

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *Stricto sensu*
MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

KARLA MORAIS DINIZ

**APLICAÇÃO DE BAGAÇO DE MALTE EM FORMULAÇÕES LÁCTEAS TIPO
REQUEIJÃO**

PONTA GROSSA

2023

KARLA MORAIS DINIZ

**APLICAÇÃO DE BAGAÇO DE MALTE EM FORMULAÇÕES LÁCTEAS TIPO
REQUEIJÃO**

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa em cumprimento dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Bonametti Olivato

PONTA GROSSA

2023

D585 **Diniz, Karla Morais**
Aplicação de bagaço de malte em formulações lácteas tipo requeijão / Karla Morais Diniz. Ponta Grossa, 2023.
61 f.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Área de Concentração: Ciências e Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Bonametti Olivato.

1. Subprodutos. 2. Oxidação lipídica. 3. Produtos lácteos. I. Olivato, Juliana Bonametti. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ciências e Tecnologia de Alimentos. III.T.

CDD: 664.01

TERMO DE APROVAÇÃO

KARLA MORAIS DINIZ

"APLICAÇÃO DE BAGAÇO DE MALTE EM FORMULAÇÕES LACTEAS TIPO
REQUEIJÃO"

Dissertação aprovada como requisito para obtenção do grau de Mestre(a) no
Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade
Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

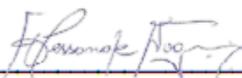
Orientador:



Prof^ª. Dra. Juliana Bonametti Olivato - UEPG-PR - Presidente



Prof^ª. Dra. Bruna Mikulis Lemes - Rescuer-PR - Membro Titular



Prof. Dr. Alessandro Nogueira - UEPG-PR - Membro Titular

Ponta Grossa, 09 de março de 2023.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente por ter me abençoado, iluminado, e protegido até aqui. Aos meus pais que sempre foram, são e serão os meus melhores amigos e exemplos de seres humanos, por terem me gerado, criado e educado com todo amor, carinho, atenção, dedicação, esforço, alegria, fé, esperança, sabedoria e discernimento, afim de que eu me tornasse não somente uma pessoa do bem, de princípios, caráter e valores, como também, uma mulher independente em todos os aspectos, onde muitas vezes abriram mão dos seus próprios sonhos em prol dos meus. Aos meus irmãos, cunhadas e marido que me apoiaram, incentivaram e aconselharam em todos os momentos necessários, assim como os demais familiares e amigos. Aos meus sobrinhos que são os amores da minha vida, por tudo que são e representam para mim. À minha amiga e sócia Francisca Jussandra Alves Vieira mais conhecida como Sandrinha, que me enviou o edital para seleção desse mestrado da UEPG, da especialização do IFPB, dentre outros, por ter me acompanhado e auxiliado durante um certo período da minha graduação e Pós Graduação, por ter aceitado o convite para ser minha sócia na consultoria e, por toda a amizade, respeito e conquistas alcançadas. A Instituição a qual fui aprovada. À minha orientadora Profa. Dra. Juliana Bonametti Olivato que aceitou de imediato o convite para me orientar sem ao menos me conhecer, pela receptividade ao seu laboratório e grupo de pesquisa, pelos ensinamentos, auxílio durante toda a jornada de pesquisa e compreensão. A Profa. Dra. Renata Dinnies Santos Salem que foi muito solícita, simpática e querida comigo desde quando a procurei para ser a supervisora do meu estágio à docência em sua disciplina de análise de alimentos e sempre que precisei em outros momentos e a Profa. Marina Tolentino Marinho que contribuiu na consulta e análise de um determinado equipamento. Ao Prof. Dr. Guilherme de Souza Tedrus que também foi super prestativo quando precisei, me emprestando livros, utensílios e me explicando alguns processos que serviram para discernir qual iria utilizar. A todos os outros professores das demais disciplinas que fomentaram o meu aprendizado na Ciência e Tecnologia de Alimentos. As técnicas dos Laboratórios de Farmácia e Alimentos, Maria Aparecida Ribeiro da Luz e Denise Maria de Souza Mendes respectivamente, que sempre foram prestativas, queridas e colaboraram com minhas análises no decorrer da pesquisa. Aos colegas, Giovanni Almeida Camargo e Aline da Silva Justo Machado, que também me ajudaram a realizar e entender alguns procedimentos. A todo o quadro de funcionários da Universidade Estadual de Ponta Grossa que direta ou indiretamente fizeram parte dessa etapa da minha vida. A todos os componentes da banca de qualificação que aceitaram e se

disponibilizaram a contribuir para enriquecimento do trabalho, Professores Doutores Alessandro Nogueira e Flávio Luís Beltrame, assim como os antecessores Prof. Dr Egon Schnitzler e Profa. Dra. Priscileila Colerato Ferrari que foram da minha primeira banca do pré-projeto no início do curso. A Joellington Marinho de Almeida por ter sido a luz que eu precisava para concluir meu trabalho, por todo auxílio, capacidade, atenção e delicadeza para comigo nessa fase final. E, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da UEPG campus Ponta Grossa, pela oportunidade de realização deste trabalho. A todos que direta ou indiretamente somaram durante esses dois anos de mestrado, meu muito obrigada.

RESUMO

A utilização do bagaço de malte (BM) como ingrediente alimentar na fabricação de requeijão com atributos funcionais, representa uma alternativa para a valorização do subproduto de micro cervejarias. Desta forma, objetivou-se desenvolver formulações lácteas tipo requeijão adicionadas de bagaço de malte Pilsen e Weiss e avaliar suas propriedades físico-químicas e de qualidade (pH, acidez, aW, umidade, cor e textura). Os extratos do BM Pilsen e Weiss foram avaliados quanto a sua atividade antioxidante (ABTS^{•+} e DPPH[•]), teor de compostos fenólicos totais e Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FT-IR). Foram desenvolvidas três formulações de requeijão: AC – sem adição do bagaço, AP5% e AW5%, contendo 5% de BM dos tipos Pilsen e Weiss, respectivamente. As formulações foram avaliadas quanto aos parâmetros de qualidade durante o tempo de vida útil de 0, 7, 14, 21 e 28 dias. O potencial antioxidante dos extratos de BM Weiss e Pilsen foi avaliado através das análises de ABTS^{•+} demonstrou valores entre 187,59 µg/mL e 140,94 µg/mL, enquanto que DPPH[•] valores de inibição em 62,73 µg/mL e 85,79 µg/mL, respectivamente. Quanto ao teor de compostos fenólicos totais, o BM da variedade Pilsen apresentou 442,40 mg EAG/g em relação a 232 mg EAG/g do exemplar Weiss. A análise de FT-IR de ambos os extratos apresentaram bandas relacionadas a compostos naturalmente presente no BM (kaempferol, por exemplo). Os parâmetros de qualidade dos requeijões desenvolvidos com a adição de 5% de BM Weiss (AW5%) e Pilsen (AP5%) evidenciaram que no decorrer de 28 dias de armazenamento ocorreu o aumento da acidez e, em consequência, diminuição do pH. A Luminosidade observada para as amostras AW5% e AP5% diferiram estatisticamente de AC, devido a cor mais escura do BM adicionados ao requeijão. Os parâmetros de textura apresentaram que as amostras com BM possuem uma firmeza mais regular e a viscosidade de AP5% menor que AW5%, porém mantendo-se mais estável no decorrer de 28 dias de vida útil. Desta forma, visando a utilização do BM em produtos lácteos como o requeijão, a variedade Pilsen demonstrou um melhor potencial antioxidante quando comparada com Weiss, resultando em uma melhor estabilidade averiguado pelos testes de textura do requeijão durante o seu tempo de vida de prateleira.

Palavras-chave: subprodutos; oxidação lipídica, produtos lácteos.

ABSTRACT

The use of malt bagasse (BM) as a food ingredient in the manufacture of curd cheese with functional attributes, represents an alternative for the valorization of the by-product of micro breweries. Thus, the objective was to develop dairy formulations like cottage cheese added with Pilsen and Weiss malt pomace and to evaluate their physical-chemical and quality properties (pH, acidity, aW, moisture, color and texture). BM Pilsen and Weiss extracts were evaluated for their antioxidant activity (ABTS•+ and DPPH•), content of total phenolic compounds and Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR). Three curd cheese formulations were developed: AC – without adding bagasse, AP5% and AW5%, containing 5% BM of the Pilsen and Weiss types, respectively. The formulations were evaluated for quality parameters during shelf life of 0, 7, 14, 21 and 28 days. The antioxidant potential of BM Weiss and Pilsen extracts was evaluated through ABTS•+ analysis and showed values between 187.59 µg/mL and 140.94 µg/mL, while DPPH. inhibition values at 62.73 µg/mL and 85.79 µg/mL, respectively. As for the content of total phenolic compounds, the BM of the Pilsen variety showed 442.40 mg EAG/g compared to 232 mg EAG/g of the Weiss specimen. The FT-IR analysis of both extracts showed bands related to compounds naturally present in BM (kaempferol, for example). The quality parameters of the curd cheeses developed with the addition of 5% of BM Weiss (AW5%) and Pilsen (AP5%) showed that during 28 days of storage there was an increase in acidity and, consequently, a decrease in pH. The luminosity observed for samples AW5% and AP5% differed statistically from AC, due to the darker color of the BM added to the curd. The texture parameters showed that the samples with BM have a more regular firmness and the viscosity of AP5% lower than AW5%, but remaining more stable over 28 days of shelf life. In this way, aiming at the use of BM in dairy products such as cottage cheese, the Pilsen variety showed a better antioxidant potential when compared to Weiss, resulting in better stability verified by the texture tests of the cottage cheese during its shelf life.

Keywords: by-products; lipid oxidation, dairy products.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fluxograma do processamento de cerveja	17
Figura 2- Estrutura básica das classes dos flavonóis	21
Figura 3- Taninos condensados são polímeros de flavanóis.	22
Figura 4- Molécula do ácido gálico	22
Figura 5- Estrutura do kaempferol.....	23
Figura 6- Bagaço do malte após secagem	24
Figura 7- Armazenamento do bagaço do malte weiss triturado em recipiente hermético	25
Figura 8- Amostras de Requeijão Controle e Adicionadas com os Bagaços de Malte Weiss e Pilsen, respectivamente	33
Figura 9- Espectro na região do infravermelho (FT-IR) do extrato do bagaço de malte da variedade pilsen	38
Figura 10- Espectro na região do infravermelho (FT-IR) do extrato do bagaço de malte da variedade weiss	39
Figura 11- Avaliação dos parâmetros de dureza durante o tempo de vida útil de requeijão desenvolvido com concentrações em 5% de extrato de bagaço de malte weiss e pilsen	44
Figura 12- Avaliação dos parâmetros de viscosidade durante o tempo de vida útil de requeijão desenvolvido com concentrações em 5% de extrato de bagaço de malte weiss e pilsen	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Macro e micronutrientes presentes no resíduo cervejeiro.....	19
Tabela 2- Produtos desenvolvidos com a utilização do bagaço de malte.....	20
Tabela 3- Composição proximal do bagaço de malte das variedades pilsen e weiss desidratados	34
Tabela 4- Avaliação antioxidante e dos compostos fenólicos totais relacionados ao bagaço de malte das variedades weiss e pilsen.....	37
Tabela 5- Avaliação do pH e acidez durante o tempo de vida útil de requeijão desenvolvido com concentrações em 5% de extrato de bagaço de malte weiss e pilsen.....	41
Tabela 6- Avaliação da atividade de água e umidade durante o tempo de vida útil de requeijão desenvolvido com concentrações em 5% de bagaço de malte weiss e pilsen	42
Tabela 7- Avaliação dos parâmetros de cor (L, a* e b*) durante o tempo de vida útil de requeijão desenvolvido com concentrações de 5% de bagaço de malte weiss e pilsen	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C Graus Celsius

μL Microlitros

μg Microgramas

ABTS·⁺ 2,2-azinobis (3-etilbenzotazlina-6-ácido sulfônico)

AC Amostra Controle

AP Amostra Pilsen

AW Amostra Weiss

ANOVA Anáise de Variância

BSG Bagaço de Malte (do inglês, *Brewer's Spent Grain*)

BHA Butilhidroxilanol atado

BHT Hidroxitolueno butilado

BM Bagaço de Malte

DNA Ácido Desoxirribonucleico

DPPH 2,2-difenil-1-picrilidrozilo Sigma-Aldrich®

EAG Equivalente de Ácido Gálico

FT-IR Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (do inglês, *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy*)

g Gramas

IC Concentração Inibitória (do inglês, *Inhibitory Concentration*)

L Litro

MDA Malonaldeído

mL Mililitro

mol Molaridade

mM Milimolar

PNRS Política Nacional de Resíduos Sólidos

PG Progalato de pil

pH Potencial Hidrogeniônico

TBHQ Terc-butil-hidroquinona

UV Ultravioleta

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 REFERENCIAL DE LITERATURA	15
3.1 FORMULAÇÕES LÁCTEAS TIPO REQUEIJÃO	15
3.2 PROCESSO PRODUTIVO DA CERVEJA E OBTENÇÃO DO BAGAÇO DE MALTE	16
3.2.1 Bagaço de Malte	18
3.3 VALORIZAÇÃO DO SUBPRODUTO – BAGAÇO DE MALTE	19
3.4 COMPOSTOS FENÓLICOS	20
3.5.1 Compostos Fenólicos Encontrados no Bagaço de Malte	21
3.5.1.1 Catequinas	21
3.5.1.2 Ácido gálico	22
3.5.1.3 Caempferol	23
4 MATERIAIS E MÉTODOS	24
4.1 MATERIAIS	24
4.1.1 Reagentes e Solventes	24
4.2 PREPARO DO BAGAÇO DE MALTE	24
4.3 CARACTERIZAÇÃO CENTESIMAL DO BAGAÇO DE MALTE	25
4.3.1 Umidade	25
4.3.2 Cinzas ou Resíduo Mineral Bruto	26
4.3.3 Lipídios	26
4.3.4 Análise de Fibra Bruta	27
4.3.5 Proteínas	27
4.4 OBTENÇÃO DO EXTRATO DE BAGAÇO DE MALTE	28
4.5 CARACTERIZAÇÃO DO EXTRATO DE BAGAÇO DE MALTE	29
4.5.1 Análise da Atividade Antioxidante do Extrato do Bagaço de Malte pelo Método ABTS ^{•+}	29
4.5.2 Análise da Atividade Antioxidante do Extrato do Bagaço de Malte pelo Método DPPH [•]	29
4.5.3 Determinação do Teor de Compostos Fenólicos Totais do Extrato de Bagaço de Malte	29
4.5.4 Espectroscopia por Infravermelho com Transformada de Fourier (FT-IR)	30
4.6 PRODUÇÃO DO REQUEIJÃO CREMOSO	30

4.7 CARACTERIZAÇÃO CENTESIMAL DO REQUEIJÃO.....	31
4.8 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DAS FORMULAÇÕES DURANTE SEU ACONDICIONAMENTO.....	31
4.8.1 pH	31
4.8.2 Acidez Total Titulável	31
4.8.3 Umidade	32
4.8.4 Cor	32
4.8.5 Parâmetros de Textura.....	32
4.8.6 Atividade de Água (Aw).....	33
4.5.3 Análise Estatística	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO BAGAÇO DE MALTE.....	34
5.2 AVALIAÇÃO DO EXTRATO DE BAGAÇO DE MALTE.....	35
5.2.1 Avaliação do Rendimento do Extrato do Bagaço de Malte.....	35
5.2.2 Avaliação da Atividade Antioxidante do Extrato do Bagaço de Malte das Variedades Pilsen e Weiss.....	35
5.2.3 Espectroscopia por Infravermelho com Transformada de Fourier (FT-IR)	38
5.3 ANÁLISE DE QUALIDADE DURANTE A VIDA ÚTIL DAS FORMULAÇÕES DOS REQUEIJÕES CONTROLE, PILSEN E WEISS	40
5.3.1 pH e Acidez	40
5.3.2 Atividade de Água (Aw) e Umidade	41
5.3.3 Cor	43
5.3.4 Parâmetros de Textura.....	44
6 CONCLUSÃO.....	46
REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

A indústria alimentícia é uma das grandes responsáveis pela geração de resíduos agroalimentares que podem ser reutilizados quando tratados de forma correta. A dispersabilidade incorreta destes resíduos atribuem em impactos socioambientais pela disseminação de compostos (como, sais, soro de leite, bagaços de frutas e resíduos cervejeiros) não naturais ao ecossistema que é descartado, tais como lagos, rios, entre outros.

A reutilização de subprodutos gerados pela agroindústria tem chamado a atenção pela presença de macro- e micronutrientes com propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, anti-hipertensivas, carboidratos potencialmente prebióticos, entre outros, como é o caso de extratos gerados pelo bagaço de frutas e do malte ou peptídeos purificados do soro de leite, por exemplo. A inserção destes nutrientes durante o desenvolvimento de novos produtos alimentícios agrega valor à matéria-prima utilizada, diminui o impacto ambiental e promove a obtenção de produtos com características funcionais, como a capacidade antioxidante.

Uma das indústrias que mais realizam o descarte de resíduos sólidos é a cervejeira, oriundos do malte utilizado em sua produção. Neste sentido, o bagaço de malte vem sendo utilizado em diversas perspectivas de mercado, como na produção de ração (para nutrição animal), barras de cereais, bolos e biscoitos. Além da exploração dos compostos naturalmente presentes em sua composição que podem estar biodisponíveis ao passarem pelo tratamento para sua obtenção e ingeridos em outros produtos.

A incorporação de extratos gerados pelo bagaço de malte em produtos de fácil homogeneização, como é o caso do leite, podem garantir formulações de laticínios em concentrações imperceptíveis ao consumidor, tornando o produto rico em fibras. Ou, a inserção do bagaço ao produto para disponibilidade das fibras presentes. Desta forma, obtendo-se produtos com melhores valores nutricionais, garantindo saudabilidade e criação de um mercado cada vez mais competitivo no setor.

O requeijão é um produto lácteo que ganhou grande espaço nas prateleiras de supermercados e na dieta do consumidor diariamente. Suas formulações vão desde um produto tradicional, à base apenas de leite, *light* e *diet*, ou até mesmo com a adição de especiarias, favorecendo ao consumidor produtos diversificados e sensorialmente aprovados pelo público.

Deste modo, seria possível o desenvolvimento de um requeijão adicionado de bagaço de malte? E qual o potencial antioxidante de um extrato a partir do bagaço de malte? Neste

sentido, a utilização do bagaço de malte como ingrediente alimentar na fabricação de requeijão com atributos funcionais, representa uma alternativa para a valorização do subproduto. Assim, o objetivo do presente estudo foi desenvolver formulações lácteas do tipo requeijão adicionadas com o bagaço de malte, visando a obtenção de uma formulação funcional, contendo bioativos com potencial antioxidante.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o potencial funcional de extratos obtidos do bagaço de malte, verificando o desenvolvimento de formulações lácteas tipo requeijão adicionadas de bagaço de malte Pilsen e Weiss.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a caracterização dos bagaços de malte Pilsen e Weiss;
- Avaliar os extratos de bagaço de malte Pilsen e Weiss;
- Desenvolver formulações lácteas tipo requeijão adicionadas de bagaço de malte;
- Avaliar as formulações de requeijão adicionadas de bagaço do malte durante seu armazenamento.

3 REFERENCIAL DE LITERATURA

3.1 FORMULAÇÕES LÁCTEAS TIPO REQUEIJÃO

O Requeijão, em barra ou cremoso, em geral é consumido à mesa com pães, biscoitos, doces e outros. Durante a produção do requeijão em barra não é utilizado o tacho aberto, pois não necessitam de uma agitação rigorosa durante seu processamento, que ao contrário do cremoso, este já é mais fluido e suporta temperaturas elevadas para utilização em receitas. Todavia, com o aumento das opções de alimentos congelados e prontos para consumo, o requeijão acabou sendo usado como ingrediente. Sua utilização em pizzas, pastéis e massas acarretou na demanda da fabricação de um requeijão com determinados atributos específicos e distintos para ser empregado para esta finalidade (SOBRAL *et al.*, 2019).

Conceitualmente é uma emulsão constituída no decorrer do método de fusão, quando a gordura e a proteína dos ingredientes são separadas e homogeneizadas, com a ajuda dos sais fundentes, do calor e agitação. Os sais fundentes, além de colaborarem para a separação das proteínas, contribuem no acréscimo de suas características emulsificantes (SOBRAL *et al.*, 2017).

A fabricação nacional de requeijão culinário cresceu de 725.313 toneladas em 2016, para 747.603 toneladas em 2017 e nos dias atuais corresponde ao terceiro queijo mais consumido em todo o Brasil, perdendo em obtenção apenas para o queijo Muçarela e queijo Prato (ABIQ, 2019). Já a elaboração de requeijão cremoso em 2017 foi somente de 104.246 toneladas, sendo bem menor quando comparado ao requeijão culinário, comprovando a relevância desta diversidade de queijo para todo o país e para o mercado de laticínios (ABIQ, 2019).

Na produção de requeijões a aplicação de ácidos possibilita alterações físico-químicas no tratamento, como limite de acidez e estabilidade (TALBOT-WALSH *et al.*, 2018). No entanto, as indústrias de alimentos procuram meios para minimizar a despesa das matérias-primas e entregar produtos de qualidade. Os ácidos láctico, cítrico e acético são muito usados na fabricação de novos produtos, auxiliando nos procedimentos tecnológicos de indústrias de lácteos.

Para Torres *et al.*, (2017) a qualidade do requeijão cremoso equivale a características de sabor, aroma, espalhabilidade, homogeneidade, cremosidade, derretido na boca e brilho, tornando-se interessante em queijos produzidos. Diante do exposto, a adição do bagaço do

malte no requeijão torna-se uma opção valiosa tanto para as indústrias devido à utilização e destinação do resíduo, como também para os supermercados, outros serviços de alimentação e consumidores no geral, em razão dos atributos sensoriais (cor, sabor, aparência, por exemplo) que fará diferença dentre os demais produtos já existentes e pela sua composição rica em nutrientes, contribuindo assim tanto na qualidade como na valorização do mesmo.

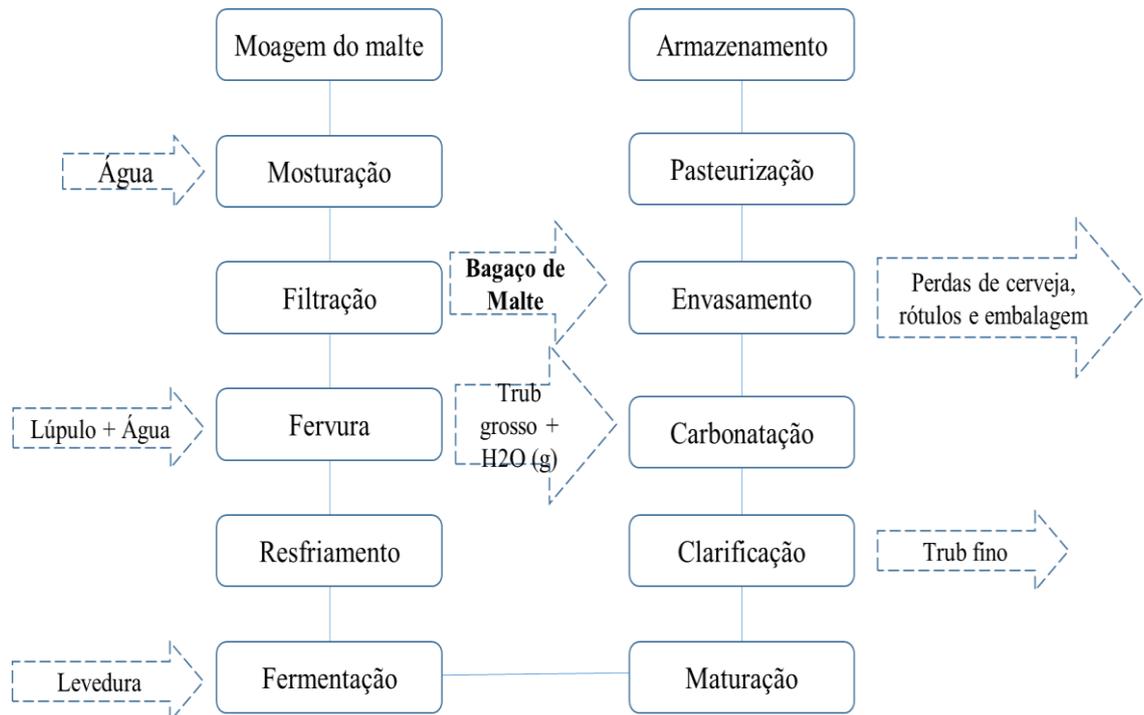
3.2 PROCESSO PRODUTIVO DA CERVEJA E OBTENÇÃO DO BAGAÇO DE MALTE

De modo geral os insumos utilizados na produção da cerveja (Figura 1) são malte, lúpulo e água (TORRES; HANSEN, 2019). Uma boa cerveja está associada à ótima qualidade da água utilizada durante seu processo, compondo cerca de 90% do produto final. Os tipos de cervejas vão utilizar águas diferentes durante seu processamento, por exemplo, a água mole é indicada para as cervejas do tipo Pilsen e a água dura mais indicada para cervejas escuras. A dureza da água está relacionada a quantidade de sais dissolvidos em sua composição (bicarbonatos, carbonatos, magnésio, entre outros) que vão fazer diferença na obtenção do produto final, principalmente com relação a quantidade de minerais e pH (ASSIS *et al.*, 2021; ROSA; AFONSO, 2015).

A utilização do malte é fundamental na produção de cerveja e comumente são utilizados grãos de cevada. Além da cevada, existem outros grãos que podem passar pelo processo de malteação para produção de vários outros tipos de cervejas (weiss, pilsen, ipa, entre outras), como o centeio, trigo e aveia. Também se é permitido a adição de adjuntos durante o processo de fabricação, como arroz e milho, por serem uma fonte mais econômica que o malte e garantir a disponibilidade de amido. Durante a malteação os grãos passam pela germinação controlada para ativar as enzimas, principalmente as amilases, responsáveis pelas quebras de ligações glicosídicas do amido (PRESTES *et al.*, 2019).

A interrupção do processo de germinação para tornar o grão estável, o malte passa por secagem, onde ocorrem reações de Maillard e de caramelização a depender das temperaturas utilizadas, atribuindo características de cor e sabor ao produto. Maltes mais escuros são destinados a produção de cervejas escuras, enquanto que os mais claros para as mais claras, influenciando também na turbidez e em sua formação de espuma (ESSLINGER, 2009).

Figura 1- Fluxograma do processamento de cerveja



Fonte: Adaptado de Teles, 2021.

Por conseguinte, o malte é adicionado em um tanque com água para realização da mosturação, onde se é cozido e ocorre a extração dos açúcares fermentescíveis. Durante este processo, o controle da temperatura se torna essencial para que ocorram as reações químicas e enzimáticas desejáveis e ocorra a obtenção de um mosto adequado ao processamento da cerveja (TSCHOEKE *et al.*, 2019). O mosto é então filtrado, para a remoção da parte sólida composta por grãos e cascas denominados de bagaço de malte, e encaminhado para a fervura e o lúpulo é adicionado para conferir o amargor e aroma característicos da cerveja (SCHUINA *et al.*, 2020).

Depois de filtrado o mosto é encaminhado a etapa de fermentação, onde serão adicionadas as leveduras responsáveis por cada tipo de cerveja. Durante este processo os açúcares fermentescíveis são transformados em álcool, dióxido de carbono, ésteres, ácidos e álcoois superiores que agregam valores sensoriais ao produto final (IORIZZO *et al.*, 2021). Após a fermentação as leveduras são decantadas várias vezes. Seguido de uma possível correção do gás carbônico pela carbonatação através da contrapressão realizada no mesmo tanque de maturação (ŠTULÍKOVÁ *et al.*, 2020).

Antes da etapa de envasamento, a cerveja é então clarificada por filtros para remoção de partículas em suspensão (*trub* fino) e após esta etapa a cerveja é envasada. Para garantia de uma melhor durabilidade, a cerveja pode ser pasteurizada, não passando por esse procedimento

a mesma é denominada de chope no Brasil (ROSA; AFONSO, 2015). Por fim, a cerveja é armazenada e segue para a expedição, e então, é comercializada (HORN *et al.*, 2020).

3.2.1 Bagaço de Malte

Do inglês, Brewer's Spent Grain (BSG), o bagaço de malte se sobressai como o principal subproduto derivado do processo agroindustrial, dentre os resíduos sólidos do método de elaboração da cerveja. Segundo as estimativas são produzidos aproximadamente 2,82 milhões de toneladas de BSG úmido por ano no Brasil (MASSARDI; MASSINI; SILVA, 2020) e 40 milhões de toneladas mundialmente (NOCENTE *et al.*, 2019).

O malte é obtido por meio da cevada, grão constituído por casca (material lignocelulósico), embrião e endosperma. Outros grãos, como o trigo na produção de cervejas Weiss, também são utilizados em processos de fabricação e elaboração de cervejas especiais, caracterizando-as com uma coloração mais clara e aroma mais frutado. Já as cervejas Pilsen, são produzidas com o grão de cevada que atribui um sabor mais amargo e cor escura, no entanto, ambas as produções requerem que o grão seja malteado, que vão atribuir diferenças entre os bagaços durante o processamento da cerveja (SILVA, 2020).

Do bagaço de malte pouco se reutiliza mesmo sendo largamente disponível e rico em macro e micronutrientes (Tabela 1), já que seu alcance independe das limitações sazonais, tornando-se um item aplicado como ração animal e o excedente desprezado (FARCAS *et al.*, 2015; BIANCO *et al.*, 2020). No entanto, o BSG caracteriza uma composição química distinta, e os teores de fibras e proteínas superiores, além de existir outros compostos, como vitaminas, minerais e ácidos fenólicos, também tornam este subproduto uma matéria-prima potencial para finalidades alimentares, sendo capaz de proporcionar uma série de benefícios à saúde (LYNCH *et al.*, 2016). De maneira análoga, Almeida (2014) evidenciou que o BSG é abundante em compostos bioativos, como os flavonoides, onde se dispõe de atividade antioxidante elevada.

Tabela 1- Macro e micronutrientes presentes no resíduo cervejeiro

Macronutrientes	Micronutrientes
Hemicelulose	Tiamina
Celulose	Biotina
Lignina	Colina
Gordura	Ác. Fólico
Proteínas	Niacina
Glicose	Ác. Pantotênico
Xilose	Riboflavina
Arabinose	Piridoxina
	Cálcio
	Silício
	Magnésio
	Fósforo

Fonte: adaptado de LAVICH; BASSO, 2017.

Em 2020, o Brasil chegou a um total de 1.383 cervejarias registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento que refletem na geração de resíduos cervejeiros. Normalmente, o bagaço de malte é descartado em aterros sanitários, empregado como ração animal ou como aditivo na produção de tijolos, sendo essas rotas de baixo valor agregado (NIGAM, 2017).

Assim, a utilização deste resíduo na alimentação humana pode ser interessante, sendo uma grande oportunidade para a redução dos problemas ambientais ocasionados pela grande produção de tais resíduos, além de agregar valor nutricional a novos alimentos desenvolvidos (GIULIANI *et al.*, 2019).

3.3 VALORIZAÇÃO DO SUBPRODUTO – BAGAÇO DE MALTE

Mussatto *et al.* (2006) evidenciam que a indústria de fabricação de cerveja produz grandes quantidades de resíduos sólidos, em sua maioria passíveis de reciclagem e reutilização. Dessa maneira é fundamental analisar as alternativas para a reciclagem destes resíduos, querendo modificar este material em outros produtos de valor agregado (PANAGIOTOPOULOS *et al.*, 2015).

Kemppainen *et al.* (2016) expressam que o bagaço de malte é um resíduo que abrange uma grande diversidade de nutrientes e elementos renováveis importantes. São subprodutos bastante úteis, cujo potencial biotecnológico aponta que conseguem ser empregados como matéria-prima em biorrefinarias (OUTEIRIÑO *et al.*, 2019).

Nesse contexto, um benefício diverso do bagaço de malte (Tabela 2) é o fato de ele ser viabilizado no decorrer do ano todo a nenhum ou custo mínimo (WEGER *et al.*, 2017) e em proporções elevadas (STURM *et al.*, 2012). Independente dos benefícios da biomassa como matéria-prima para a aquisição de produtos de valor agregado, em função de sua alta complexidade fundamental, torna-se indispensável muitas vezes, a utilização de um estágio de pré-tratamento desses materiais, para facilitar a divisão de seus elementos com o propósito de se atingir rendimentos positivos na modificação de produtos (SILVA, 2017).

Tabela 2- Produtos desenvolvidos com a utilização do bagaço de malte

Produto	Fonte
Gelato/ sorvete	NASCIMENTO, 2020
Pão de cevada e mel	
Waffle de malte e maçã	BELLO, 2022
Almôndegas com bagaço de malte	
Brownie de chocolate com bagaço de malte e cerveja	

3.4 COMPOSTOS FENÓLICOS

Os compostos fenólicos são os metabólitos mais presentes em plantas, sendo capazes de se apresentar como fenólicos simples, como os ácidos fenólicos, e compostos mais complexos como os taninos. Os fenólicos são encontrados especialmente em frutas, legumes, chá, vinho, café e são eles os causadores dos atributos organolépticos desses alimentos das frutas ao atuar com a glicoproteína salivar, como dar a cor a diversas frutas e vegetais (SHAH *et al.*, 2018).

A hidroxila existente nesses compostos é a responsável pela sua característica antioxidante. Esses antioxidantes fenólicos são muito estudados em alimentos vegetais distintos, como exemplo, em frutas, cereais, bebidas e óleos vegetais (KABIR *et al.*, 2015; DUTHIE *et al.*, 2016; HUNG, 2016; MASISI *et al.*, 2016; CASTELO-BRANCO *et al.*, 2016; BARROS *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2018; NARDINI; GARAGUSO, 2020; SULERIA *et al.*, 2020; IVANISOVÁ *et al.*, 2020).

O método de ação dos compostos fenólicos acontece através da neutralização dos radicais livres através da mudança de um átomo de hidrogênio, ou pelo procedimento de troca de elétrons. Esses compostos são normalmente biossintetizados a partir da fenilalanina ou

tirosina por meio da via do ácido chiquímico, pertinente à via dos fenilpropanoides (NEELAM; SHARMA, 2020).

A capacidade antioxidante dos compostos fenólicos e sua função preventiva em diversas condições relacionadas ao estresse oxidativo (ALARA *et al.*, 2018). Determinados estudos têm indicado que os compostos fenólicos desempenham uma responsabilidade preventiva em doenças neurodegenerativas e cardiovasculares, e até mesmo em cânceres (CORY *et al.*, 2018; FORNI *et al.*, 2019; POTI *et al.*, 2019).

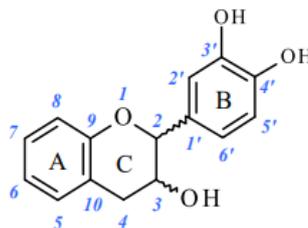
Entretanto, o uso de compostos com potencial antioxidante como sucessores de antioxidantes sintéticos mostra-se como uma estratégia fundamental na melhoria da qualidade dos produtos finais, e ao mesmo tempo, elaborando um alimento com potencial funcional e valor agregado (PEJIN *et al.*, 2017).

3.5.1 Compostos Fenólicos Encontrados no Bagaço de Malte

3.5.1.1 Catequinas

As catequinas fazem parte dos grupos dos flavonóides, presentes na classe dos flavonóis. Diferenciam-se dos demais flavonoides por não possuírem duplas ligações entre os carbonos 2 e 3 e carbonila no C4 (Figura 2) e hidroxilas em C3, C3' e C4' (TSAO, 2010).

Figura 2- Estrutura básica das classes dos flavonóis.

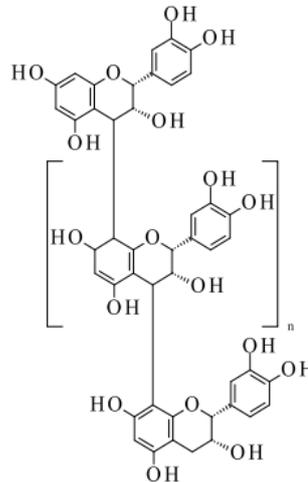


Fonte: Tsao, 2010.

As catequinas podem ser hidroxiladas na posição C5', formando galocatequinas ou esterificadas com ácido gálico para formação de galatos de catequina (CROZIER *et al.*, 2009). Segundo Quideau *et al.* (2011) o anel B dos flavonóis podem apresentar de duas a três hidroxilas. A presença de duas estruturas de hidroxilas adjacentes é denominada de catecólica ou *o*-difenoil, e com três chamada de pirogálica. Além de poderem possuir uma unidade de

galoil junto ao grupo 3-hidroxi do anel C (podendo estar condensado entre si), ocorrendo entre os anéis do C4 e o C8 de duas moléculas para formação de taninos condensados (Figura 3).

Figura 3- Taninos condensados são polímeros de flavanóis.

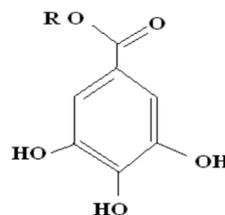


Fonte: Tsao, 2010.

3.5.1.2 Ácido gálico

O ácido gálico é um metabólito derivado da via do ácido chiquímico, intermediário do metabolismo secundário, sendo um componente hidrolisável dos taninos presentes em plantas (GRUNDHOFER *et al.*, 2001). Segundo Kim (2007) o ácido gálico (Figura 4) possui atividade antioxidante e antimelanogênico.

Figura 4- Molécula do ácido gálico



Fonte: Barbosa, 2010.

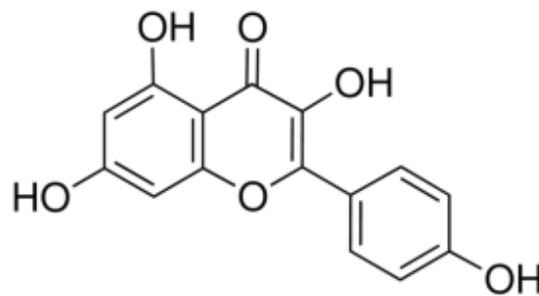
A síntese de análogos ao ácido gálico, como os galatos, podem atribuir diversas funções terapêuticas e de agentes antioxidantes em formulações de alimentos. Estes compostos biologicamente ativos, possibilitam a atividade diversa de suas atividades biológicas (CECHINEL FILHO; YUNES, 2001). Além do mais, estudos apontam que algumas variedades

de galatos possuem atividade inibitória das enzimas do citocromo P-450, responsáveis por modificações químicas de moléculas exógenas lipofílicas (APOSTOLIDES *et al*, 1997).

3.5.1.3 Caempferol

O caempferol ou kaempferol (Figura 5) (KPF, *3,5,7-trihydroxy-2-(4-hydroxyphenyl)-4H-1-benzopyran-4-one*) é um flavonóide de coloração amarela e baixo peso molecular (PM 286,2 g/mol) encontrado em plantas presentes na dieta humana (brocólis, maçã, cevada, entre outros) e em plantas medicinais (*Aloe vera* e *Ginkgo biloba*) (CALDERON-MONTANO *et al.*, 2011).

Figura 5- Estrutura do kaempferol



Fonte: Chen e Chen, 2013.

Além de suas funções fisiológicas na planta, também possui propriedades importantes, como alta atividade antioxidante, antiproliferativa, anti-inflamatória, antibacteriana, entre outros (KUMAR e PANDEY, 2013).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

4.1.1 Reagentes e Solventes

Os reagentes e solventes utilizados para o desenvolvimento do respectivo trabalho foram: cloreto de cálcio, clorofórmio, Acetona (Reatec®), hidróxido de sódio (Reatec®), éter de petróleo (Biotec®), K₂SO₄ (sulfato de potássio) (Synth®), H₂SO₄ (ácido sulfúrico) concentrado (Synth®), NaOH (hidróxido de sódio) (Synth®), álcool etílico absoluto PA ACS (Reagen Produtos para Lab Ltda), persulfato de potássio (2,46 mM Sigma-Aldrich®), ABTS^{•+}, fosfato de sódio 10 mM reagente Folin-Ciocalteau (Dinâmica®), DPPH[•] (2,2-difenil-1-picrilidrazilo) (Sigma-Aldrich®), metanol, Na₂CO₃ (PA, Biotec®), ácido gálico (Merck®), cloreto de cálcio anidro (Reagen Produtos para Laboratórios Ltda).

4.2 PREPARO DO BAGAÇO DE MALTE

Foram selecionadas duas variedades distintas da bebida para a coleta do bagaço de malte, Pilsen e Weiss (Figura 6), e coletado consecutivamente após o processo de filtragem do mosto, sendo em seguida levado à estufa com circulação de ar para secagem (jung, 65 °C por 24 horas) e dispostas em bandejas, com monitoramento a cada 12 horas. A avaliação de umidade (U) foi realizada de acordo com as recomendações do Instituto Adolfo Lutz (2008). As amostras foram conservadas em refrigeração (4 - 7 °C, Refrigerador Electrolux, Brasil).

Figura 6- Bagaço do malte após secagem



Fonte: Autora

Posteriormente, sua granulometria foi padronizada antes do processo de extração de compostos bioativos, através de trituração (Figura 7), em liquidificador convencional e padronização utilizando tamis granulométrica de Mesh 0,59. O bagaço de malte foi armazenado em geladeira convencional (4 - 7 °C) em sacos plásticos devidamente identificados até a sua utilização. Os reagentes utilizados na pesquisa foram de grau analítico e todas as análises foram realizadas em triplicata.

Figura 7- Armazenamento do bagaço do malte weiss triturado em recipiente hermético



Fonte: Autora

4.3 CARACTERIZAÇÃO CENTESIMAL DO BAGAÇO DE MALTE

4.3.1 Umidade

A umidade do bagaço de malte foi determinada no bagaço seco, após secagem em estufa por 24 h como pode ser observado na Figura 3. A determinação de umidade foi estabelecida pelo método padrão em estufa a 105 °C (IAL, 2008). Para padronizar os cadinhos vazios, os mesmos foram colocados durante 1 hora em estufa a 105 °C. Posteriormente foram retirados com pinças e colocados em um dessecador até atingir a temperatura ambiente. Em seguida foram pesados vazios e anotado o peso. Depois seu peso foi tarado e logo após foi colocado 3 g de cada amostra em cadinho separadamente, pesado e anotado o peso exato. Após isso, os cadinhos foram colocados abertos na estufa a 105 °C por pelo menos 4 horas. Em seguida foram

retirados da estufa e, após resfriamento em dessecador, pesados. Após a realização da análise, a umidade foi calculada de acordo com a Equação 1.

$$\%Umidade = \frac{Massa\ d'\acute{a}gua\ evaporada\ x\ 100}{Massa\ da\ amostra} \quad (Eq. 1)$$

4.3.2 Cinzas ou Resíduo Mineral Bruto

Para o teor de cinzas foi utilizado o bagaço de malte seco e a determinação seguiu a metodologia descrita no Manual do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Os cadinhos foram aquecidos na mufla a 550 °C por 30 minutos. Em seguida foram resfriados em dessecador e 5,0 g de cada amostra foram pesados em cada cadinho de porcelana separadamente. Logo após foram carbonizados vagarosamente as amostras em chapa de aquecimento. As amostras foram incineradas em mufla a 550 °C por aproximadamente 6 horas, e depois de resfriadas, tiveram seus pesos anotados em triplicata.

Para o cálculo da porcentagem de cinzas ou resíduo mineral bruto na amostra analisada, foi utilizada a Equação 2.

$$\%Cinzas = \frac{Peso\ das\ cinzas\ x\ 100}{Peso\ da\ amostra} \quad (Eq. 2)$$

4.3.3 Lipídios

Na análise de determinação do conteúdo de lipídios foi utilizado o bagaço de malte seco e triturado e sua quantificação foi baseada na metodologia descrita no Manual do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), com algumas adaptações. O método usado foi a da extração intermitente em Soxhlet, empregando o éter de petróleo como solvente. Em um papel filtro foram pesadas aproximadamente 5,0 g do bagaço de malte seco triturado, dobrado em forma de envelope e transferido para o extrator de Soxhlet. Um balão de fundo chato de 250 mL, previamente padronizado em estufa a 105 °C e resfriado em dessecador, foi pesado em balança analítica, e com isso, acoplado ao extrator e adicionado o solvente. Foi adaptado a um condensador de bolas. Submetendo-se a aquecimento em chapa elétrica, por aproximadamente 2 horas. No final da extração, o balão com o resíduo foi transferido para uma estufa a 105 °C, mantendo por cerca de uma hora e posteriormente resfriado em até a temperatura ambiente e anotado seu peso. A análise foi realizada em triplicata.

A porcentagem de gordura bruta ou extrato etéreo na amostra analisada foi calculada de acordo com a Equação 3.

$$\% \text{ Gordura bruta ou ext. etéreo} = \frac{\text{Peso de gordura} \times 100}{\text{Peso da amostra}} \quad (\text{Eq. 3})$$

4.3.4 Análise de Fibra Bruta

Primeiramente foram cortadas saquetas de filtro, em seguida foram imersas em acetona por 15 minutos e secas em estufa a 105 °C por 6 horas. Posteriormente, foram inseridas cerca de 2 g da amostra em cada saqueta e seladas no equipamento (saqueta de filtro) por agitação e aquecimento a 95 °C por 40 min. Logo após, foram submersas em meio ácido (ácido sulfúrico) (6,8 mL/) (100 mL/saqueta), e lavadas com água destilada. Por fim, repetiu-se o procedimento com o meio básico (hidróxido de sódio) (12,52 g/L), depois lavou-se com água destilada e extraiu-se as fibras.

As saquetas foram retiradas do equipamento e imersas na acetona por 10 minutos, e colocadas na estufa a 105 °C por 6 horas até secarem. Em seguida, foram pesadas e colocadas no cadinho e levadas à mufla a 550 °C. Depois, foram resfriadas até a temperatura ambiente em um dessecador, pesadas e anotadas seus respectivos valores. A perda de peso é igual à quantidade de fibra bruta, pela quantidade de fibra calculada a partir da Equação 4.

$$\% \text{ Fibra bruta} = \frac{100 \times N}{P \times 2} \quad (\text{Eq. 4})$$

Onde, N é a massa da fibra total (massa constante da embalagem) e P é a massa inicial da amostra.

4.3.5 Proteínas

A determinação de proteínas foi baseada na metodologia descrita no Manual do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), com algumas adaptações. Foram pesadas em balança analítica 0,2 a 0,5 g de amostra e transferidas para um tubo Kjeldahl. Em seguida foi adicionado 1,5 g de mistura catalítica e 6 mL de ácido sulfúrico concentrado, sendo transferida para o bloco digestor, a princípio lentamente (50 °C) e depois gradativamente até atingir 350 - 400 °C. Quando o líquido se tornou límpido e transparente de tonalidade azul-esverdeada, foi retirado

do aquecimento, deixando esfriar e adicionado 10 mL de água destilada. Depois, foi acoplado ao destilador um Erlenmeyer contendo 10 mL de ácido bórico a 2% com 5 gotas do indicador misto. Adaptado o tubo de Kjeldahl ao destilador, foi adicionado solução de hidróxido de sódio a 50% até que a solução ficasse negra (cerca de 20 mL). Posteriormente foi realizada a destilação da amostra, sendo recebido o destilado solução de ácido bórico. A solução receptora foi mantida fria durante a destilação e titulada com ácido clorídrico padronizado 0,1 mol/L até viragem.

A porcentagem de proteína na amostra analisada foi calculada de acordo com a Equação 5:

$$\%N = \frac{V.N.f.14.0,1}{p} \quad (Eq. 5)$$

$\% N \times 6,25 = \% \text{ de proteína bruta}$

Onde:

V = volume de ácido clorídrico utilizado na titulação (mL)

N = normalidade do ácido clorídrico

f = fator de correção da solução de ácido clorídrico

p = massa da amostra (g)

4.4 OBTENÇÃO DO EXTRATO DE BAGAÇO DE MALTE

Utilizou-se cerca de 20 g do BM triturado (realizado em quadruplicata) e logo foram embebidos em etanol:água (80:20, v/v) e mantidas por 10 dias no escuro (com auxílio de papel alumínio) em BOD. Após isso o BM foi filtrado e a parte sólida mantida na estufa por cerca de 10 horas e temperatura de 65 °C, e por fim, refrigerado a 4 °C até que fosse realizada a extração.

O BM previamente padronizado foi pesado (cerca de 5 g) em balança analítica com a utilização de papel filtro em formato de cartucho e o mesmo foi colocado dentro do extrator de Soxhlet. Um balão de 250 mL foi acoplado e 100 mL de acetona foram adicionadas dentro do tubo extrator, devido a sua capacidade de solubilizar e facilitar a extração substâncias orgânicas. Manteve-se a temperatura a 60 °C, sendo a extração realizada durante três horas. Após esse processo, o excesso de solvente foi removido em rotaevaporador, com temperatura controlada de 65 °C e 30-40 rpm (Figura 6). Por fim, calculado o seu rendimento através da diferença entre o peso obtido e o peso inicial da amostra multiplicado por 100 (cem).

4.5 CARACTERIZAÇÃO DO EXTRATO DE BAGAÇO DE MALTE

4.5.1 Análise da Atividade Antioxidante do Extrato do Bagaço de Malte pelo Método ABTS^{•+}

Para analisar a atividade antioxidante foi utilizado o método de ação *scavenger* sobre ABTS^{•+} (radical cátion ácido 2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolína-6-sulfônico), com o SynergyTM H1 com software Gen5.2 (BioTek®, USA) (ROSAS, 2019).

O radical catiônico ABTS^{•+} foi preparado utilizando 5 mL de solução estoque de ABTS^{•+} (7 mM) com 88 µL de persulfato de potássio, deixando a reação ocorrer em temperatura ambiente, ao abrigo da luz, durante 12 horas antes do uso (RE *et al.*, 1999). Antes do ensaio, a solução de ABTS^{•+} foi diluída com tampão fosfato de sódio 10 mM (1:20, v/v). Para o ensaio, adicionou-se 300 µL das amostras a serem testadas e 300 µL da solução de ABTS^{•+} em cada tubo. Após 30 minutos de reação, na ausência de luz, 200 µL das amostras foram transferidas para a microplaca de 96 poços para a determinação da absorbância em espectrofotômetro leitor de microplacas multimodo híbrido, em comprimento de onda de 734 nm. As amostras foram testadas em triplicata e como padrão utilizou-se quercetina, um flavonóide presente em grãos e que dão cor ao produto.

4.5.2 Análise da Atividade Antioxidante do Extrato do Bagaço de Malte pelo Método DPPH[•]

Para a realização da atividade *scavenger* sobre DPPH^{•+} (2,2-difenil-1-picrilidrazilo Sigma-Aldrich®) o meio foi composto de uma amostra do extrato de bagaço de malte solubilizadas em etanol PA 100%, solução de DPPH^{•+} 60 mM e o meio reacional completado para 1000 µL realizado em triplicata. Por 15 minutos a 25° C e ao abrigo da luz a mistura foi incubada. A atividade antioxidante foi observada pelo declínio da absorbância em $\lambda = 530$ nm em leitor de microplacas multimodo híbrido SynergyTM H1 com software Gen5.2 (BioTek®, USA) (ROSAS, 2019).

4.5.3 Determinação do Teor de Compostos Fenólicos Totais do Extrato de Bagaço de Malte

A determinação do teor de fenólicos totais foi realizada em triplicata de acordo com o método de Folin-Ciocalteu. O extrato foi diluído em acetona para obtenção da concentração

final de 1 mg/mL. Em seguida, 200 μ L desta diluição foram transferidos para um tubo de ensaio e combinados com 7 mL de água destilada, 500 μ L do reagente Folin-Ciocalteu e depois de 30 segundos, foram adicionados 2,5 mL de Na_2CO_3 10,6% (m/v). Após 5 minutos de incubação à temperatura de 50 °C, a absorbância foi medida em $\lambda=715$ nm em leitor de microplacas multimodo híbrido. A solução padrão de ácido gálico (Merck®) 50, 100, 200, 400, 600 e 800 μ g/mL foi utilizado para o desenvolvimento da curva de calibração, por ser um dos compostos presentes neste resíduo e que garante a atividade antioxidante (MUNHOZ *et al.*, 2014; SWAIN; HILLS, 1959). Os resultados do teor de compostos fenólicos totais foram expressos como equivalentes de ácido gálico (mg EAG/g amostra).

4.5.4 Espectroscopia por Infravermelho com Transformada de Fourier (FT-IR)

FT-IR foi aplicado para identificação de possíveis resíduos dentro da composição dos extratos dos bagaços de malte. Os espectros de FT-IR dos extratos do BM das variedades Pilsen e Weiss foram obtidos utilizando um espectrofotômetro FT-IR (Tensor 37, Billerica, EUA) equipado com o *software* Opus 7.2.139 (Bruker, Billerica, EUA), utilizando a técnica de Refletância Total Atenuada (ATR). Um cristal de seleneto de zinco foi utilizado e os extratos analisados na região espectral de 4000 – 400 cm^{-1} , totalizando 64 varreduras.

4.6 PRODUÇÃO DO REQUEIJÃO CREMOSO

O requeijão foi elaborado de forma artesanal no laboratório de Análise de Alimentos: Físico-Química – CTA-03 do Departamento de Engenharia de Alimentos (DEA) da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) Campus de Uvaranas, Ponta Grossa-PR. Os ingredientes utilizados foram: leite pasteurizado integral, coagulante enzimático, cloreto de cálcio, coagulante líquido, sal fundente, sal refinado e creme de leite.

Os ingredientes foram separados e pesados em balança analítica. Em seguida, foi colocado o leite, o coagulante sólido dissolvido em 100 mL de água no recipiente e aquecido a uma temperatura de 30 °C. Em seguida foi adicionado o cloreto de cálcio (3,3 g/100mL) e o coagulante líquido também dissolvidos em 1,5 mL de água, ficando em repouso por 20 minutos. Após isso, foram feitos cortes verticais e horizontais na massa e deixado em repouso por mais 5 minutos. Em seguida, mexeu-se com a espátula por mais 15 min a uma temperatura de 41° C. Depois de resfriado, foi removido o soro com o auxílio de uma peneira e posteriormente a massa

foi colocada em um recipiente em fogo baixo com a tela refratária. Em seguida, foi aquecido a uma temperatura de 41 °C e foram adicionados 10 g de sal fundente, 6 g de sal refinado e 200 mL de creme de leite, lentamente, sem parar, até atingir uma temperatura de 80 °C. Por fim, foi formada a massa e distribuída em três recipientes de polietileno, onde uma permaneceu como amostra controle (AC) e, nas outras duas foram adicionados 5% do bagaço do malte pilsen (AP) e 5% do bagaço do malte Weiss (AW), proporcionalmente em relação à massa.

4.7 CARACTERIZAÇÃO CENTESIMAL DO REQUEIJÃO

A formulação do requeijão controle (AC) foi acondicionada a 5 °C e avaliada de acordo com as metodologias oficiais para as análises de umidade, fibra bruta, proteínas, lipídios e cinzas, da mesma forma que foram descritas na composição centesimal do bagaço do malte (item 4.3).

4.8 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DAS FORMULAÇÕES DURANTE SEU ACONDICIONAMENTO

As três formulações de requeijão: Bagaço do Malte Controle (AC), AP (Bagaço do Malte Pilsen) e AW (Bagaço do Malte Weiss) foram conservadas sob refrigeração (4 - 7°C) e avaliadas quanto as análises realizadas de: atividade de água, cor, pH, acidez total titulável, umidade e textura.

4.8.1 pH

O pH dos diferentes produtos foi determinado por meio de um potenciômetro (pHmetro, Micronal, modelo B-375), medido nas amostras de requeijão homogeneizadas com água destilada, na proporção de 3g de cada amostra para 30 mL de água consecutivamente.

4.8.2 Acidez Total Titulável

A determinação da acidez total titulável das amostras de requeijão foi realizada pela titulação convencional, usando hidróxido de sódio na concentração 0,1 mol/L e indicador fenolftaleína (2 gotas). Foram pesados 3 g de amostra e diluídos em 30 mL de água destilada,

conforme recomendado pelo método 312/IV (Determinação da acidez titulável em ácido orgânico) (IAL, 2008). A titulação com hidróxido de sódio foi feita até mudança da coloração da solução para tonalidade rosa. Os resultados foram expressos em g/100g de amostra.

4.8.3 Umidade

A determinação de umidade seguiu a metodologia descrita pelo IAL (2008), conforme o item 4.3.1.

4.8.4 Cor

A cor instrumental foi determinada realizando uma abertura nos frascos dos requeijões e homogeneização, utilizando-se colorímetro digital da marca MiniScan EZ, modelo 4500L para leitura dos parâmetros L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho/verde) e b* (intensidade de azul/amarelo) conforme especificações da *Commission Internationale de L'éclairage* - CIE (2004). Previamente às leituras, o equipamento foi calibrado colocando o medidor na posição vertical sobre o centro da placa de calibração branca (Iluminante C: Y = 92,84 X = 0,3136, y = 0,3201), seguido da placa de calibração preta. A diferença colorimétrica total (ΔE) entre as amostras foi calculada utilizando-se a Equação 6.

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (Eq. 6)$$

4.8.5 Parâmetros de Textura

A determinação das características de textura foi realizada utilizando-se texturômetro TA-XT *Plus Texture Analyser* equipado com probe cilíndrico de 35 mm de diâmetro. Os parâmetros avaliados foram dureza (N) e viscosidade (g) segundo metodologia proposta por Bourne (2002), utilizando-as seguintes condições: probe SMSP/35, velocidade de pré-teste: 2,0 mm/s; velocidade de teste e pós-teste: 5,0 mm/s; distância de compressão: 4 mm; força de compressão: 5 g.

4.8.6 Atividade de Água (A_w)

Para a avaliação da atividade de água das amostras (Figura 8) (A_w – *activity water*), foi utilizado o aparelho AquaLab, sendo colocado aproximadamente 2,5 g de amostra no aparelho em triplicata.

Figura 8- Amostras de Requeijão Controle e Adicionadas com os Bagaços de Malte Weiss e Pilsen, respectivamente



Fonte: Autora

4.5.3 Análise Estatística

Análise comparativa realizada por análise de variância (ANOVA) de duas vias seguida dos pós teste de Bonferroni, considerando $p < 0,05$. IC_{50} calculado por regressão linear. Todas as análises foram realizadas em software GraphPadPrisma (v. 5.01).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho foram apresentados em três sessões: análise do bagaço de malte; análise do extrato do bagaço de malte; e, análise das formulações de requeijão incorporados com o bagaço de malte. Salienta-se que a não utilização do extrato do bagaço nas formulações de requeijão cremoso foi devido ao seu baixo rendimento obtido após a sua extração, optando-se pelo seguimento com a adição do bagaço ao produto lácteo.

5.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO BAGAÇO DE MALTE

A composição centesimal das duas variedades de bagaço de malte (Pilsen e Weiss) estão expressos na Tabela 3. Os macronutrientes que fazem parte da matéria-prima sofrem alterações em sua quantidade de acordo com o processo ao qual é submetido durante seu preparo. Subprodutos, como o bagaço de malte, podem conter teores de umidade diferentes, principalmente a partir do tipo de cerveja que esteja associado. Além do mais, as condições de armazenamento (temperatura e umidade relativa do ar) antes do processamento do grão para obtenção do bagaço de malte, podem influenciar diretamente em seus resultados de caracterização.

Neste sentido, observa-se uma maior taxa de umidade para o resíduo Pilsen em relação ao Weiss, demonstrando uma diferença significativa entre os resultados de umidade dos dois resíduos de bagaço de malte. Enquanto as demais características (cinzas, proteínas, lipídios e fibras) não diferiram entre si.

Tabela 3- Composição proximal do bagaço de malte das variedades pilsen e weiss desidratados

Componentes (%)	Pilsen	Weiss	Valor de p
Umidade	6,02 ± 0,25	4,60 ± 0,02	0,01
Cinzas	2,31 ± 0,06	2,31 ± 0,06	0,49
Proteínas	9,51 ± 0,12	12,90 ± 0,06	0,41
Lipídios	0,41 ± 0,01	0,48 ± 0,00	0,34
Fibras	0,45 ± 0,04	0,42 ± 0,06	0,16

Os dados expressos como média ± desvio padrão (n=3, exceto para fibras, onde n=8). Utilizou-se um valor de equivalente a $p < 0,05$ para demonstração de diferença estatística entre as amostras.

Fonte: Autora.

Segundo Santos *et al.* (2003) o bagaço de malte é formado predominantemente pelo pericarpo, semente e casca, possuindo polissacarídeos não celulósicos e rico em celulose, além de conter lignina (uma macromolécula de polifenóis) e algumas proteínas e lipídios. Em sua

composição também é encontrada sílica e grande parte dos compostos fenólicos, passíveis de atribuir a este subproduto da indústria cervejeira caráter antioxidante junto com outros compostos ativos em sua estrutura. De modo geral, o bagaço de malte é um subproduto lignocelulósico rico em um tecido fibroso de arabinosilano.

Outros interferentes levados em consideração de forma mínima são associados a metodologia aplicada para suas quantificações (MASSARDI; MASSANI; SILVA, 2020). Chaves, Cogo e Jaekel (2022) e Pinheiro *et al.* (2019) encontraram valores de 5,49% para umidade, próximos aos obtidos neste estudo, e teores de cinzas e proteínas entre 1,9% e 3,7% e 14,3% e 20,2%, respectivamente em bagaço de malte. Cordeiro, El-Aouar e Gusmão (2012), verificaram em bagaço de malte valores de lipídios e fibras de 2,43 e 3,98%, respectivamente, sendo superiores ao obtidos neste estudo pelo procedimento realizado e o tipo de malte para sua avaliação.

5.2 AVALIAÇÃO DO EXTRATO DE BAGAÇO DE MALTE

5.2.1 Avaliação do Rendimento do Extrato do Bagaço de Malte

Os resultados obtidos do rendimento do extrato do bagaço de malte Pilsen e Weiss foram de 8,18 % e 8,14 %, respectivamente. Aplicando-se uma análise estatística, notou-se que não houve diferença significativa entre os rendimentos obtidos para os dois extratos do bagaço de malte da variedade Pilsen e Weiss ($p < 0,05$) e sendo superiores aos estudos relacionados com o rendimento do produto.

Segundo Socaci *et al.* (2018) as taxas de rendimentos (6,6 e 6,3%) para bagaço de malte podem ser alteradas de acordo com o tipo de solvente e/ou equipamentos utilizados durante o seu processo de obtenção. Além do mais, procedimentos como maltagem e a safra que pertença o resíduo do malte também podem interferir nos parâmetros a serem analisados (MUSSATTO *et al.*, 2006).

5.2.2 Avaliação da Atividade Antioxidante do Extrato do Bagaço de Malte das Variedades Pilsen e Weiss

A realização da atividade antioxidante de um produto deve ser realizada com mais de uma metodologia para garantir o grau de confiabilidade dos resultados. A empregabilidade da

atividade por DPPH[•] é observada pelo seu desaparecimento durante a reação com a amostra, enquanto que ABTS identifica a eliminação de radicais ou elétrons (ROSAS, 2019; FERREIRA; SILVA; MADEIRA, 2019). Deste modo, a atividade antioxidante das amostras de bagaço de malte (Weiss e Pilsen) foram analisadas utilizando as metodologias de captura de radicais por ABTS^{•+} e DPPH[•] (Tabela 4). Foi demonstrado que em concentrações de 250, 225, 175, 150, 75 e 50 µg/mL existe diferença significativa entre as amostras de Weiss e Pilsen avaliadas por meio da técnica de ABTS^{•+}, enquanto que na técnica de DPPH[•] essa diferença só foi verificada nas concentrações de 200 e 50 µg/mL. Os valores de IC₅₀ (concentração inibitória), estão relacionados à concentração mínima necessária que um extrato apresenta atividade antioxidante. Assim, nota-se que o bagaço de malte da variedade Weiss possui maior atividade antioxidante em relação a Pilsen quando relacionado a ABTS^{•+}, e o contrário quando equiparados ao potencial antioxidante por DPPH[•].

Desta forma, deixando evidente que o método com melhor resposta antioxidante para o bagaço de malte foi DPPH[•], IC₅₀ < 50 (5,14), baseado na transferência de elétrons de um material com potencial antioxidante para o receptor.

Observando-se o resultado de teor de compostos fenólicos (Tabela 4) é possível observar que também existe diferença significativa entre os resíduos utilizados. Pilsen demonstra um maior teor de compostos fenólicos totais (442,40 mg EAG/g), comparado a Weiss (232,00 mg EAG/g). Esses resultados estão de acordo com a atividade antioxidante avaliada pelo método de DPPH[•]. A expressão destes resultados em mg EAG/g estão também relacionados a presença de ácido gálico nas amostras, decorrente de ser um produto natural com atividade antioxidantes em grãos utilizados pela indústria cervejeira.

Tabela 4- Avaliação antioxidante e dos compostos fenólicos totais relacionados ao bagaço de malte das variedades weiss e pilsen

Concentração ($\mu\text{g/mL}$)	Inibição (%)			
	ABTS ⁺⁺		DPPH [•]	
	Weiss	Pilsen	Weiss	Pilsen
250	66,82 \pm 12,80	131,34 \pm 5,65*	62,73 \pm 1,85	60,44 \pm 1,73
225	108,83 \pm 9,54	140,94 \pm 6,89*	59,16 \pm 2,81	65,78 \pm 5,85
200	132,71 \pm 0,37	111,23 \pm 4,52	62,23 \pm 5,64	85,79 \pm 2,66*
175	187,59 \pm 4,45	69,92 \pm 8,17*	58,30 \pm 1,91	55,39 \pm 2,93
150	43,56 \pm 5,81	75,54 \pm 4,31*	55,35 \pm 2,58	66,43 \pm 18,82
125	69,14 \pm 17,24	88,13 \pm 12,40	55,59 \pm 3,78	57,04 \pm 3,22
100	72,55 \pm 2,79	69,74 \pm 9,90	52,15 \pm 4,40	55,86 \pm 0,40
75	84,80 \pm 2,29	32,24 \pm 12,22*	59,16 \pm 1,07	59,15 \pm 8,54
50	62,32 \pm 9,44	6,34 \pm 6,01*	36,16 \pm 8,21	62,79 \pm 2,73*
IC ₅₀	<50 (34,11)	115,87	83,75	<50 (5,14)
Compostos Fenólicos Totais				
Teor de fenólicos (mg EAG/ g)	Weiss	Pilsen	Valor de p	
	232,00 \pm 20,81	442,40 \pm 56,97*	0,004	

Dados expressos como média \pm desvio padrão (n=3). *Significa diferença estatística entre as amostras considerando $p < 0,05$. IC₅₀ – Concentração Inibitória em 50%.

Fonte: Autor.

A quantidade de compostos fenólicos totais observadas para ambos os extratos pode estar relacionada às proporções do solvente utilizado para realizar a extração dos compostos, além das condições de pré-tratamento da amostra. Sabe-se que a proporção correta entre solvente e água contribuem para o maior intumescimento do tecido celular, ocorrendo transferência por difusão e melhorando a recuperação dos possíveis compostos bioativos presentes no resíduo utilizado. Ou seja, um pré-tratamento relacionado ao intumescimento do resíduo pode fazer com que ocorra uma melhor liberação de compostos fenólicos.

Outros trabalhos relacionados a extratos, como a Curcumina, Rachtanapun *et al.* (2021), obtiveram um valor de IC₅₀ em torno de 340 $\mu\text{g/mL}$. Sabendo-se que é uma ótima fonte antioxidante e que quanto menor este valor, melhor sua atividade, observa-se que os resultados aqui obtidos são significativos e podem ser aplicáveis na elaboração de produtos alimentícios. Dillmann (2018) afirma que quando se compara o bagaço de malte com outros vegetais, como frutas e legumes, seu potencial antioxidante é considerado menor. Isto devido ao processamento ao qual é submetido durante o processamento da cerveja que reduz a atividade antioxidante dos compostos naturalmente presentes em sua composição.

O bagaço de malte é rico em ácidos fenólicos, uma vez que na casca da cevada se encontram em altas concentrações e ácidos hidroxicinâmicos na parede celular, conferindo

potencial antioxidante ao resíduo gerado na indústria cervejeira (ALMEIDA, 2014). Outros autores, como Kähkönen *et al.* (1999) identificaram um total de 400 mg EAG / 100 g em grãos de cevada, demonstrando que mesmo após o processo de produção de cerveja ainda se encontram em boa concentração compostos fenólicos em bagaço de malte.

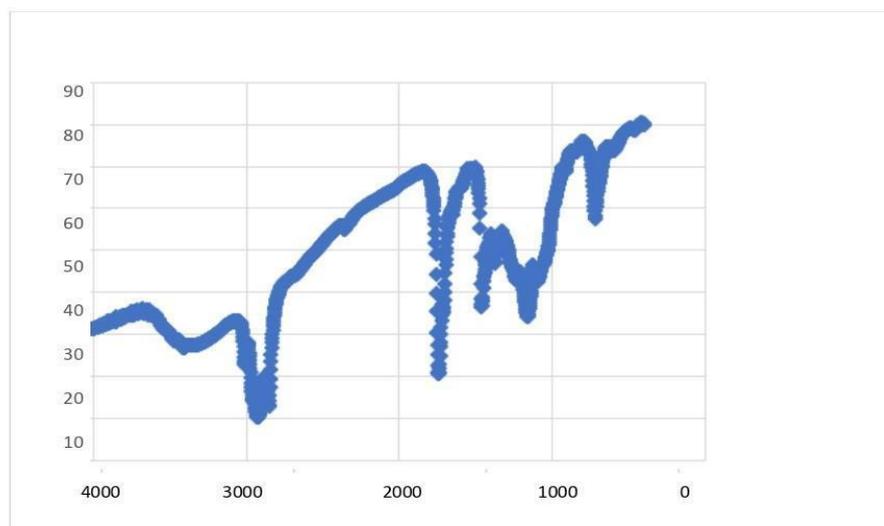
5.2.3 Espectroscopia por Infravermelho com Transformada de Fourier (FT-IR)

As Figuras 9 e 10 retratam os resultados da caracterização por FT-IR das duas variedades de extrato de bagaço de malte para identificação de grupos funcionais que estão presentes nas composições dos extratos dos resíduos (Pilsen e Weiss) e que possam ocasionar em atribuição funcional relacionadas a aplicação do bagaço nas formulações dos requeijões.

Em ambos os extratos do bagaço de malte existe uma faixa de absorção entre 3000 cm^{-1} e 3700 cm^{-1} , bandas próximas de 3200 cm^{-1} estão associadas aos grupos hidroxila (estiramento O-H). Na região de 2850 cm^{-1} a presença de uma banda pequena, é devido a vibrações do estiramento de grupos com cadeia alifática ($-\text{CH}_3$ e $-\text{CH}_2$), comumente presentes em extratos oriundos de resíduos fibrosos e que podem pertencer à carboidratos, como celulose, hemicelulose e lignina.

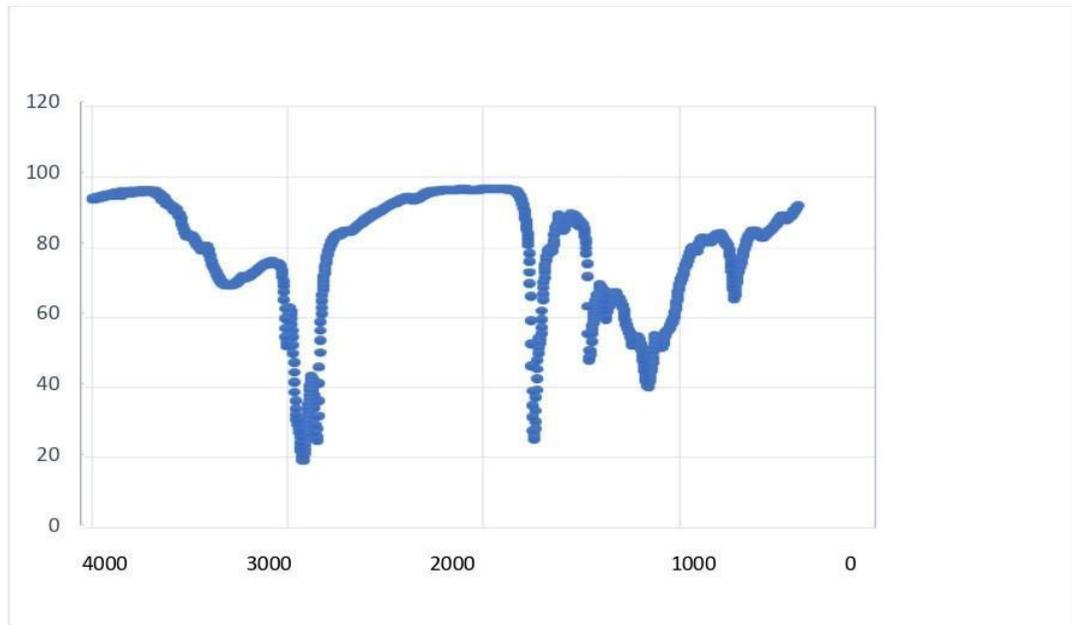
Além do mais, os estiramentos observados por FT-IR, podem corresponder a grupos de flavonóides que conferem o caráter antioxidante de grupos químicos presentes na composição do extrato do bagaço de malte, como o ácido gálico, kaempferol e catequinas.

Figura 9- Espectro na região do infravermelho (FT-IR) do extrato do bagaço de malte da variedade pilsen
PILSEN



Fonte: Autora.

Figura 10- Espectro na região do infravermelho (FT-IR) do extrato do bagaço de malte da variedade weiss WEISS



Fonte: Autora.

Na mesma faixa dos resíduos de bagaço de malte, correspondendo entre 1.600 e 1.700 cm^{-1} , Wu *et al.* (2012) e Ferraz *et al.* (2015) observaram por FT-IR em resíduos vegetais que existem pequenas bandas que podem estar associados a grupos carbonila (C = O, como é o caso de cetonas, éteres, ácidos carboxílicos, grupos com anéis aromáticos e aldeídos).

Apesar de bandas pouco definidas, nota-se a presença de compostos químicos que são naturalmente presentes no extrato do bagaço de malte. Bandas presentes na região de 3300 cm^{-1} estão associadas a C-H de anéis aromáticos e em comprimentos menores (1300 cm^{-1}) a presença de C-H em grupos metil (ROBERT, 1988). A presença desses grupamentos funcionais em uma matriz como o malte, o confere propriedades que podem ser aplicadas no desenvolvimento de produtos e como adsorvente ou receptor de material inorgânico (DOS SANTOS *et al.*, 2015; CORREIA *et al.*, 2020).

De acordo com os espectros observados é possível conceber que os resultados obtidos na análise de FT-IR estão relacionados a composição do bagaço de malte que é rico em carboidratos complexos (DOS SANTOS *et al.*, 2015). Nota-se também uma maior concentração dentro do resíduo de compostos ácidos em relação aos básicos. Os grupamentos ácidos na superfície do material (bagaço de malte) atribuem características absorventes por troca iônica e reações de complexação (GOMEZ-GONZALEZ *et al.*, 2016).

5.3 ANÁLISE DE QUALIDADE DURANTE A VIDA ÚTIL DAS FORMULAÇÕES DOS REQUEIJÕES CONTROLE, PILSEN E WEISS

5.3.1 pH e Acidez

Com relação aos parâmetros de qualidade (Tabela 5), foi possível verificar que os requeijões elaborados de bagaço de malte Weiss (AW5%) e Pilsen (AP5%) diferiram da amostra controle (AC; $p < 0,05$) do dia 7, 14, 21 e 28 relacionados ao parâmetro de pH. Sendo observada uma variação do pH ao longo do tempo de análise, por ser um fator importante dentro da identificação da qualidade de requeijões, estando relacionado na influência de outros parâmetros como acidez e que podem estar diretamente relacionados com a textura do produto final. Assim, a diminuição do pH entre as amostras corrobora com o aumento de ácido láctico, gerado pela presença de bactérias ácido lácteas na matriz.

Quanto a acidez (Tabela 5) a amostra do dia 21 referente a AW5%, apresentou diferença quanto ao controle, e AP5% demonstrou diferença significativa no dia 7 ($p < 0,05$). Os valores de pH e acidez se correspondem entre si, ou seja, o aumento da acidez está relacionado à diminuição do pH, notando-se que a acidez foi maior no final dos 28 dias de vida útil entre as amostras de requeijão analisadas.

Tal comportamento de relação entre pH e acidez para a incorporação do bagaço de malte ao requeijão é evidenciado por ocasionar maior atuação das bactérias naturais do leite, e consequentemente, maior degradação metabólica da lactose e açúcares mais simples, quando estas estão na presença de produtos fibrosos e geram maior quantidade de ácido láctico.

Tabela 5- Avaliação do pH e acidez durante o tempo de vida útil de requeijão desenvolvido com concentrações em 5% de extrato de bagaço de malte weiss e pilsen

Parâmetros	Tempo (dias)	AC	AW5%	AP5%
pH	0	7,12 ± 0,03	7,03 ± 0,06	7,04 ± 0,02
	7	7,05 ± 0,07	6,84 ± 0,02***	6,92 ± 0,01**
	14	7,31 ± 0,05	7,09 ± 0,01***	7,07 ± 0,02***
	21	6,87 ± 0,06	6,68 ± 0,02***	6,66 ± 0,04***
	28	7,06 ± 0,07	6,74 ± 0,03***	6,78 ± 0,01***
Acidez	0	2,33 ± 0,62	1,61 ± 0,32	2,16 ± 0,29
	7	1,75 ± 0,66	2,33 ± 0,28	2,80 ± 0,08*
	14	1,60 ± 0,20	2,26 ± 0,11	1,70 ± 0,00
	21	1,60 ± 0,52	2,70 ± 0,30*	2,40 ± 0,19
	28	3,00 ± 0,20	3,46 ± 1,01	2,43 ± 0,20#

AC – Amostra controle; AW – Amostra com extrato de bagaço de malte Weiss; AP – Amostra com extrato de bagaço de malte Pilsen.

Dados expressos como média ± desvio padrão (n = 3). *Significa diferença estatística com relação a AC em mesmo tempo de análise. Sendo, para pH: **p<0,01 e ***p<0,001; para acidez: *p<0,05 e # diferença estatística em relação a amostra AW em mesmo tempo de análise, onde #p<0,05.

Fonte: Autora.

Lima (2019) verificou valores de pH entre 6,12 e 6,18 e de acidez entre 5,65 e 6,49 % de ácido láctico em formulações de requeijão, próximos dos encontrados neste estudo. Barbosa *et al.* (2016) encontrou diferenças nos valores de acidez em produtos lácteos elaborados com inulina, uma fibra não digerível, em um tempo de vida útil de 21 dias com valores variando entre 0,14 e 23,11, também relacionado ao tipo de ácido utilizado na coagulação do leite.

Segundo Macedo *et al.* (2008) a formação em grande quantidade de ácido láctico em produtos laticínios podem acarretar na desestabilização das micelas de caseína que proporcionam na obtenção de *flavors* característicos na matriz láctea. Além do mais, o processo de refrigeração aumenta o teor de acidez titulável, a partir da ação dos microrganismos presentes no meio relacionados ao seu potencial de acidificação da matriz, inerentes a parâmetros de estocagem como a temperatura e tempo de exposição do produto desenvolvido nestas condições. Sabendo-se que a presença de fibras no produto láctea faz com que haja maior produção de ácido láctico por bactérias ácido lácteas.

5.3.2 Atividade de Água (Aw) e Umidade

A atividade de água e a umidade são parâmetros que estão correlacionados durante a elaboração de um produto alimentício, sendo a umidade fator importante que pode influenciar economicamente e no rendimento do produto final. A Tabela 6 demonstra que no tempo de 7 dias a Aw dos requeijões adicionados com 5% do extrato de bagaço de malte (AW5% e AP5%)

diferiram significativamente da amostra controle (AC) diminuindo o valor de Aw, mas se mantendo estáveis nos tempos posteriores até o dia 28. No entanto, o teor de umidade atribuído ao produto com AW5% e AP5% só se manteve estável e similar à amostra controle no tempo 14.

Tabela 6- Avaliação da atividade de água e umidade durante o tempo de vida útil de requeijão desenvolvido com concentrações em 5% de bagaço de malte weiss e pilsen

Parâmetros	Tempo (dias)	AC	AW5%	AP5%
Aw	0	0,99 ± 0,00	1,00 ± 0,00	0,99 ± 0,00
	7	1,01 ± 0,01	0,98 ± 0,00**	0,97 ± 0,02***
	14	1,00 ± 0,00	0,99 ± 0,00	0,99 ± 0,00
	21	0,99 ± 0,00	0,99 ± 0,00	0,99 ± 0,00
	28	1,00 ± 0,01	0,99 ± 0,00	0,99 ± 0,00
Umidade	0	60,00 ± 0,00	56,00 ± 0,00***	56,00 ± 0,01***
	7	59,00 ± 0,00	54,00 ± 0,00***	54,00 ± 0,01***
	14	56,00 ± 0,00	56,00 ± 0,00	56,00 ± 0,00
	21	60,00 ± 0,00	57,00 ± 0,00***	57,00 ± 0,00***
	28	60,00 ± 0,00	56,00 ± 0,00***	57,00 ± 0,00***

AC – Amostra controle; AW – Amostra com extrato de bagaço de malte Weiss; AP – Amostra com extrato de bagaço de malte Pilsen.

Dados expressos como média ± desvio padrão (n = 3). *Significa diferença estatística com relação a AC em mesmo tempo de análise. Sendo, **p<0,01 e ***p<0,001.

Fonte: Autora.

Durante a elaboração de requeijão, as proteínas influenciam nas propriedades emulsificantes e de retenção de água do produto, atribuindo melhor retenção da umidade e rendimento após processamento (HOFFMANN, 2003). De acordo com Souza (2012) uma umidade muito alta em produtos lácteos, como o requeijão, pode interferir na sua utilização em receitas culinárias, podendo ocasionar no rompimento de massas durante a fritura. Um requeijão com baixo teor de umidade como o elaborado neste estudo pode ser aplicado na elaboração de outros produtos, garantindo a seguridade do processo de frituras, por exemplo. Souza (2012) ainda corrobora afirmando que uma baixa Aw influencia no menor desenvolvimento de microrganismos possivelmente patogênicos e que podem vir a estar presentes no produto, caso não sejam realizadas boas práticas de fabricação.

Soares *et al.* (2002) e Oliveira *et al.* (2014) obtiveram valores semelhantes de umidade em requeijão com reduzido teor de gordura e queijo coalho caprino potencialmente probiótico, respectivamente. A umidade juntamente com a atividade de água, podem influenciar no crescimento de microrganismos e reações bioquímicas após a obtenção do produto final que interferem no seu tempo de vida útil.

5.3.3 Cor

A variabilidade de intensidade de cores em produtos é resposta de substâncias orgânicas (proteínas, carboidratos e lipídios) presentes em sua composição. Outro fator importante está relacionado a incorporação do bagaço de malte as formulações de requeijão cremoso que variaram em 5 % com a amostra controle. A Tabela 7 traz os parâmetros de Luminosidade (L) e das cromas a* (verde ao vermelho) e b* (azul ao amarelo). Relacionando as amostras com o parâmetro L, nota-se que AW5% e AP5% são mais escuras que AC, diferindo-se significativamente em todos os tempos de vida de prateleira do produto. Também é possível observar que AP5% e AW5% diferem entre si em relação a esse parâmetro a partir do tempo 7 ao 28. Estas diferenças estão relacionadas à adição do bagaço de malte que possui uma cor amarronzada e a presença dos compostos fenólicos que um possui em maior taxa em comparação ao outro, como foi observado na Tabela 4.

Tabela 7- Avaliação dos parâmetros de cor (L, a* e b*) durante o tempo de vida útil de requeijão desenvolvido com concentrações de 5% de bagaço de malte weiss e pilsen

Parâmetros	Tempo (dias)	AC	AW5%	AP5%
L	0	87,53 ± 0,28	57,82 ± 0,51***	59,66 ± 0,75***
	7	84,31 ± 0,08	62,97 ± 1,98***	52,91 ± 1,56***###
	14	84,87 ± 0,95	57,10 ± 1,46***	53,79 ± 0,45***###
	21	82,91 ± 0,49	46,14 ± 0,54***	50,51 ± 0,78***###
	28	65,94 ± 0,78	42,67 ± 0,79***	39,78 ± 0,17***###
a*	0	1,14 ± 0,06	5,27 ± 0,01***	5,11 ± 0,14***
	7	1,85 ± 0,12	4,63 ± 0,01***	4,99 ± 0,13***###
	14	1,34 ± 0,01	4,23 ± 0,07***	3,83 ± 0,08***###
	21	1,37 ± 0,02	4,43 ± 0,14**	4,20 ± 0,13***###
	28	1,55 ± 0,01	2,80 ± 0,03***	4,20 ± 0,17***###
b*	0	17,53 ± 0,33	15,54 ± 0,10***	15,63 ± 0,31***
	7	17,76 ± 0,69	14,22 ± 0,07***	14,57 ± 0,31***
	14	15,46 ± 0,11	13,04 ± 0,16***	11,88 ± 0,08***###
	21	16,22 ± 0,21	13,34 ± 0,29***	12,69 ± 0,19***#
	28	15,93 ± 0,10	11,69 ± 0,07***	12,16 ± 0,20***

AC – Amostra controle; AW – Amostra com extrato de bagaço de malte Weiss; AP – Amostra com extrato de bagaço de malte Pilsen.

Dados expressos como média ± desvio padrão (n = 3). *Significa diferença estatística com relação a AC em mesmo tempo de análise. Sendo, para L, a* e b*: ***p<0,001; #Significa diferença estatística em relação a amostra AW em mesmo tempo de análise, onde ##p<0,01, ###p<0,001 e #p<0,05.

Fonte: Autora.

Ainda relacionando os parâmetros de cor (Tabela 7), a os cromas a* e b* retratam as mesmas condições de L, ou seja, houve diferença das amostras contendo BM (AW5% e AP5%) em relação a AC. No entanto, as amostras de requeijão com extrato do bagaço de Pilsen

diferiram da amostra adicionada de Weiss nos tempos 14 e 21, considerando que a intensidade de cores em AP5% foi menor dentre esses dias.

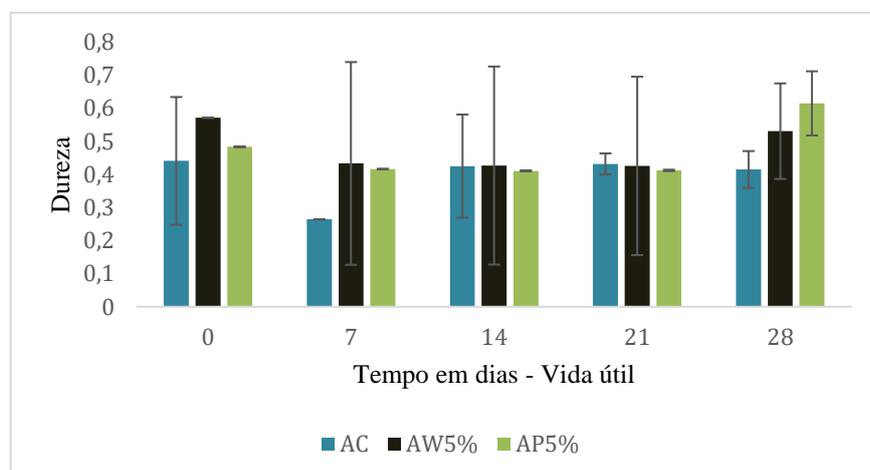
Os valores padrões para L, podem variar de 0 (preto) e 100 (branco) (TORRES, 2015). Os valores encontrados neste estudo variaram entre 87,53 (AC) e 39,78 (AP5%), mostrando que a adição do extrato de bagaço de malte pode influenciar diretamente na cor dos requeijões elaborados. Sobral (2007) também encontrou em amostras de queijo minas frescal variações de cor mais intensas entre as cromas a^* e b^* que intensificam uma cor mais amarelada nas amostras.

Segundo Aryana e McGrew (2007) a tendência estabelecida pelas cromas (a^* e b^*) para a cor amarela e vermelha, está associada aos ingredientes utilizados para o preparo do requeijão e adição do bagaço de malte. Também afirmam que a alteração dos parâmetros de cor nos tempos iniciais (0, 7, 14 dias) está associada ao período em que o requeijão cremoso confira estabilidade em sua composição.

5.3.4 Parâmetros de Textura

Para a análise instrumental de textura foram avaliados os perfis de dureza e viscosidade (Figura 11 e 12). Observa-se na Figura 11 que o comportamento das amostras é se tornarem mais firmes conforme o tempo de vida de prateleira do produto. Nota-se que a amostra AP5% demonstra uma firmeza regular equivalente a amostra AW5%, em comparação a controle (AC). Podendo estar relacionado a presença de um maior potencial fibroso entre os carboidratos presentes na amostra AW5%.

Figura 11- Avaliação dos parâmetros de dureza durante o tempo de vida útil de requeijão desenvolvido com concentrações em 5% de extrato de bagaço de malte weiss e pilsen

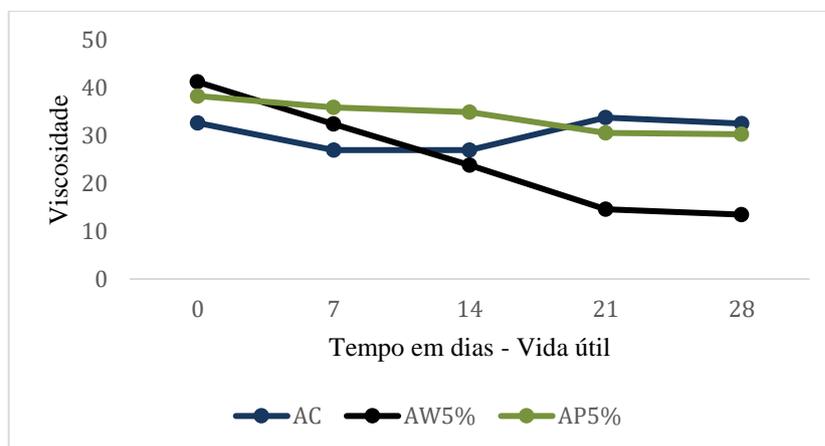


Fonte: Autora.

Fox *et al.* (2000) identificaram que um dos principais fatores que afetam a dureza de produtos como o requeijão é o pH, grau de maturação da massa, tempo, temperatura e agitação durante a elaboração do produto. Souza *et al.* (2014) mostram que a incorporação de substâncias diferentes, como soro e possíveis outros extratos, também corroboraram para modificações na textura do requeijão. Sendo assim, os mesmos fatores que afetam a dureza do requeijão estão associados a alterações de outras características do produto (como a gomosidade e elasticidade) (GONÇALVES, 2010).

Com a interação da água com as fibras do bagaço de malte ao produto no decorrer do tempo de vida útil, verifica-se na Figura 12 que o requeijão AP5% e AW5% diminuem sua viscosidade em comparação a amostra controle (AC) no decorrer de 28 dias. Sendo perceptível que AP5% possui menor viscosidade em relação a AW5%, mantendo a consistência no decorrer de 28 dias mais similar ao tempo inicial das análises. Sabe-se que a presença de material fibroso em matriz láctea faz com que haja uma maior produção de ácido láctico, decorrente de bactérias lácteas presentes no produto. Assim, o aumento de ácido láctico pode acometer na desestabilização das micelas, ocasionando em um produto mais viscoso.

Figura 12- Avaliação dos parâmetros de viscosidade durante o tempo de vida útil de requeijão desenvolvido com concentrações em 5% de extrato de bagaço de malte weiss e pilsen



Fonte: Autora.

De acordo com RAPACCI *et al.* (1998), a textura é uma característica que tem função primordial na aceitação do requeijão cremoso e, em diversas situações, é tão significativo para o consumidor quanto um aspecto de sabor e aroma. Essa consequência aponta a relevância da pesquisa da ligação do teor de gordura e de umidade e, dessa maneira, na textura em requeijões light. Efeito similar foi observado por Cunha *et al.* (2006) na classificação da aceitabilidade de queijos com teores de gordura e umidade distintos.

6 CONCLUSÃO

A conduta experimental para os extratos de bagaço de malte Weiss e Pilsen demonstrou que ambos possuem potencial para serem aplicados em formulações de novos produtos alimentícios, uma vez que ambos os extratos apresentaram atividade antioxidante avaliada pelos métodos de ABTS e DPPH. Além do mais, o extrato de BM do tipo Pilsen demonstrou maiores teores de compostos fenólicos, contribuindo para sua atividade antioxidante.

Também foi possível verificar que os extratos de bagaço de malte possuem regiões que correspondem a compostos químicos associados ao grupo dos flavonoides e que influenciam diretamente nos parâmetros de qualidade (A_w , umidade, pH e acidez) do requeijão adicionado de 5% de Weiss e Pilsen.

Foi realizável a inserção do bagaço de malte como parte dos ingredientes da formulação do requeijão. Sendo possível observar que os parâmetros de qualidade dos requeijões elaborados com BM dos tipos Weiss e Pilsen apresentaram diferença em relação à amostra controle, principalmente nos valores de Luminosidade e associados aos valores de pH e acidez, condizentes a presença do material fibroso fazendo com que as bactérias ácido lácticas produzam mais ácido láctico decorrente do maior consumo de carboidratos. A textura do produto também apresentou diferenças quanto a viscosidade, no qual o produto AP5% foi menos viscoso em relação a AW5%, com relação ao controle devido a inserção do bagaço de malte rico em fibras.

No entanto, considerando um produto com potencial antioxidante e estável durante um tempo de vida de prateleira, se torna interessante a aplicabilidade do extrato de malte do tipo Pilsen quando se relaciona o teor de sua atividade antioxidante e disponibilidade de compostos fenólicos quando comparado ao bagaço de Weiss.

Por fim, mais estudos devem ser conduzidos a fim de demonstrar a aplicabilidade do bagaço de malte diretamente nas formulações de requeijão, como reológicos, microbiológicos, entre outros.

REFERÊNCIAS

- ALIYU, S.; BALA, M. Brewer's spent grain: A review of its potentials and applications. **African Journal of Biotechnology**. v.10, n.3, p.324–331, 2011.
- ALMEIDA, A. R. **Compostos bioativos do bagaço de malte: fenólicos, capacidade antioxidante in vitro e atividade antibacteriana**. 2014. 74 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2014.
- AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL**. 18th ed. Gaithersburg, MD, USA, 2012.
- ARAÚJO, Y.L.F.M. et al. Comparação entre duas técnicas utilizadas no teste de sensibilidade antibacteriana do extrato hidroalcolico de própolis vermelha. **Scientia Plena**, v. 7, n. 4, 2011.
- ARYANA, K.J.; MCGREW, P. Quality attributes of yogurt with *Lactobacillus casei* and various prebiotics. **LWT - Food Science and Technology**, v.40, p.1808-1814, 2007.
- ASSIS, H. M.; CAVALCANTI, M. T.; GONÇALVES, M. C.; LIMA, T. L. S.; QUEIROGA, I. M. B. N. Craft beer: components and production processes. In: **Anais II CIAGRO 2021**, Recife, p. 1-20, 2021. II Congresso Internacional da Agroindústria, 2021, Recife.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO. **Produção brasileira de produtos lácteos de estabelecimentos sob inspeção federal**. São Paulo, 2002.
- APOSTOLIDES, Z.; BALENTINE, D. A.; HARBOWY, M. E.; HARA, Y.; WEISBURGER, J. H. Inhibition of PhIP mutagenicity by catechins and by theaflavins and gallate esters, **Mutat. Res.**, vol. 389 (23), p.167–172, 1997.
- BAILEY, A. E. **Bailey's Industrial Oil and Fat Products**, 5th ed., John Wiley: New York, vol. 3, 1996
- BARBOSA, I. C. *et al.* Influence of the addition of *Lactobacillus acidophilus* La-05, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* Bb-12 and inulin on the technological, physicochemical, microbiological and sensory features of creamy goat cheese. **Food & Function**, v. 7, p. 4356 – 4371, 2016.
- BARBOSA, J. B. **Ciência e Tecnologia de Queijos II (Tal-202) Revisão de Queijos**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Sergipe, 2014.
- BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; DAVIDSON, P. M.; DREHER, M.; HARTEL, R. W.; JUNEJA, L. R.; KAREL, M.; YADA, R. Y. Dairy Science and Technology. **Editorial Advisory Board**, 2nd. p.577-610, 2006.
- BARBOSA, V. F. **Caracterização do perfil da ação do ácido gálico e seus derivados sobre processos oxidativos in vitro e ex vivo** / Vanessa de Frias Barbosa. – Araraquara, 2010. 84 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Programa de Pós Graduação em Biociências e Biotecnologia Aplicada à Farmácia.

BARROS, R. G. C.; ANDRADE, J. K. S.; DENADAI, M, et al. Brazilian exotic fruit residues. **Food Research International**, S0963996917306671, 2017.
doi:10.1016/j.foodres.2017.09.082

BELETI, M. A.; DUARTE, F.; GEORG-KRAEMER, J. E. A temperatura no desenvolvimento da atividade das enzimas (1-3, 1-4) - β -glucanases e degradação de β -glucanos durante a malteação. **Ciência Rural**, v. 42, n. 3, p. 467-473, 2012.

BIANCO, A. *et al.* The role of microorganisms on biotransformation of brewers' spent grain. **Applied Microbiology and Biotechnology**, 2020.

BIELI, B. C.; MARQUES, D. R.; MARCHI, L. B. *et al.* Produção de snack extrusado com adição de farinha de bagaço de malte. **Revista Tecnológica**. Maringá, p. 321-326, Ed. Especial, 2014. **Biotechnology**, v. 53, n. April 2018, p. 1–8, 2019.
doi.org/10.1016/j.nbt.2019.06.005

BOTTERWECK, A. A. M.; VERHAGEN, H.; GOLDBOHM, R. A.; KLEINJANS, J.; Food Chem. **Toxicol.**38, 599, 2000.

BRASIL. Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, D, 03 ago.

BRASIL. Ministério Da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução – RDC nº12 de 2 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2001.

BREWER, M. S. Natural Antioxidants: sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. **Food Science and Food Safety**, v. 10, n. 4, p. 221–247, 2011.

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. **Ciência Agrotécnica**, v.33, n.5, p.1392-1399, 2009.

CABRAL FILHO, S. L. S. **Avaliação do resíduo de cervejaria em dietas de ruminantes através de técnicas nucleares e correlatas**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1999.

CALDERON-MONTANO, J. M.; E. BURGOS-MORON, C. PEREZ-GUERRERO, M. LOPEZ-LAZARO. A review on the dietary flavonoid kaempferol, **Mini-Reviews in Medicinal Chemistry** 11(4), 298-344, 2011.

CASTELO-BRANCO, V. N.; SANTANA, I.; DI-SARLI, V. O. *et al.* Antioxidant capacity is a surrogate measure of the quality and stability of vegetable oils. **European Journal of Lipid. Science and Technology**, 118(2), 224– 235, 2016. doi:10.1002/ejlt.201400299

CATANEO, C.B.; CALLIARI, V.; GONZAGA, L.V.; KUSKOSKI, E.M.; FETT, R. Atividade antioxidante e conteúdo fenólico do resíduo agroindustrial da produção de vinho. **Semina: Ciênc. Agrárias**, v. 29(1), p. 93-102, 2008.

CECHINEL FILHO, V.; YUNES, R. A. In: YUNES, R. A.; CALIXTO, J. B. **Plantas Medicinais sob a Ótica da Química Medicinal Moderna**. Chapecó: Editora Universitária ARGOS, Parte I, Cap. 1, 47-75, 2001.

CERQUEIRA, F. M.; MEDEIROS, M. H. G; AUGUSTO, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Química Nova**, 30(2):441-9, 2007.

CETIN, I.; YESILBAG, D.; CENGIZ, S. S.; BELENLI, D. Effects of supplementation with Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) volatile oil on growth performance, meat MDA level and selected plasma antioxidant parameters in quail diets. **Kafkas Univ Vet Fak Derg**, v. 2, p. 283 – 288, 2017.

CHAHINE, M. H.; MACNEILL, R. F.; J. Am. Oil Chem. **Soc.** 51, 37, 1974.

CHAVES, G. P.; COGO, S. L.; JAEKEL, L. Z. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO BAGAÇO DE MALTE E DE BARRAS DE CEREAL ADICIONADAS DE BAGAÇO DE MALTE, **Congresso Brasileiro de Cereais e Panificação – CBCP**, 2022.

CHEN, A. Y.; CHEN, Y. C. A review of the dietary flavonoid, kaempferol on human health and cancer chemoprevention, **Food Chemistry** 138(4), 2099-107, 2013.

CLARK, J. H.; MURPHY, M. R.; CROOKER, B. A. Supplying the protein needs of dairy cattle from by products feeds. **Journal of Dairy Science**. v.70, p.1092- 1109, 1987.

CORDEIRO, L. G.; EL-AOUAR, A. A.; GUSMÃO, R. P. Caracterização do bagaço de malte oriundos de cervejarias. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 3p, Nota Técnica, 2012.

CORREIA, L. F. et al. Aproveitamento do bagaço de malte como adsorvente para a remoção do corante azul de metileno. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, e730997781, 2020.

CORTES, F.; CABANA, R.; VEGA, D.; AGUIRRE, H.; MUÑOZ, R. Variáveis influentes em comportamento ambiental em alunos de unidades educacionais, região de Coquimbo-Chile. **Estudios Pedagógico (Valdivia)**, 43(2), 27-46. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052017000200002>

CORY, H.; PASSARELLI, S.; SZETO, J. et al. The role of polyphenols in human health and food systems: a mini-review. **Front. Nutr.** 5, 1–9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00087>, 2018.

CUNHA C. R. et al. Use of low concentration factor ultrafiltration retentates in reduced fat “Minas Frescal” cheese manufacture: effect on composition, proteolysis, viscoelastic properties and sensory acceptance. **International Dairy Journal**, v.16, n.3, p.215-224, 2006.

CROZIER, A.; JAGANATH, I. B.; CLIFFORD, M. N. Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health. **Natural Product Reports**, Cambridge, v. 26, n. 8, p. 1001 - 1043, 2009.

DAMODARAM, S.; PARKIN, L. K.; FENNEMA, R. O. **Química de Alimentos de Fennema**. 4^o Ed. Rev. e Atualizado, 1088 p, 2010.

DILLMANN, L. **Estudos preliminares de extração e verificação da atividade antioxidante do extrato de bagaço de malte**. 2018. Monografia (Graduação em Licenciatura em Química), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

DINESH, D. J.; CHEORUN, J. Potential Application of Essential Oils as Natural Antioxidants in Meat and Meat Products: a Review. **Food Reviews International**, v. 30, n. 1, p. 71-90, 2014.

DONNELI, J. K.; ROBINSON, D. S. Inveted review free radical in foods. **Free Radical Res.** v.22, n.2, p.147-176, 1995.

DOS SANTOS, D. M.; BUKZEM, A. L.; ASCHERI D. P. R. et al. Microwave-assisted carboxymethylation of cellulose extracted from brewer's spent grain. **Carbohydr Polym** 131:125–133, 2015. doi: 10.1016/j.carbpol.2015.05.051

DRAGONE, S. I. M. **Aproveitamento integral de subproduto da indústria cervejeira em processos químicos e biotecnológicos**. 2007. 173 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia Industrial)-Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

DUTHIE, G.; GARDNER, P.; MORICE, P.; MCPHAIL, D. The Contribution of α -Tocopherol and γ -Tocopherol to the Antioxidant Capacity of Several Edible Plant Oils. **Natural Science**, 8, 41-48, 2016. doi: 10.4236/ns.2016.82005

EL-DEIR, S. G. **Resíduos sólidos: perspectivas e desafios para a gestão integrada** / Soraya Giovanetti El-Deir. -- 1. ed. -- Recife: EDUFRPE, 2014. 393 p.

ESSLINGER, H. M. **Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets**, v. 1 Weinheim, Germany: Wiley-VCH, 2009.

FARCAS, A. C. et al. Volatile profile, fatty acids composition and total phenolics content of brewers' spent grain by-product with potential use in the development of new functional foods. **Journal of Cereal Science**, v. 64, p. 34-42, 2015.

FERRAZ, A. I.; AMORIM, C.; TAVARES, T.; TEIXEIRA, J. A. Chromium(III) biosorption onto spent grains residual from brewing industry: equilibrium, kinetics and column studies. **Int J Environ Sci Technol** 12:1591–1602, 2015. doi: 10.1007/s13762-014-0539-6

FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE STANLEY, G.H.A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, n.1, p. 497-509, 1957.

FORNI, C.; FACCHIANO, F.; BARTOLI, M.; et al. Beneficial role of phytochemicals on oxidative stress and age-related diseases. **BioMed Res. Int.** 1–16., 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/8748253>

FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M.; McSWEENEY, P. L. **Fundamentals of Cheese Science**, Springer US, 1 Ed. p. 85, 2000.

FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M.; McSWEENEY, P. L. H. Fundamentals of cheese Science. **Gaithersburg: Aspen Publishers**, 2000.

FOX, P. F.; O'CONNOR, T. P.; McSWEENEY, P. L. H.; GUINEE, T. P.; O'BRIEN, N. M. Cheese: Physical, Biochemical, and Nutritional Aspects. **Academic Press**. vol .39, p. 163–328, 1996. doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S1043-4526(08)60075-3

FRANÇA, M. L.; SOUZA, S. S.; MARQUES, N. S. F. Benefícios da prática de exercício físico em pacientes com síndrome metabólica. **DECiência em Foco**; 1(1):30-47, 2017.

GERON, L. J. V. **Caracterização química, digestibilidade, fermentação ruminal e produção de leite em vacas alimentadas com resíduo de cervejaria nas rações**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, 2006.

GIULIANI, C. S. et al. Elaboração de bolo enriquecido com fibras a partir da utilização de resíduo de cervejaria. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 9, p. 15396-15404, 2019.

GOMEZ-GONZALEZ, R.; CERINO-CÓRDOVA, F.J.; GARCIA-LEÓN, A. M. et al. Lead biosorption onto coffee grounds: Comparative analysis of several optimization techniques using equilibrium adsorption models and ANN. **J Taiwan Inst Chem Eng** 0:1–10, 2016. doi: 10.1016/j.jtice.2016.08.038

GONÇALVES, M. C. **Efeito da adição de caseinato de cálcio e do tempo de cozimento na textura, funcionalidade e aceitação sensorial do requeijão culinário**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

GRUNDHOFER, P.; NIEMETZ, R.; SCHILLING, G.; GROSS, G. G. Biosynthesis and subcellular distribution of hydrolysable tannins. **Phytochemistry**, v. 57; p. 915-927, 2001.

HALLIWELL, B. Food-derived antioxidants: How to evaluate their importance in food and in vivo. In: **Handbook of antioxidants**, 2. ed., Marcel Decker, USA: Enrique Cadenas e Lester Packer, p.31-33, 2002.

HAMINIUK, C. W. I.; MACIEL, G. M.; PLATA-OVIEDO, M. S. V.. PERALTA R. M Phenolic compounds in fruits – an overview. **International Journal of Food Science and Technology**. v.47, p.2023–2044, 2012.

HANSEN, C. **Problemas Típicos de queijos Minas Frescal** (2008). <http://cienciadoleite.com.br/noticia/2815/problemas-tipicos-de-queijos-minas-frescal> Acesso em: 02 de outubro de 2022.

HARTMAN, L.; LAGO, B. C. Rapid preparation of fatty methyl esters from lipids, **Laboratory Practice**, v. 22, p. 475-477, 1973.<http://www.anvisa.gov.br/legis>. Acesso em: 05 de outubro de 2022.

HAUNG, D. Dietary Antioxidants and Health Promotion. **Antioxidants**, 2018. <https://doi.org/10.3390/antiox7010009>

HOFFMANN, C.D.M. **Estudo da utilização de concentrado protéico de soro de queijo obtido por ultrafiltrado (cpsu), em requeijão cremoso**. Dissertação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

HORN, P. A.; PEDRON, N. B.; JUNGES, L. H.; REBELO, A. M.; SILVA FILHO, H. H. da; ZENI, A. L. B. Antioxidant profile at the different stages of craft beers production: the role of phenolic compounds. **European Food Research and Technology**, v. 247, n. 2, p. 439-452, nov. 2020.

HUNG, P. V. Phenolic Compounds of Cereals and Their Antioxidant Capacity. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 56:1, 25-35, 2016. DOI: 10.1080/10408398.2012.708909

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Ed. 4. Versão eletrônica. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglia -- São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p. 1020, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**, 3ed., São Paulo, 1985.

IORIZZO, M.; COPPOLA, F.; LETIZIA, F.; TESTA, B.; SORRENTINO, E. Role of yeasts in the brewing process: tradition and innovation. **Processes**, v. 9, n. 5, p. 839, maio 2021.

IVANISOVÁ, E.; MENHARTOVÁ, K.; TEREJTEVA, M.; et al. The evaluation of chemical, antioxidant, antimicrobial and sensory properties of kombucha tea beverage. **J Food Sci Technol**, 57, 1840–1846, <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04217-3>, 2020

JACKSON, M. **Cerveja**. Jorge Zahar Ed. Rio de Janeiro, 2009.

JIA, N. et al. Antioxidant activity of black currant (*Ribes nigrum* L.) extract and its inhibitory effect on lipid and protein oxidation of pork patties during chilled storage. **Meat Science**, v. 91, n. 4, p. 533-539, 2012.

JONES, L. V.; PERYAM, D. R.; THURSTONE, L. L. Development of a scale for measuring soldiers' food preferences. **Food Research**, v. 20, p. 512-520, 1955.

JORGE, N.; GONÇALVES, L. A. G. **Boletim SBCTA**, 32, 40, 1998.

KABIR, F.; TOW, W. W.; HAMAUZU, Y.; KATAYAMA, S. et al. Antioxidant and cytoprotective activities of extracts prepared from fruit and vegetable wastes and by-products. **Food Chemistry**, 167, 358-362. 2015. doi:10.1016/j.foodchem.2014.06.099

KÄHKÖNEN, M. P.; HOPIA, A. I.; VUORELA, H. J.; HAUHA, J. P.; PIHLAJA, K.; KUJALA, T. S.; HEINONEN, M. Antioxidant activity of plants extracts containing phenolic compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.47, p. 3954-3962, 1999.

KARAKAYA, M.; BAYRAK, E.; ULUSOY, K. Use of natural antioxidants in meat and meat Products. **Journal of Food Science and Engineering**, v. 1, n. 1, p. 1, 2011.

KARAKAYA, S. Bioavailability of phenolic compounds. **Crit Rev Food Sci Nutr.**, 44(6):453-64, 2004.

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium’s health. **International Journal of Food Science and Technology**. v.36, p.703–725, 2001.

KEMPPAINEN, K.; ROMMI, K.; HOLOPAINEN, U.; KRUUS, K. Steam explosion of brewer’s spent grain improves enzymatic digestibility of carbohydrates and affects solubility and stability of proteins. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 180, p. 94-108, 2016. DOI 10.1007/s12010-016-2085-9.

KIM, J.Y. Antimelanogenic and Antioxidant Properties of Gallic Acid. **Biol. Pharm. Bull.**, 30(6), 1052-1055, 2007.

Kumar, S., Pandey, A.K., 2013. Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview. **The Scientific World Journal**, 2013.

KROLOW, A. C. R.; RIBEIRO, M. E. R. **Obtenção de leite com qualidade e elaboração de derivados**. EMBRAPA, doc. 154, Pelotas, RS, p. 30-37, 2006.

KUNZE, W. **Technology brewing and malting**. Berlim: VLB, 1997.

KYNGMI MS, EBELER E. Flavonoid effects on DNA oxidation at low concentrations relevant to physiological levels. **Food Chem Toxicol.**, 46:96-104, 2008.

LAGUERRE, M.; LECOMTE, J., VILLENEUVE, P. Evolution of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. Review. **Progress in Lipid Research**, v. 46, p. 244-282, 2007.

LAVICH, B.; BASSO, C. Produtos de panificação elaborados com bagaço cervejeiro. **Revista Higiene Alimentar**, Vol. 30 – nº 254/255, 2016.

LAW, B. A.; TAMIME, A. Y. Cheese Ripening and Cheese Flavor Technology. In: LAW, B.A.; TAMIME, A.Y. (Eds.), **Technology of Cheesemaking**, 2nd Edition. Wiley-Blackwell, p. 231-239, 2010.

LAWRENCE, R. C.; CREAMER, L. K.; GILLES, J. Texture Development During Cheese Ripening. Symposium: Cheese Ripening Technology. **J Dairy Sci** (70) 1748- 1760, 1987.

LIMA, K. R. **PERFIL FÍSICO-QUÍMICO DE REQUEIJÃO CREMOSO OBTIDO A PARTIR DE DIFERENTES COAGULANTES**. 2019. 47 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, Rio Verde, 2019. Disponível em: https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_11/2021-06-14-10-07-43disserta%C3%A7%C3%A3o_Katyuscya%20Rodrigues%20Lima.pdf. Acesso em: 21

LIU F. Antioxidant activity of garlic acid from rose flowers in senescence accelerated mice. **Life Sci.**, 77:230-40, 2005.

LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. Atividade antioxidante do extrato de sementes de limão (*Citrus limon*) adicionado ao óleo de soja em teste de estocagem acelerada. **Química Nova**, v. 32, n. 4, p. 946–949, 2009.

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

Macedo L.N., Luchese, R.H., Guerra, A.F.; Barbosa, C.G. Efeito prebiótico do mel sobre o crescimento e viabilidade de *Bifidobacterium* spp. e *Lactobacillus* spp. em leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 28, 935-942, 2008.

MADHAVI, D. L.; Salunkhe, D. K. Em Antioxidants; Maga, J.; Tu, A. T., eds.; **Marcel Dekker**: New York, 1995, p. 89.

MAISUTHISAKUL, P.; SUTTAJIT, M.; PONGSAWATMANIT, R. Assessment of phenolic content and free radical-scavenging capacity of some Thai indigenous plants. **Food Chemistry**, v. 100, p. 1409-1418, 2007.

MALIN, E. L.; TUNICK M. H. Chemistry of Structure-Function Relationships in Cheese. In: **Advances In Experimental Medicine and Biology**, (367) 161-237, 1995.

MAMANI, H.; ESTRADA, E.; GALLEGOS, N.; HUAYPAR, K. Atitudes em relação conservação ambiental em adolescentes do ensino médio em Madre de Deus Peru. **Ciência Amazônica (Iquitos)**, 8(1), 99-110, 2020.

MARIUTTI, L. R. B.; NOGUEIRA, G. C.; BRAGAGNOLO, N. Lipid and cholesterol oxidation in chicken meat are inhibited by sage but not by garlic. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 6, p. C909-C915, 2011.

MASISI, K.; BETA, T.; MOGHADASIAN, M. H.; Antioxidant properties of diverse cereal grains: a review on in vitro and in vivo studies, **Food Chemistry**, 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.021>

MASSARDI, M. M.; MASSINI, R. M. M.; SILVA, D. J. Caracterização química do bagaço do malte e avaliação do seu potencial para obtenção de produtos de valor agregado. **The Journal of Engineering and Exact Sciences - JCEC**, Viçosa, v. 6, n. 1, p. 1- 9, 2020.

MASSARDI, M. M.; MASSINI, R. M. N.; SILVA, D. J. Caracterização Química do bagaço de malte e Avaliação do seu potencial para obtenção de produtos de valor agregado. **The Journal of Engineering and Exact Sciences – jCEC**. Vol. 06, nº 1, 2020.

McSWEENEY, P. L. H. Ultrafiltration of cheese milk A2 - McSweeney, P.L.H. BT - Cheese Problems Solved. (CRC Press LLC, Org.), **Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition**. New York: Woodhead Publishing., 2007. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1533/9781845693534.163>

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 1991.

MELO, H. H. A. et al. **Estudo de Diferentes Concentrações de Leveduras Reaproveitadas para Produção de Cerveja Artesanal "Pale Ale"**. SIC. Almenara: Instituto Federal Norte de Minas Gerais. 2017.

MOREIRA, A. V. B.; MANCINI FILHO, J. Atividade Antioxidante das Especiarias Mostarda, Canela e Erva-doce em Sistemas Aquoso e Lipídico. **Nutrire – Revista Sociedade Brasileira Alimento Nutrição - Journal Brazilian Society Food Nutrition**. São Paulo, v. 25, p.44-45, 2003.

MUKAI, K.; MORIMOTO, H.; OKAUCHI, Y.; NAGAOKA, S. **Lipids**, 1993, 28, 753.
MURCIA, M. A.; EGEA, I.; ROMOJARO, F.; PARRAS, P.; JIMÉNEZ, A. M.; MARTÍNEZ-TOMÉ, M. Antioxidant Evolution in dessert spices compared with common food additives, influence of irradiation procedure. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 52, p. 1872- 1881, 2004.

MUSSATTO, S. I.; DRAGONE, G.; ROBERTO, I. C. Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications. **Journal of Cereal Science**, v. 43, p. 1-14, 2006. DOI 10.1016/j.jcs.2005.06.001.

MUSSATTO, S. I.; DRAGONE, G.; ROBERTO, I. C. Brewers' spent grain: Generation, characteristics and potential applications. **Journal of Cereal Science**, v. 43, n. 1, p. 1–14, 2006.

MUSSATTO, S. I. Brewer's spent grain: a valuable feedstock for industrial applications. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94(7). p. 1264-1275, 2014. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6486>.

NARDINI, M.; GARAGUSO, I. Characterization of bioactive compounds and antioxidant activity of fruit beers. **Food Chemistry**, 305(), 125437, 2020. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.125437

NASCIMENTO, C. S. **PROSPECÇÃO DE PRODUTOS INOVADORES COM A UTILIZAÇÃO DO BAGAÇO DE MALTE NA FABRICAÇÃO DE GELATOS**. 2023. 66 f. TCC (Graduação) - Curso de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia Para Inovação, Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2020.

NATALELLO, A. et al. Effect of feeding pomegranate by-product on fatty acid composition of ruminal digesta, liver and muscle in lambs. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 67, 4472-4482, 2019.

NEELAM, A. K.; SHARMA, K. K. Fenilpropanóides e seus derivados: atividades biológicas e seu papel nas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 60:16, 2655- 2675, 2020. DOI: 10.1080 / 10408398.2019 .1653822

NIGAM, P. S. An overview: Recycling of solid barley waste generated as a by-product in distillery and brewery. **Waste Management**, v. 62, p. 255-261, 2017, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.02.018>

NOCENTE, F., TADDEI, F., GALASSI, E., GAZZA, L. Upcycling of brewers spent grain by production of dry pasta with higher nutritional potential. **Food Science and Technology**, 114, 108421, 2019.

OLIVEIRA, T. B. DE; GALVÃO JUNIOR, A. C. Planejamento municipal na gestão dos resíduos sólidos urbanos e na organização da coleta seletiva. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 1, p. 55–64, 2016.

OLIVEIRA, M. E. G.; GARCIA, E. F.; OLIVEIRA, C. E. V.; GOMES, A. M. P.; PINTADO, M. M. E.; MADUREIRA, A. R. M. F.; CONCEIÇÃO, M. L.; QUEIROGA, R. C. R. E.; SOUZA, E. L. Addition of probiotic bacteria in a semi-hard goat cheese (coalho): Survival to simulated gastrointestinal conditions and inhibitory effect against pathogenic bacteria. **Food Research International**, v. 64, p. 241-247, 2014.

OUTEIRIÑO, D.; COSTA-TRIGO, I.; PAZ, A.; DEIVE, F. J.; RODRÍGUEZ, A.; DOMÍNGUEZ, J. M. Biorefining brewery spent grain polysaccharides through biotuning of ionic liquids. **Carbohydrate Polymers**, v. 203, p. 265-274, 2019. DOI 10.1016/j.carbpol.2018.09.042.

OUIDORIA (2020). **Gestão de resíduos sólidos no Peru em tempos de COVID-19: Recomendações para proteger os direitos à saúde e ao meio ambiente**. Lima: DefenSoria del Pueblo

PANAGIOTOPOULOS, I. A.; KARAOGLANOGLU, L. S.; KOULLAS, D. P.; BAKKER, R. R.; CLAASSEN, P. A. M.; KOUKIOS, E. G. Technical suitability mapping of feedstocks for biological hydrogen production. **Journal of Cleaner Production**, v. 102, p. 521-528, 2015.

PAREJO, I.; VILADOMAT, F.; BASTIDA, J.; ROSASROMERO, A.; FLERLAGE, N.; BURILLO, J.; CODINA, C. Comparison between the radical-scavenging activity and antioxidant activity of six distilled and non-distilled mediterranean herbs and aromatic plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 50, n. 23, p. 6882-6890, 2002.

PAULA, C. J.; CARVALHO, A. F.; FURTADO, M. M. Princípios básicos de fabricação de queijos: Do histórico à salga. **Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”**, 64, 19–25, 2009.

PEJIN, B.; CIRIC, A.; MARKOVIC, J. D.; et al. Insight into anti-biofilm and anti-quorum sensing activities of the selected anthocyanidins: The case study of *Pseudomonas aeruginosa* PAO1. **Natural Product Research**, 31(10), 1177– 1180, 2017.

PINHEIRO et al. Intensifying ethanol production from brewer's spent grain waste: Use of whole slurry at high solid loadings. **New Biotechnology**, v. 53, n. April 2018, p. 1 - 8, 2019.

PODSEDEK, A. Natural antioxidants capacity of brassica vegetables: a review. **J Food Compos Anal**, 40:1-11. 2007.

POTI, F.; SANTI, D.; SPAGGIARI, G. et al. Polyphenol health effects on cardiovascular and neurodegenerative disorders: a review and meta-analysis. **Int. J. Mol. Sci.** 20, 351. 2019. <https://doi.org/10.3390/ijms20020351>

PRESTES, D. N.; SPESSATO, A.; TALHAMENTO, A.; GULARTE, M. A.; SCHIRMER, M. Artigas; VANIER, N. L.; ROMBALDI, C. V. The addition of defatted rice bran to malted rice improves the quality of rice beer. **Lwt**, v. 112, p. 108262, 2019.

QUIDEAU, S. *et al.* Plant polyphenols: chemical properties, biological activities, and synthesis. **Angewandte Chemie, International Edition**, Weinheim, v. 50, n. 3, p. 586 - 621, 2011.

RACHTANAPUN, P. *et al.* Characterization of chitosan film incorporated with curcumin extract. **Polymers**, v. 13, n. 6, 2021.

RAPACCI, M. **Estudo comparativo das características físicas e químicas, reológicas e sensoriais do requeijão cremoso obtido por fermentação láctica acidificação direta**. Tese de doutorado, UNICAMP, Campinas, 1997.

RAPACCI, M. *et al.* Requeijão cremoso: avaliação do perfil de textura. **Revista Indústria de Laticínios**, v.3, p.64-69, 1998.

Reinold. M. **Manual Prático de Cervejaria**. 1. Ed. São Paulo: Aden, 1997. 213p.

REISHE, D. W.; LILLIARD, D. A.; EITENMILLER, R. R. **Em Antioxidants**. New York: Marcel Dekker, 1997.

RIGO, M.; BEZERRA, J. R. M. V.; RODRIGUES, D. D.; TEIXEIRA, Â. M **Avaliação físico-química e sensorial de biscoitos tipo cookie adicionados de farinha de bagaço demalte como fonte de fibra**. Guarapuava, 2017. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/2cda/dc04466bf86f93a663146cc7c2bf0bfa1561.pdf>>. Acesso em: 2 jul. 2022.

ROCHA GARCIA, C.E. *et al.* Antioxidantes utilizados na indústria cárnea: quais são os aditivos inibidores da rancidez nos produtos cárneos. **Revista Nacional da Carne**, v.26, n.299, p.36-51, 2002.

ROSA, N. A.; AFONSO, J. C. A Química da Cerveja. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 98–105, ago. 2015.

SANTOS, M.; JIMÉNEZ, J. J.; BARTOLOMÉ, B.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C.; DEL NOZAL, J. J. Variability of brewer's spent grain within a brewery. **Food Chemistry**, v.80, p.17-21, 2003.

SCHUINA, G. L.; QUELHAS, J. O. F.; CARVALHO, G. B. M.; BIANCHI, V. L. *del.* Use of carqueja (*Baccharis trimera* (Less.) DC. Asteraceae) as a total substitute for hops in the production of lager beer. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, n. 10, p. 1-8, 9 jul. 2020.

SHAH, S. R.; UKAEGBU, C. I.; HAMID, H. A.; ALARA, O. R. Evaluation of antioxidant and antibacterial activities of the stems of *Flammulina velutipes* and *Hypsizygus tessellatus* (white and brown var.) extracted with different solvents. **J. Food Meas. Charact.**, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11694-018-9810-8>

SHARMA, A.; SHAHZAD, B.; REHMAN, A.; BHARDWAJ, R.; et al. Response of Phenylpropanoid Pathway and the Role of Polyphenols in Plants under Abiotic Stress. **Molecules**, 24, 2452, 2019. <https://doi.org/10.3390/molecules24132452>

SHOJAEI, F.; SANI, A. L. I. M. Role of enzyme in cheese making. **Ludus Vitalis**, XI, 112–115, 2015.

SICOBÉ - Sistema de Controle de Produção de Bebidas. **Produção cervejas e refrigerantes – Embalagem e região geográfica**, sem data. Disponível em <http://www.receita.fazenda.gov.br/pessoajuridica/bebidas/SistContrProdSicobe.htm>, Acesso em: Agosto de 2022.

SILVA, P. H. F. **Fracionamento da biomassa lignocelulósica pelo processo organosolv**. 2017. 101 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Química e Biológica) – Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

SILVA, R. C. **Elaboração e caracterização de requeijão cremoso bubalino saborizado com frutas tropicais**. 2020. 94f. Dissertação (Trabalho de conclusão do curso Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Paraubebas, 2020.

SILVA, M. J. S. **PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL TIPO WEISS ADICIONADA DE MANGA CV. ESPADA**. 2020. 151 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2020.

SILVA, R. F. C. D.; PINHEIRO, E. M. Plano Cervejeiro de uma Microcervejaria Artesanal, Maranhão. **Produção Online, ABEPRO**, São Luís, v. 18, n. 3, p. 1102-1122, 2018.

SILVA, T. R.; FERREIRA, M. W. Resíduo de cervejaria na alimentação de frangos. **PUBVET - Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**. Campo Grande, v. 11, n. 12, p. 1274- 1279, Dez, 2017.

SILVA, V. B. et al. Resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cabras. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Rio de Janeiro, v. 39, n. 7, p. 1595-1599, 2010.

SILVA, V.; IGREJAS, G.; FALCO, V.; et al. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of phenolic compounds extracted from wine industry byproducts, **Food Control**, 2018. doi: 10.1016/j.foodcont.2018.05.031

SILVA, W. S. **Qualidade e atividade antioxidante em frutos de variedades de aceroleira**. Dissertação [Mestrado em Tecnologia de Alimentos] - Universidade Federal do Ceará; 2008.

Soares, F.M., Fonseca, L.M., Martins, R.T., Machado, E.C., Pereira Jr., F.N., Fonseca, C.S.P. Influência do concentrado proteico de soro na composição do requeijão em barra com teor reduzido de gordura. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 54, 1-7, 2002.

SOBRAL, D. **Otimização do processo de fabricação de análogos de requeijão culinário**. Campinas, São Paulo, Universidade de Campinas, 2007.

SOBRAL, D.; CHEMINAND E PAULA, M. M.; DE PAULA, J. C. J.; COSTA, R. G. B.; TEODORO, V. A. M. Derretimento de requeijão culinário fabricado com proteína concentrada do leite. **Revista Indústria de Laticínios**, ano XXIII, n. 136, p.90-93, 2019.

SOCACI, S. A.; FĂRCAȘ, A. C.; DIACONEASA, Z. M. et al. Influence of the extraction solvent on phenolic content, antioxidant, antimicrobial and antimutagenic activities of brewers' spent grain. **Journal of Cereal Science**, v. 80, p. 180–187, 2018.

SOUZA, A. B.; COSTA JÚNIOR, L. C. G.; PERRONE, I. T.; STEPHANI, R.; ALMEIDA, D. F. Parametros de textura em queijos processados: Influência da utilização de concentrados proteicos de leite e de soro. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 69, n.3, p. 181-192, 2014.

SOUZA, L. **Indústria de Laticínios: embalagem - como escolher a que vende mais**. São Paulo: Ingredientes e Tecnologias, 2012. 8 p. Disponível em: https://ital.agricultura.sp.gov.br/arquivos/tl/artigos/requeijao_culinario.pdf. Acesso em: 22 out. 2022.

STEINBERG, F. M.; BEARDEN, M. M.; KEEN, C. L. Cocoa and chocolate flavonoids: implications for cardiovascular health. **Journal of the American Dietetic Association**. v.103, n.2, p.215-223, 2003.

STURM, B.; BUTCHER, M.; WANG, Y.; HUANG, Y.; ROSKILLY, T.. The feasibility of the sustainable energy supply from bio wastes for a small scale brewery – A case study. **Applied Thermal Engineering**, v. 39, p. 45-52, 2012. DOI 10.1016/j.applthermaleng.2012.01.036.

ŠTULÍKOVÁ, K.; NOVÁK, J.; VLČEK, J.; ŠAVEL, J.; KOŠIN, P.; DOSTÁLEK, P. Bottle Conditioning: technology and mechanisms applied in refermented beers. **Beverages**, v. 6, n. 3, p. 56, set. 2020.

SULEIRIA, H. A. R.; BARROW, C. J.; DUNSHEA, R. R. Triagem e caracterização de compostos fenólicos e sua capacidade antioxidante em diferentes cascas de frutas. **Foods**, 9, 1206, 2020. <https://doi.org/10.3390/foods9091206>

SZABO, M.; IDITOIU, C.; CHAMBRE, D.; LUPEA, A. Improved DPPH determination for antioxidant activity spectrophotometric assay. **Chemical Papers**. v.61, p214–216, 2007.

TALBOT-WALSH, G.; KANNAR, D.; SELOMULYA, C. A review on technological parameters and recent advances in the fortification of processed cheese. **Trends in Food Science & Technology**, 81, 193-202, 2018.

TELES, J. C. **Remoção de DQO e nitrogênio de microcervejaria em biorreator de leite empacotado com aeração intermitente**. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), UEPG, 113f, 2021.

TORRES, F. R. **Estudo Das Características Sensoriais, Físicas E Químicas Em Requeijão Cremoso Tradicional E Adicionado De Amido E Gordura Vegetal, Obtidos No Comércio Varejista**. Universidade Federal Fluminense Faculdade de Veterinária Programa

de Pós-Graduação em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal, 2020.

TORRES, F. R., ESMERINO, E. A., CARR, B. T., FERRÃO, L. L., GRANATO, D., PIMENTEL, T. C., & CRUZ, A. G. Rapid consumer-based sensory characterization of requeijão cremoso, a spreadable processed cheese: Performance of new statistical approaches to evaluate check-all-that-apply data. **Journal of Dairy Science**, 100(8), 6100-6110, 2017.

TORRES, I. C.; HANSEN, E. Environmental licensing in microbreweries: an assesment based on industry performance indicators. **Revista Tecnologia e Tendências**, Novo Hamburgo, v. 10, n. 1, p. 182-199, 2019.

TSAI, Y. et al. Antioxidant, anti-inflammatory, and antiproliferative activities of extracts from different parts of farmed and wild *Glossogynia tenuifolia*. **Industrial Crops and Products**, v. 57, p. 98-105, 2014.

TSAO, R. Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. **Nutrients**, Basileia, v. 2, n. 12, p. 1231 - 1246, 2010.

TSCHOPE, E. C. **Micro cervejarias e Cervejarias: A História, a Arte e a Tecnologia**. 1.ed. São Paulo: Aden, 2001.

TSCHOEKE, I. C.P.; SILVA, R. J.M.C.L.; SILVA, J. P. da; MARQUES, O. M.; VINHAS, G. M.; SANTOS, A. M.P.; SOUZA, T. P.C. Kinetic modelling of a brewery mashing: a multidimensional approach. **Food and Bioproducts Processing**, v. 116, p. 130-139, jul. 2019.

VAN DEN EINDE, R. M.; VAN DER GOOT, A. J.; BOOM, R. M. Understanding molecular weight reduction of starch during heating-shearing processes. **J. Food Sci.**, v. 68, n. 8, p. 2396-2404, 2003.

VAN DENDER, A.G.F. **Requeijão cremoso e outros queijos fundidos: tecnologia de fabricação, controle do processo e aspectos de mercado**. São Paulo. Fonte Comunicações, 2006.

VENTURINI FILHO, W.G.; CEREDA, M.P. Cerveja. In: Almeida Lima, U., Acquarone, E., Borzani, W., Schmidell, W. **Biotechnologia Industrial** (Biotechnologia na produção de alimentos). v.4, p. 91-144, Edgar Blücher, Brasil, 2001.

WALSTRA, P. **Dairy Science and Technology**. 2nd. Ed. Boca Raton: CRC, 2006.

WANG, C.; WANG, H.; LI, X.; ZHANG, C. Effects of oxygen concentration in modified atmosphere packaging on water holding capacity of pork steaks. **Meat Science**, v.148, p.189-197, 2019.

WATERS, D. M. et al. Fibre, protein and mineral fortification of wheat bread through milled and fermented brewer's spent grain enrichment. **Eur Food Res Technol**, 235, p. 767-778, 2012.

WEGER, A.; JUNG, R.; STENZEL, F.; HORNUNG, A. Optimized energetic usage brewers' spent grains. **Chemical Engineering & Technology**, v. 40, n. 2, p. 306-312, 2017. DOI 10.1002/ceat.201600186.

WU, Y.; JIANG, L.; WEN, Y. et al. Biosorption of Basic Violet 5BN and Basic Green by waste brewery's yeast from single and multicomponent systems. **Environ Sci Pollut Res** 19:510–521, 2012. doi: 10.1007/s11356-011-0577-2

WUST, D. M. **Elaboração e caracterização de biscoito tipo cookie com bagaço demalte proveniente da elaboração de cerveja artesanal**. Dourados, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/2364/1/DhyellenMayaraWust.pdf>>. Acesso em: 3 jul. 2022.