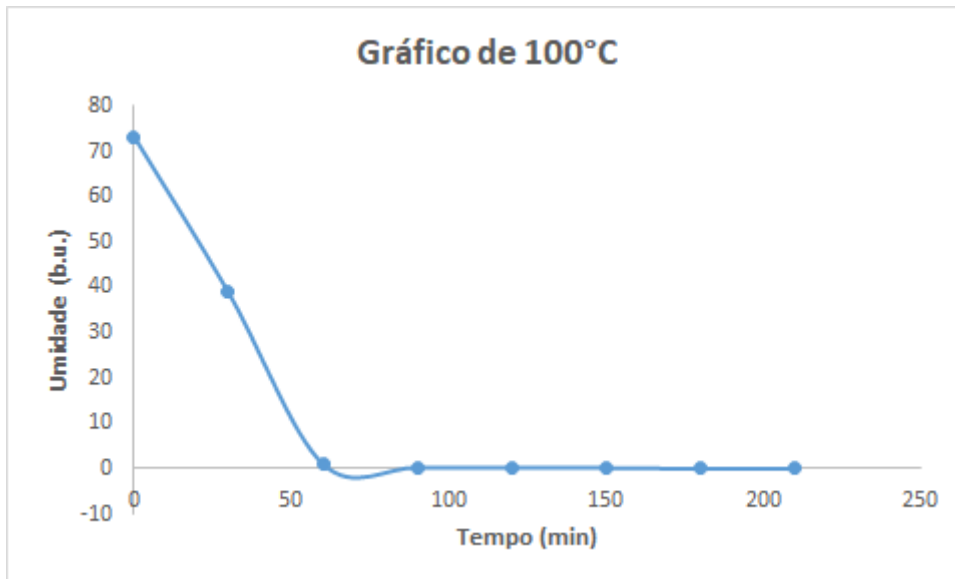
Fonte: Do autor.

Gráfico 8: Curva de secagem em 90 °C.



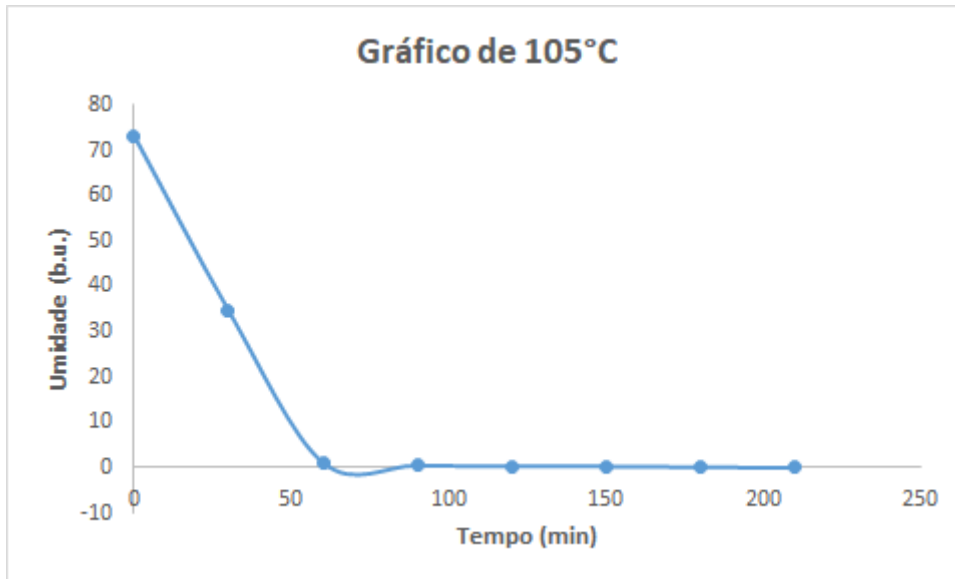
Fonte: Do autor.

Gráfico 9: Curva de secagem em 100 °C.



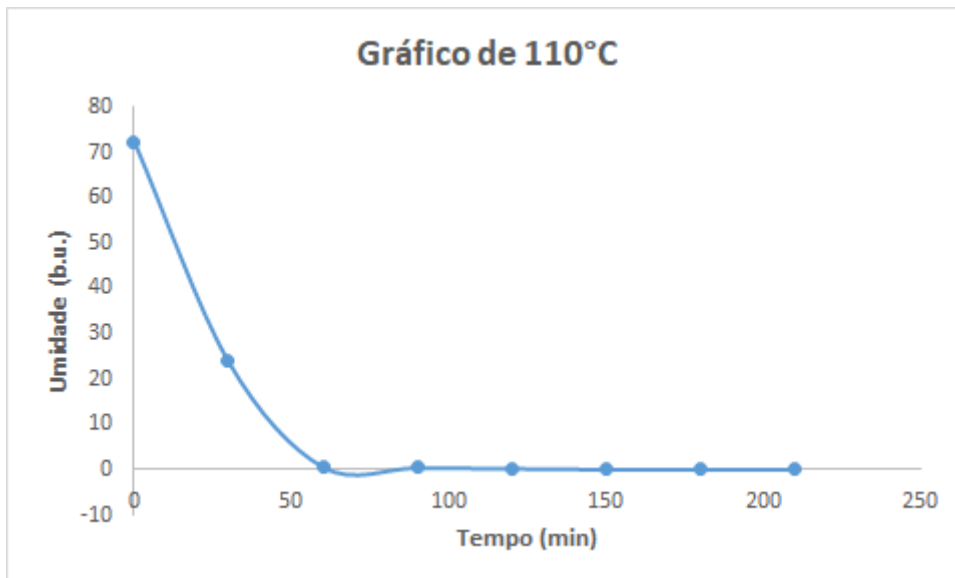
Fonte: Do autor.

Gráfico 10: Curva de secagem em 105 °C.



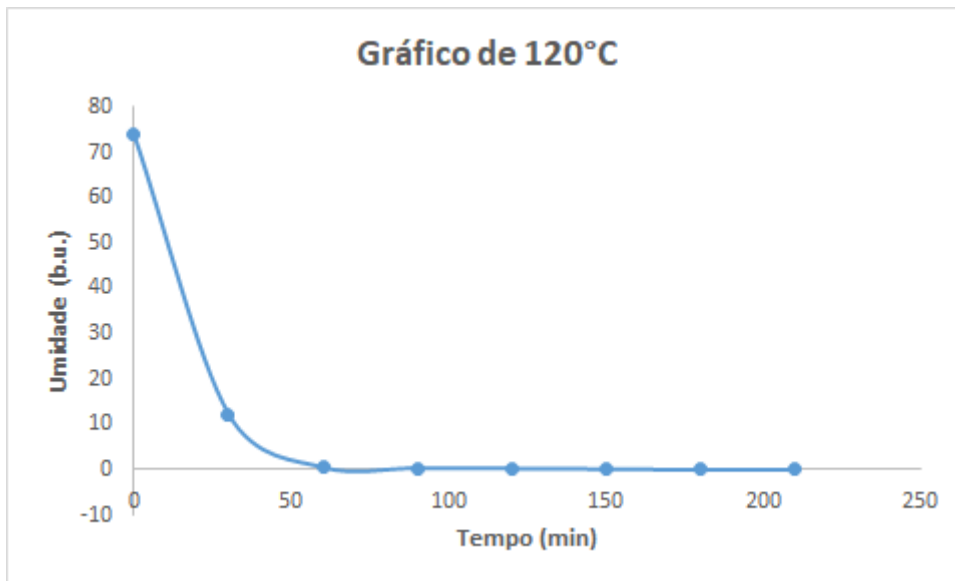
Fonte: Do autor.

Gráfico 11: Curva de secagem em 110 °C.



Fonte: Do autor.

Gráfico 12: Curva de secagem em 120 °C.



Fonte: Do autor.