

ESTUDOS DE CASO NO

Ensino de Ciências da Natureza 1

Química em Foco



ORGANIZADORES:

- Salete Linhares Queiroz
- Caio Moralez de Figueiredo

Autoras e autores

Adriana Gruli de Melo
Arthur Moraes Franco da Rocha
Caio Moralez de Figueiredo
Cyntia Vasconcelos de Almeida
Daniel Yanke Brasilino
Eduardo Orlando Bartaquim
Evelin Ribeiro Cardoso
Felipe Santana Pena
Giovane Santos dos Reis
Gustavo Vasconcelos Gomes
Helainy Wanyessy Kenya Rodrigues Silva Chagas
Iuri Neves Soares
Kleyton Junior Gomes de Morais

Letícia Tagliavini de Assis
Lucas Freitas Feitosa
Matheus Gotha
Natália Wolf de Faria
Pablo Abreu Alves
Pedro Augusto Sponchiado
Priscila Martini de Souza
Rafael Cava Mori
Renata Almeida Chagas
Ricardo Matos
Salette Linhares Queiroz
Thiago Wedson Hilario
Winnie Evelyn Valeria Perez Vite

Organizadores

Salette Linhares Queiroz
Caio Moralez de Figueiredo

Projeto gráfico e Diagramação

Diagrama Editorial

Capa

Eldes de Paula Oliveira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

E82 Estudos de caso no ensino de ciências da natureza 1 [recurso eletrônico]: Química em foco / organizado por Salette Linhares Queiroz, Caio Moralez de Figueiredo. - São Carlos : Diagrama Acadêmico, 2025. 139 p. ; PDF ; 1,6 MB.

Vários autores.
Inclui índice e bibliografia.
ISBN: 978-65-995167-7-1 (Ebook)

1. Química. 2. Educação. 3. Formação de professores. I. Queiroz, Salette Linhares. II. Figueiredo, Caio Moralez de. III. Título.

2025-4478

CDD 540
CDU 54

Elaborado por Odílio Hilario Moreira Junior - CRB-8/9949

Índice para catálogo sistemático:

1. Química 540
2. Química 54



Rua XV de Novembro, 2190, sala 8
Telefone/WhatsApp: (16) 99614-8949
CEP 13560-240 - São Carlos/SP
www.diagramaeditorial.com.br

CAPÍTULO 11

ESTUDO DE CASO: O DESAFIO DO MALTE

GUSTAVO VASCONCELOS GOMES¹WINNIE EVELYN VALERIA PEREZ VITE²PABLO ABREU ALVES³

Clara vive na cidade de Pilsenburgo. Desde pequena, ela sempre foi muito curiosa e tinha interesse pelas coisas que a rodeavam. Seu pai, Daniel, trabalha como mestre cervejeiro e é dono de uma pequena cervejaria artesanal na cidade, onde se dedica com paixão à produção de cervejas especiais. Nas conversas de família ele frequentemente comentava sobre as etapas do processo de fabricação, mas Clara nunca havia tido a chance de acompanhar isso de perto.

Em uma bela tarde de sábado, Clara decidiu visitar a cervejaria. Algo nas explicações que seu pai dava sempre deixava sua imaginação fervilhando, e ela finalmente quis ver com seus próprios olhos como tudo funcionava. Ao chegar, Clara foi recebida por ele, que a guiou pela fábrica, mostrando cada detalhe com entusiasmo.

– Aqui é onde o processo de mosturação acontece. Nessa etapa todo o malte moído é misturado com água quente para remover os açúcares do malte. Após esse processo, tem que tirar todo o resto de bagaço de malte.

Daniel apontou para um grande recipiente cheio de um material marrom claro, que estava próximo ao equipamento.

- Tudo isso aqui é o bagaço de malte, que sobra após a produção da cerveja.
- Nossa, é muita coisa, né? E o que você faz com isso, pai? Joga tudo fora?
- Infelizmente, sim. Nós tentamos doar para alguns agricultores locais de vez em quando, mas a maioria acaba indo para o lixo.
- Será que não tem nenhuma utilidade para isso? Parece ser muito rejeito para jogar fora dessa forma!

1 Mestrando do Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia da Universidade de São Paulo.

2 Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Química do Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo.

3 Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Química do Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo.

Clara passou o resto da visita à fábrica distraída, pensando na quantidade de resíduo que já havia sido descartado. Ao final, esperou seu pai terminar o serviço e foi para casa com uma curiosidade e a sensação de que poderia fazer algo para evitar todo aquele descarte. Chegando em casa ela enviou uma mensagem para seu amigo Filipe, um estudante de química, para buscar ajuda com relação à situação.

– Oi, Filipe! Tudo bem, contigo? Hoje fui ver a fábrica do meu pai. Você acredita que ele joga fora um monte de bagaço de malte? Será que não tem como aproveitar isso?

Coloque-se na posição de Filipe e ajude Clara, propondo pelo menos duas soluções que resultem no reaproveitamento do bagaço do malte gerado pela cervejaria e argumente a favor de uma delas.

11.1 APONTAMENTOS DIDÁTICOS

O caso aborda a produção da cerveja e o descarte consciente de resíduos contendo malte, englobando assim questões ambientais, econômicas, sociais e de logística, com potencialidade para promover discussões diversas, em contextos variados de componentes curriculares.

O malte é um ingrediente fundamental na produção da cerveja, sendo feito a partir de grãos, geralmente de cevada, que passam pelo processo de maltagem: hidratação, germinação, secagem e torra. Durante a germinação, o grão começa a se desenvolver como planta, processo estimulado pela hidratação e interrompido pela secagem. Isso promove a formação de enzimas, açúcares fermentáveis e nutrientes cruciais para a fermentação alcoólica, sendo essencial na fabricação da cerveja. Outrossim, o malte pode apresentar características variadas, dependendo da intensidade e duração da secagem durante a maltagem⁴.

O malte também é utilizado na etapa de mostura, onde é moído e adicionado à água quente. Esse processo tem como objetivo extrair os açúcares fermentáveis do grão, transferindo-os para a água, resultando no mosto, um líquido rico em nutrientes. Durante a fabricação da cerveja o mosto recebe ainda a adição de leveduras, que promovem a fermentação, e de lúpulo, uma planta que confere amargor, aromas característicos e atua como conservante e estabilizante natural.

4 George G. Stewart, “Beer: raw materials and wort production”, *Encyclopedia of Food and Health*, pp. 355-363, 2016. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00058-1>

Ingredientes adicionais, como especiarias e frutas, também podem ser incluídos para criar novos sabores e aromas, embora isso seja opcional. Após o processo de fermentação, o mosto transforma-se na cerveja pronta para consumo⁵.

O tipo, a quantidade e o tratamento do malte impactam diretamente as características sensoriais da cerveja, como sabor, cor e textura. Por exemplo, existem maltes mais claros e adocicados, bem como maltes escuros, que podem apresentar notas de caramelo, chocolate ou café. Existem também diferentes tipos de malte, como o malte base, que é usado como principal fonte de açúcares, e maltes especiais, que são adicionados para dar características específicas à bebida.

Após cumprir sua função no processo de fabricação, o bagaço do malte torna-se um rejeito industrial. Em 2023, estima-se que tenham sido gerados 5 milhões de toneladas desse resíduo⁶. Diante desse panorama, emergem questionamentos relevantes: quais são os impactos ambientais do descarte inadequado do bagaço de malte? E como garantir que ele seja descartado de forma correta?

Pode-se apontar, como um impacto indesejado do descarte inadequado do bagaço do malte, o seu acúmulo no solo e em corpos hídricos. Isso resulta em poluição no solo e na água. Esse acúmulo pode, por exemplo, ocasionar a eutrofização, um aumento descontrolado de nutrientes que favorece o crescimento de cianobactérias e algas na superfície da água, impedindo a passagem efetiva da luz solar, atrapalhando o processo de fotossíntese dentro dos corpos d'água e, consequentemente, matando os animais marinhos por insuficiência de oxigênio dissolvido. Portanto, tendo em vista que o setor cervejeiro cresce a cada ano, assim como uma melhor preservação ambiental, é necessário que as indústrias cervejeiras busquem formas alternativas ao descarte do bagaço do malte.

As características do malte, a sua utilização no processo industrial e os impactos ambientais gerados pelos descartes podem ser exploradas em aulas que envolvam processos químicos, fermentação, nutrição humana e animal, agrotóxicos, adubação, propriedades organolépticas, química de alimentos, agricultura e processos industriais, podendo-se citar os seguintes componentes curriculares: Química Orgânica; Análise de Compostos Orgânicos; Química Orgânica Tecnológica; Princípios de Processos Químicos; Processos Biotecnológicos na Indústria de Alimentos; Química Ambiental; Química de Alimentos.

Os processos de maltagem e mostura também podem ser abordados em componentes curriculares relativos à química industrial, já que, além de conceitos

5 Larissa Bicalho Pimenta *et al.*, “A história e o processo da produção da cerveja: uma revisão”, *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 37, n. 3, e26715, 2020. <https://doi.org/10.35977/o104-1096.cct2020.v37.26715>

6 Mauricio Marsarioli, “Identificação e avaliação de geração de resíduos em processo de produção de cerveja em microcervejaria e proposição de reutilização”, dissertação de mestrado, Lajeado, Universidade do Vale do Taquari, 2019.

químicos, temas vinculados à tecnologia e processo industrial podem ser discutidos. Dentre os possíveis componentes estão: Tecnologias Aplicadas à Química Industrial; Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal; Projeto Tecnológico em Química; Microbiologia Alimentar; Bromatologia (Química Bromatológica).

As discussões que podem surgir a partir das temáticas presentes no caso propiciam o cumprimento de recomendações existentes nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química⁷. Com efeito, dentre as habilidades citadas como desejáveis de um graduado em química estão: “Possuir conhecimento da utilização de processos de manuseio e descarte de materiais e de rejeitos, tendo em vista a preservação da qualidade do ambiente” (p. 5); “Saber realizar avaliação crítica da aplicação do conhecimento em Química tendo em vista o diagnóstico e o equacionamento de questões sociais e ambientais” (p. 5); “Ter noções dos principais processos de preparação de materiais para uso da indústria química (...)” (p. 5); “Saber realizar o controle de operações ou processos químicos no âmbito de atividades de indústria, vendas, marketing, segurança, administração pública e outras (...)” (p. 5).

11.2 CARACTERÍSTICAS DO CASO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

Tendo como base os critérios elencados por Herreid *et al.*⁸, o caso aqui apresentado pode ser classificado como um bom caso. Isso se deve, primeiramente, por ser curto, ocupando uma única página. Ademais, espera-se que o caso seja capaz de manter a atenção do leitor, algo fomentado pela simplicidade da pergunta motivadora, que possibilita a discussão de diversos tópicos, como química ambiental e descarte de resíduos.

Um bom caso abarca conflitos, algo presente no caso, acerca de qual o melhor destino para o resíduo de malte, sendo que existem diversas possibilidades de reúso, evitando assim contaminações ambientais. Vale ressaltar que não existe um procedimento padrão e obrigatório para esse descarte ou reúso, abrindo margem para que diferentes estratégias sejam adotadas.

O caso também é de fácil compreensão e adota uma linguagem acessível, além de apresentar um elemento de humor ao colocar o nome da cidade como uma referência a um tipo de cerveja, a Pilsen. Além disso, os personagens são facil-

7 Brasil, Ministério da Educação, “Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química”, disponível em: https://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/2001/pces1303_01.pdf. Acesso em 01 ago. 2025.

8 Clyde Freeman Herreid *et al.*, “What makes a good case, revisited: the survey monkey tells all”, *Journal of College Science Teaching*, vol. 46, n. 1, pp. 60-65, 2016.

mente identificáveis e precisam confrontar uma situação factível de acontecer na carreira de um químico. Isso tudo causa empatia nos leitores, que acabam conectando-se com o caso.

Por conseguinte, o caso apresenta um problema que aceita diversas soluções, incentivando os alunos a refletir sobre a situação em um contexto amplo, além de utilizar o pensamento crítico e a habilidade de tomada de decisão na escolha das suas respostas.

Finalmente, pode-se dizer que o caso é atual, já que o Brasil é um dos países que mais consome cerveja no mundo⁹, além da indústria cervejeira ser uma das que mais crescem anualmente. Nesse contexto, destacam-se os dados do Ministério da Agricultura e Pecuária que revelaram um aumento de 12% no setor entre 2021 e 2022 e um crescimento adicional de 6,8% de 2022 para 2023, totalizando 1847 cervejarias em atividade no país. Ademais, estima-se que a produção nacional de cerveja, em 2023, tenha alcançado cerca de 14 bilhões de litros¹⁰. Existe ainda um fator cultural muito forte, já que é comum consumir cerveja em estádios de futebol, o esporte mais popular no Brasil e um dos mais famosos do planeta¹¹.

A jornada da cerveja propriamente dita no Brasil teve início na ocupação de Pernambuco por parte dos holandeses (1634-1654), embora os indígenas nativos já fabricassem para consumo próprio uma bebida oriunda da fermentação de grãos¹². Outro marco foi a criação da primeira cervejeira do país, algo ocorrido em Recife no século XVII¹³. Mesmo assim, foram necessários séculos para que a cultura cervejeira comesse a ser abraçada pelos brasileiros, algo que começou com a criação da Companhia Antárctica Paulista e da Manufatura de Cerveja Brahma Villiger & Companhia. No decorrer do século XX, essas duas empresas passaram a dominar a indústria cervejeira no país, abrindo filiais em boa parte

9 Edin Lakasing, Zul A. Mirza, “Football and alcohol: a short diary of a long and complex relationship”, *London Journal of Primary Care*, vol. 2, n. 1, pp. 78-80, 2009. <https://doi.org/10.1080/17571472.2009.11493253>

10 Brasil, Ministério da Agricultura e da Pecuária, “Anuário da Cerveja 2024”, 2024, disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/anuarios-de-produtos-de-origem-vegetal-pasta/anuario-da-cerveja-2024-ano-referencia-2023/view>. Acesso em 01 ago. 2025.

11 Hilário Franco Júnior, “Brasil, país do futebol?”, *Revista USP*, n. 99, pp. 45-56, 2013. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.voi99p45-56>

12 Victor de Vargas Giorgi, “Cultos em cerveja: discursos sobre a cerveja artesanal no Brasil”, *Sociedade e Cultura*, vol. 18, n. 1, pp. 101-111, 2015. <https://doi.org/10.5216/sec.v18i1.40607>

13 Tatiana Rotolo, Eduardo Marcusso, “A cerveja no Brasil Holandês: notas sobre a instalação da primeira cervejaria do Brasil”, *Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade*, vol. 6, n. 1, pp. 74-93, 2019.

do território nacional. Esse domínio passa a se consolidar ainda mais com a fusão, em 1999, das duas empresas, formando a Companhia de Bebidas das Américas¹⁴.

Diversas outras produtoras de pequeno, médio e grande porte começaram a surgir a partir dos anos 2000, com a criação, por exemplo, da Eisenbahn e da Colorado, que se baseavam muito na ideia de consumo local, criando laços culturais e sociais com as populações mais próximas das fábricas¹⁵. Além disso, observa-se, no decorrer das duas primeiras décadas do século XXI, a estruturação de uma “cultura cervejeira” no Brasil, algo motivado não somente pelo crescimento do consumo e da indústria em si, mas pela promoção de festivais, eventos relacionados com a produção e o consumo de cerveja.

Essa cultura, que também envolve formas singulares de comunicação e atitudes próprias, tem fortes inspirações em movimentos cervejeiros da Europa e dos Estados Unidos da América, que se formaram com base em um processo contemporâneo de “gourmetização” dos alimentos e bebidas. Ou seja, acrescentar variantes mais sofisticadas ou que aparentam ser de alta qualidade de produtos já amplamente conhecidos, revitalizando certos tipos de comércio e colocando uma função que vai além do nutrir¹⁶. Outrossim, existe uma questão de classes sociais no consumo da bebida, algo apontado por Pierre Bourdieu¹⁷, já que pessoas pertencentes a classes com menor poder aquisitivo, conseguem comprar bebidas consideradas de “luxo”, criando uma falsa sensação de aproximação entre realidades distintas, o que alega algumas delas.

Todo esse movimento recente, por exemplo, acabou por fomentar a criação de microcervejarias por todo o país, algumas delas cadastradas na Associação Brasileira de Cerveja Artesanal¹⁸. Muitos desses produtores, além de visarem a produção de linhas gourmet, fabricam cervejas para públicos específicos, como aqueles que possuem restrições alimentares e os que buscam uma vida mais saudável, o que ajuda a compor uma cultura de público diversificado e abrangente, dando combustível para o ciclo cervejeiro no Brasil.

A indústria cervejeira, conforme mencionado, está em destaque atualmente e o reúso do bagaço do malte é um assunto que passa a ganhar relevância. Com isso, dadas as informações expostas e a contemporaneidade do tema, justifica-se assim a sua relevância.

14 Sérgio de Paula Santos, *Os primórdios da cerveja no Brasil*, São Paulo, Ateliê Editorial, 2004.

15 Tatiana Rotulo, “Cultura Cervejeira: breve história da cerveja artesanal”, *Revista Ingesta*, vol. 1, n. 2, pp. 141-142, 2019. <https://doi.org/10.11606/issn.2596-3147.v1i2p141-142>

16 Valter Palmieri Júnior, *A gourmetização em uma sociedade desigual [recurso eletrônico]: um estudo sobre a diferenciação no consumo de alimentos industrializados no Brasil*, tese de doutorado, Campinas, Universidade Estadual de Campinas, 2017.

17 Pierre Bourdieu, *A distinção: crítica social do julgamento*, São Paulo, Edusp, 2007.

18 Associação Brasileira de Cerveja Artesanal, disponível em: <https://abracerva.com.br>. Acesso em 01 ago. 2025.

11.3 FONTE DE INSPIRAÇÃO NA PRODUÇÃO DO CASO

A inspiração principal para o caso tem como base a experiência, relatada pelo primeiro autor deste capítulo, que trabalhou em uma cervejaria. Lá, ele foi confrontado com o problema do descarte do bagaço do malte, algo que não possui um procedimento fixo, abrindo espaço para que estratégias sejam pensadas.

11.4 SOLUÇÕES PARA O CASO E CONTEÚDOS DE QUÍMICA EM PAUTA

Tendo em vista as opções de reúso para o bagaço do malte oriundo da indústria cervejeira, quatro opções se destacam: alimentação de animais; alimentação humana; biocombustível e fonte de energia renovável; e fertilização do solo.

11.4.1 ALIMENTAÇÃO DE ANIMAIS

Reportagens recentes, entre 2022 e 2024, destacaram a possibilidades de uso para o bagaço do malte, como a produção de proteína vegetal, sendo uma opção alternativa à carne, algo pesquisado na Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas¹⁹. Assim, esses produtos de origem vegetal apresentam uma opção mais saudável, com menos aditivos e conservantes, sendo complementar e alternativa aos alimentos de origem animal.

A primeira solução proposta para o caso está fundamentada no reúso do resíduo de malte para a alimentação de animais, em específico os que são criados na pecuária, como os ruminantes. Um dos fatores que possibilita esse uso é o fato do malte possuir proteínas que não são degradadas no rúmen, fazendo com elas sejam efetivamente absorvidas pelo intestino delgado²⁰.

Estudos mostram aplicações bem sucedidas do extrato de malte na dieta de aves e vacas leiteiras, sendo um bom substituto de algumas fontes de amido e

19 Felipe Mateus, “Resíduo da indústria cervejeira tem alto valor nutricional”, *Jornal da Unicamp*, 705 ed., 2024, disponível em: <https://jornal.unicamp.br/edicao/705/residuo-da-industria-cervejeira-tem-alto-valor-nutricional/>. Acesso em 01 ago. 2025.

20 Jéssica Motta Carvalho *et al.*, “Utilização do bagaço de malte como alimentação animal: uma alternativa para o pequeno produtor”, *Cadernos UniFOA*, vol. 16, n. 46, 2021. <https://doi.org/10.47385/cadunifoa.v16.n46.3411>

açúcar, como o milho moído, apresentando também um bom teor de carboidratos fermentáveis e atividade antioxidante atrelada ao seu conteúdo de vitamina E²¹.

Mesmo sendo muito vantajoso na nutrição animal, existem pontos negativos com relação ao uso do bagaço do malte, como a sua alta umidade, o que aumenta sua chance de mofar²², e o fato dele não ser suficiente para uma alimentação balanceada dos ruminantes e seu acesso dificultado nos casos em que as indústrias cervejeiras estejam localizadas longe da criação de animais.

No que tange aos processos que ocorrem no sistema digestivo dos ruminantes, cabe destacar a produção de metano e dióxido de carbono, no rúmen, a partir da fermentação de acetatos, butiratos e propanoatos presentes em carboidratos fibrosos e não fibrosos. O malte, por possuir carboidratos de fermentação rápida, diminui a produção desses gases de efeito estufa. Além disso, o rúmen também ajuda na digestão de gliceróis, galactoses, peptídeos, aminoácidos e gorduras saturadas, produzindo ligninas, gorduras e proteínas a serem enviadas ao intestino nos animais²³.

Por fim, vale ressaltar que essa é a opção de reúso mais utilizada atualmente, não só por sua facilidade e baixo custo, mas por gerar uma aproximação com outro setor muito forte no Brasil, o da agropecuária.

11.4.2 ALIMENTAÇÃO HUMANA

O bagaço do malte também pode ser utilizado na alimentação humana, aumentando o teor de fibras e proteínas de alimentos diversos. Um exemplo desse uso está pautado na substituição de parte da farinha de trigo por bagaço de malte em alimentos oriundos da panificação, como biscoitos, lanches prontos, pães, bolos, panquecas, waffles e muffins²⁴.

Algumas substâncias e grupos de compostos provenientes desse bagaço também são apontados como benéficos para a saúde humana, como polissacarídeos, pentoses, ácidos graxos, glicerídeos, fitoesteróis e ácidos hidroxicinâmicos (apre-

21 Milena Bugoni *et al.*, “Dry malt extract from barley partially replacing ground corn in diets of dairy cows: nutrient digestibility, ruminal fermentation, and milk composition”, *Journal of Dairy Science*, vol. 105, n. 7, pp. 5715-5722, 2022. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21682>

22 Beatriz Cristina Silvério, “Isoconversional kinetic analysis of pyrolysis of malt waste”, *Materials Science Forum*, vol. 899, pp. 107-112, 2017. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.899.107>

23 Janice I. Mccauley *et al.*, “Management of enteric methanogenesis in ruminants by algal-derived feed additives”, *Current Pollution Reports*, vol. 6, pp. 188-205, 2020. <https://doi.org/10.1007/s40726-020-00151-7>

24 Camila Mattos, *Desenvolvimento de um pão fonte de fibras a partir do bagaço de malte*, trabalho de conclusão de curso, Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

sentam atividade antioxidante). Assim, fica claro também que esses resíduos de malte são bioativos e capazes de melhorar a saúde e a nutrição humana.

Uma reportagem da *Food and Beverage Journal*²⁵ relata que o malte é uma ótima opção com relação a outros aditivos açucarados. O malte é rico em maltose, que se quebra em glicose, o açúcar mais utilizado nas células do corpo humano, sendo que as hemácias, por exemplo, só conseguem utilizar a glicose como fonte de energia. Ademais, a maltose não apresenta riscos para o fígado humano, algo normalmente associado ao uso da frutose, um dos açúcares mais populares e que é metabolizado pelo fígado. Assim, o malte é uma excelente opção para lanches prontos (snacks), já que, além de não apresentar frutose, possui mais nutrientes que outras fontes de glicose, como xaropes de milho, trigo e tapioca.

Outra aplicação que chama a atenção é a exposta no portal de notícias UOL, na sua seção de meio ambiente, que relata o cultivo de cogumelos comestíveis do tipo Shitake utilizando bagaço do malte como fertilizante, já que ele é rico em lignocelulósicos: hemicelulose, celulose e lignina²⁶. Por fim, uma reportagem da Associação das Emissoras de Radiodifusão do Paraná relata, como resultado de uma pesquisa científica, a produção de whisky a partir do bagaço de malte fermentado²⁷. Todas essas reportagens captam a atenção do leitor, trazendo inovações com relação ao reúso do descarte do malte da indústria cervejeira.

Mesmo com todos esses pontos positivos, que apontam para um material de baixo custo e que é capaz de agregar valor nutricional e proteico a vários alimentos, a preparação de alimentos para humanos, por ser um processo mais elaborado que a nutrição animal, pode não suprir a demanda de reúso dos resíduos produzidos no Brasil. Outro aspecto a ser avaliado diz respeito à composição do bagaço do malte, algo que depende da qualidade da cevada utilizada e dos parâmetros de controle utilizados no processo cervejeiro, influenciando nas características finais do alimento produzido. Assim, não é possível manter uma consistência quanto aos alimentos gerados: a composição química pode mudar drasticamente de um para o outro.

25 Amy Targan, “Malt extract can do it all for clean label snacks”, *Food and Beverage Insider*, 2020, disponível em: <https://maltproducts.com/maltproducts/2020/04/17/malt-extract-can-do-it-all-for-clean-label-snacks-2/>. Acesso em 01 ago. 2025.

26 Ed Rodrigues, “Pesquisador cultiva cogumelos a partir de resíduos de cervejaria no PR”, *Portal Ecoa UOL Meio Ambiente*, 4 abr. 2022, disponível em: <https://www.uol.com.br/ecoa/ultimas-noticias/2022/04/04/pesquisador-cultiva-shiitakes-a-partir-de-residuos-de-cervejaria-no-pr.htm>. Acesso em 01 ago. 2025.

27 AERP, “Veja como pesquisador da UFPR transformou bagaço do malte em whisky e vinagre”, *Associação das Emissoras de Radiodifusão do Paraná*, 4 nov. 2023, disponível em: <https://aerp.org.br/redeaerp/veja-como-pesquisador-da-ufpr-transformou-bagaco-do-malte-em-whisky-e-vinagre/>. Acesso em 01 ago. 2025.

11.4.3 BIOCOMBUSTÍVEL E FONTE DE ENERGIA RENOVÁVEL

O bagaço do malte forma uma biomassa, ou seja, um material orgânico proveniente de plantas e que apresenta celuloses, hemiceluloses e ligninas em sua composição. O bagaço é passível do processo de pirólise, no qual ocorre uma decomposição química na ausência de oxigênio, formando produtos gasosos, líquidos e sólidos. Tais produtos, por sua vez, podem ser utilizados como combustíveis, já que possuem alto poder calorífico²⁸.

Um outro exemplo dessa aplicação é exposto no trabalho de Andrews *et al.*²⁹, que relata o uso do bagaço do malte como um dos componentes de uma biomassa oriunda dos descartes de uma indústria de whisky à base de cevada. Essa biomassa, como visto anteriormente, possui alto poder calorífico e ajuda na economia circular da indústria, permitindo que a própria destilaria utilize seu descarte na fabricação de um combustível capaz de gerar energia dentro do processo produtivo.

11.4.4 FERTILIZAÇÃO DO SOLO

No que tange ao uso do bagaço de malte para a fertilização do solo, alguns estudos já foram reportados, incluindo a análise da sua eficiência no aumento da taxa de crescimento de plantas, algo que mostrou um resultado positivo³⁰. O bagaço do malte possui uma composição química rica em nutrientes, proteínas, antioxidantes e diversas substâncias capazes de promover o bom desenvolvimento de plantas e da microbiota do solo. Dentre essas substâncias, podem ser citados carotenoides, compostos fenólicos, minerais e fibras. A microbiota, por sua vez, aumenta a produtividade e fertilidade do solo, sendo crucial para um bom crescimento das plantas, promovendo mais sustentabilidade³¹.

28 João Victor Pinto Pimentel, “Valorização do resíduo cervejeiro a partir da pirólise: desafios e oportunidades”, trabalho de conclusão de curso, Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2023.

29 Gordon E. Andrews *et al.*, “Whisky decarbonisation potential using bio-waste”, *Fuel*, vol. 380, 133188, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2024.133188>

30 Hércules Gonçalves de Almeida Medeiros *et al.*, “Sustainable reuse of barley malt waste (BMB) from industrial production of craft beer for the cultivation of maize”, *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, vol. 22, n. 1, pp.725-744, 2024. <https://doi.org/10.55905/oelv22n1-039>

31 Paôla da Conceição Campos Malta e Juliano de Carvalho Cury, “Reaproveitamento do bagaço de malte proveniente da produção de cerveja artesanal para a produção de composto orgânico”, *Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente*, vol. 2, n. 2, pp. 90, 2021. <https://doi.org/10.51189/rema/1774>

Com essas informações em mente, fica claro que o uso do resíduo do malte como fertilizante é uma ótima opção para substituir os produtos tradicionais, que costumam ser tóxicos e causam problemas de saúde a longo prazo, além de contaminações em diversos ecossistemas, sejam eles terrestres ou aquáticos. Embora seja difícil elencar pontos negativos com relação a esse uso do resíduo de malte, pode-se apontar a barreira logística em casos nos quais a indústria está situada distante das plantações e a dificuldade em se saber ao certo a eficácia desse tipo de fertilizante, já que não existe um controle quanto a sua composição.

Basicamente todas as possíveis aplicações do bagaço de malte podem sofrer dos mesmos problemas: logística de transporte e não uniformidade da composição química do resíduo. Ademais, parte das opções de reúso demandam tempo e a transformação do bagaço em um produto novo. Nesse sentido, o uso como fertilizante ou alimento animal são as opções mais viáveis, pois não necessitam de um tratamento elaborado e o bagaço pode ser aplicado em grandes quantidades, já que a demanda é bem alta. Porém, isso não tira a importância dos outros usos, que devem ser incentivados e pesquisados.

11.5 PARA SABER MAIS

11.5.1 “CULTOS EM CERVEJA”: DISCURSO SOBRE A CERVEJA ARTESANAL NO BRASIL³²

O trabalho traz um breve histórico da indústria cervejeira no Brasil, além de discutir a formação de uma “cultura cervejeira” nacional, incluindo seus aspectos sociais, culturais e econômicos. Assim, a bebida não é somente discutida como um produto alimentício, mas como um objeto social, que pode ser visto como um item de luxo ou até como uma experiência sensorial.

11.5.2 INOVAÇÕES CERVEJEIRAS³³

A reportagem traz um panorama recente de como as inovações tecnológicas vêm sendo implementadas na indústria cervejeira brasileira e como o setor pode ser fomentado visando baratear os custos de produção e melhorar a qualidade da

32 Victor de Vargas Giorgi, “Cultos em cerveja: discursos sobre a cerveja artesanal no Brasil”, *Sociedade e Cultura*, vol. 18, n. 1, pp. 101-111, 2015. <https://doi.org/10.5216/sec.v18i1.40607>

33 Yuri Vasconcelos, “Inovações cervejeiras”, *Revista Pesquisa FAPESP*, 3 ago. 2021, disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/inovacoes-cervejeiras/>. Acesso em 01 ago. 2025.

cerveja. Também é traçada uma visão geral acerca do processo de produção da bebida, suas características, os seus principais componentes e qual a relação que ela tem com Brasil, tanto historicamente quanto economicamente.

11.5.3 CERVEJA EGÍPCIA? EDUCAÇÃO PARA AS RELAÇÕES ÉTNICO-RACIAIS (ERER) NA FORMAÇÃO DOCENTE EM QUÍMICA³⁴

O artigo aborda a produção da cerveja, destacando sua origem africana, que se deu no Egito, e explicando a importância de compreender como os conhecimentos e as técnicas foram modificadas no decorrer do tempo. Além de discutir tópicos próprios da química e destacar a indústria cervejeira, o texto também contribui para a compreensão dos conhecimentos oriundos de povos historicamente excluídos.

34 Eliete Lucia Silva, Marysson Jonas Rodrigues Camargo e Anna Maria Canavarro Benite, “Cerveja egípcia? Educação para as relações étnico-raciais (ERER) na formação docente em química”, *Química Nova*, vol. 45, n. 2, pp. 235-244, 2022. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170833>