



**INSTITUTO
FEDERAL**
Piauí

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL**

MÁRCIA BONFIM DE SANTANA

**VIABILIDADE DO USO DA FARINHA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR
(*Saccharum officinarum* L.) NA PRODUÇÃO DE PÃO: abordagem sustentável e
nutricional**

TERESINA

2025

MÁRCIA BONFIM DE SANTANA

**VIABILIDADE DO USO DA FARINHA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR
(*Saccharum officinarum* L.) NA PRODUÇÃO DE PÃO: abordagem sustentável e
nutricional**

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, *Campus* Teresina Central.

Orientador: Prof. Dr. Jovan Marques Lara Júnior.
Coorientadora: Me. Poliana Brito de Sousa.

TERESINA

2025

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

Santana, Márcia Bonfim de

S232v Viabilidade do uso da farinha do bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) na produção de pão : abordagem sustentável e nutricional / Márcia Bonfim de Santana. - 2025.
43 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, 2025.

Orientador : Prof Dr. Jovan Marques Lara Júnior.

Coorientadora : Profa Ma. Poliana Brito de Sousa.

1. Panificação . 2. Resíduo . 3. *Saccharum officinarum* L. . 4. Valor nutricional. I. Título.

CDD - 577

Elaborado por Maria Rosismar Farias CRB 3/631

MÁRCIA BONFIM DE SANTANA

**VIABILIDADE DO USO DA FARINHA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR
(*Saccharum officinarum* L.) NA PRODUÇÃO DE PÃO: abordagem sustentável e
nutricional**

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, *Campus* Teresina Central.

Aprovada em: 07/02/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jovan Marques Lara Júnior (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Me. Nívea Maria da Costa Sousa Leite
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dra. Rosana Martins Carneiro
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

À minha mãe que me ensinou a ser filha.

Ao meu filho que me ensinou a ser mãe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores que com tamanha dedicação conduziram não só a mim, mas também meus colegas, pela jornada do saber ambiental. Ser Gestor Ambiental é saber gerir os recursos de modo que possamos sim usufruir desses, mas com responsabilidade e pensando nas gerações futuras. E, assim, esse ensinamento nos foi passado por todo o corpo docente do Instituto Federal do Piauí. Gratidão por, em um tempo tão hábil, terem nos ensinado tanto.

Agradeço também ao corpo técnico que me acompanhou, auxiliou e incentivou na realização das práticas laboratoriais, não é possível estudar ciência sem laboratório e ter a ajuda deles foi fundamental para a construção desse trabalho.

Por fim, agradeço aos meus amigos feitos em sala de aula, corredores e instituições, ter esse apoio na jornada me fez crescer mais ainda como pessoa.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu,
mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre
aquilo que todo mundo vê.” (Arthur
Schopenhauer)

RESUMO

O bagaço de cana-de-açúcar é um subproduto gerado em abundância, visto que a alta produção brasileira tem como consequência sua geração. De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), o Brasil alcançou em 2024 a produção de 678.668,2 mil toneladas de cana-de-açúcar, desse total 30% virou bagaço após seu processamento. Objetivou-se com esta pesquisa avaliar a viabilidade técnica de farinha do bagaço de cana-de-açúcar visando seu uso na produção de pão. O bagaço de cana-de-açúcar foi coletado em uma pastelaria da cidade de Teresina-PI. Essa matéria-prima foi seca em estufa, triturada em liquidificador industrial, peneirada e, por fim, foi testada na produção de pão em proporções de 2,5%, 5% e 10%. As amostras foram submetidas a análises físico-químicas, centesimais e tecnológicas. O tratamento de dados foi realizado utilizando ANOVA e teste de comparação *Tukey*. A farinha do bagaço de cana-de-açúcar exibiu baixos valores de umidade, cinzas, lipídios, proteínas e acidez e um alto valor de pH. A adição da farinha do bagaço de cana-de-açúcar nas formulações de pão apresentou efeitos significativos nos parâmetros físico-químicos, centesimais e tecnológicos analisados. O uso do bagaço de cana-de-açúcar é uma alternativa viável no contexto ambiental, visto que pode diminuir os impactos provocados por tal resíduo quando descartado no meio ambiente. Sugere-se a continuidade das análises e estudos para enriquecer ainda mais essa pesquisa.

Palavras-chave: Panificação; Resíduo; *Saccharum officinarum* L.; Valor nutricional.

ABSTRACT

Sugarcane bagasse is a byproduct generated in abundance, since high Brazilian production results in its generation. According to the National Supply Company (Conab), Brazil reached the production of 678,668.2 thousand tons of sugarcane in 2024, of which 30% became bagasse after processing. The objective of this research was to evaluate the technical feasibility of sugarcane bagasse flour for use in bread production. Sugarcane bagasse was collected from a bakery in the city of Teresina-PI. This raw material was dried in an oven, crushed in an industrial blender, sieved and, finally, was tested in bread production in proportions of 2.5%, 5% and 10%. The samples were subjected to physical-chemical, centesimal and technological analyses. Data treatment was performed using ANOVA and Tukey comparison test. Sugarcane bagasse flour exhibited low moisture, ash, lipid, protein and acidity values, and a high pH value. The addition of sugarcane bagasse flour to bread formulations showed significant effects on the physical-chemical, centesimal and technological parameters analyzed. The use of sugarcane bagasse is a viable alternative in the environmental context, since it can reduce the impacts caused by such residue when discarded into the environment. We suggest that the analyses and studies continue so that they can further enrich this research.

Keywords: Bakery, Residue, *Saccharum officinarum* L., Nutritional value.

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Tabela 1	Formulação controle e formulações de pães com diferentes concentrações de farinha do bagaço de cana-de-açúcar.....	24
Tabela 2	Valores médios e desvio padrão dos parâmetros físico-químicos e centesimais da produção de pães com diferentes concentrações de farinha de bagaço de cana-de-açúcar.....	32
Tabela 3	Valores médios e desvio padrão dos parâmetros tecnológicos dos pães formulados com diferentes concentrações de farinha de bagaço de cana-de-açúcar.....	36
Figura 1	Matéria-prima - bagaço de cana-de-açúcar.....	21
Figura 2	Bagaço de cana-de-açúcar em processo de desidratação.....	22
Figura 3	Bagaço de cana-de-açúcar em processo de desidratação.....	22
Figura 4	Farinha do bagaço de cana-de-açúcar após peneiramento.....	23
Figura 5	Farinha de cana-de-açúcar embalada e pesada.....	23
Figura 6	Massa utilizada no preparo dos pães antes de serem assados.....	24
Figura 7	Pão controle e pães com diferentes proporções da farinha do bagaço de cana-de-açúcar.....	25
Figura 8	Amostras de farinha e pão triturado para análise de umidade.....	26
Figura 9	Análise de cinzas da farinha e dos pães adicionados de farinha de bagaço de cana-de-açúcar.....	27
Figura 10	Amostras de farinha do bagaço de cana-de-açúcar e dos pães formulados para análise de pH.....	27
Figura 11	Preparação de amostras para análise de determinação de acidez.....	28
Figura 12	Amostras de farinha e pão em extração de lipídios.....	30
Figura 13	Pão controle e pães com diferentes proporções da farinha do bagaço de cana-de-açúcar.....	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVOS.....	13
2.1	OBJETIVO GERAL.....	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
3.1	CANA-DE-AÇÚCAR.....	14
3.1.1	História e importância.....	14
3.1.2	Aspectos Ambientais.....	15
3.2	REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS E SUSTENTABILIDADE.....	16
3.2.1	Panorama Geral – Conceitos de Resíduos.....	16
3.2.2	Resíduos da Agroindústria.....	16
3.2.2.1	Resíduos da Agroindústria Canavieira.....	17
3.3	SECAGEM DE ALIMENTOS.....	18
3.3.1	Conceitos e Métodos.....	18
3.3.2	Vantagens, Perdas e Desperdício.....	19
4	METODOLOGIA.....	21
4.1	AQUISIÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA.....	21
4.2	PREPARO DA FARINHA DO BAGAÇO DA CANA DE AÇÚCAR.....	22
4.3	PROCESSAMENTO DE PÃO COM FARINHA DO BAGAÇO DE CANA DE AÇÚCAR.....	23
4.4	ANÁLISES REALIZADAS NA FARINHA E NOS PÃES.....	25
4.4.1	Análises físico-químicas e centesimal da farinha e dos pães.....	25
4.4.2	Análises tecnológicas dos pães formulados.....	30
4.5	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	31
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
5.1	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E CENTESIMAL DA FARINHA E DOS PÃES.....	32
5.2	ANÁLISES TECNOLÓGICAS DOS PÃES FORMULADOS.....	35
6	CONCLUSÃO.....	38
	REFERÊNCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

A gestão adequada de resíduos sólidos e a busca por meios sustentáveis vem sendo discutida com frequência, entrando nesse contexto a valorização e reutilização de resíduos da agroindústria, inclusive a sucroalcooleira que tem como um de seus resíduos o bagaço da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*).

O bagaço de cana-de-açúcar é um subproduto gerado em abundância, visto que a alta produção brasileira tem como consequência sua geração. De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2024) em seu ebook Acompanhamento da Safra Brasileira de Cana-de-Açúcar Safra 2023-24 3º Levantamento, o Brasil alcançou em 2023 a produção de 677.602,1 mil toneladas de cana. Já no 4º Levantamento Safra 2023-24 o país alcançou no ano de 2023 a produção total de 713.214,1 mil toneladas. Para o ano de 2024, de acordo com o 3º Levantamento Safra 2024-25 publicado em novembro de 2024 foram produzidas 678.668,2 mil toneladas. Ainda de acordo com esse último levantamento, o estado do Piauí produziu 1.030 mil toneladas de cana-de-açúcar no período.

Ainda de acordo com a CONAB, 30% da cana resulta em bagaço após seu processamento. Partindo-se do ponto em questão, há, mundialmente, uma busca por soluções alimentares sustentáveis a fim de se garantir a segurança alimentar da crescente população, estabelece-se que a utilização de tal resíduo além de evitar impactos ambientais negativos como poluição de solo, água e perda de recurso potencialmente valioso, pode gerar resultados significativos ao passo em que se alinha aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas.

Assim, a produção da farinha de bagaço de cana-de-açúcar está diretamente relacionada a três Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). O ODS 2 – Erradicação da Fome – é contemplado, pois essa farinha tem o potencial de contribuir para a segurança alimentar ao oferecer uma fonte adicional de nutrição. Além disso, o ODS 3 – Saúde e Bem-Estar – é atendido, uma vez que esse subproduto pode servir como uma alternativa nutricional viável, fornecendo nutrientes essenciais que trazem benefícios para a saúde e o bem-estar da população. Por fim, o ODS 12 – Consumo e Produção Sustentáveis – é promovido, pois o aproveitamento desse subproduto agrícola na produção

de farinha contribui para a redução de resíduos, estimula a economia circular e valoriza os recursos locais.

A produção do pão da farinha de bagaço de cana-de-açúcar é proposta neste trabalho por se tratar de um estudo de viabilidade de utilização da farinha à formulação como fonte nutricional, além da perspectiva sustentável de reaproveitamento do resíduo.

Objetiva-se promover a utilização eficiente de recursos naturais, a redução de desperdício e contribuir com práticas de produção mais sustentáveis, por meio da produção e uso de farinha a partir do bagaço de cana-de-açúcar na produção de pão, explorando sua viabilidade técnica com uma abordagem sustentável e nutricional.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a viabilidade técnica da produção de farinha a partir do bagaço de cana-de-açúcar, visando seu uso como ingrediente no processamento de pão, de forma a promover o aproveitamento sustentável desse resíduo agroindustrial.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar a viabilidade da produção de farinha de bagaço de cana-de-açúcar e seus benefícios;
- Utilizar a farinha do bagaço da cana-de-açúcar na produção de pão como alternativa sustentável e nutricionalmente vantajosa na diversificação de ingredientes;
- Propor estratégias de aproveitamento de subprodutos e resíduos no processo produtivo da agroindústria.
- Realizar análises físico-químicas da farinha de cana-de-açúcar e do pão formulado a partir da farinha.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CANA-DE-AÇÚCAR

No século XVI, a cana é levada à recém-descoberta colônia, o Brasil, onde fatores favoráveis para o seu desenvolvimento foram encontrados: solos férteis, água profunda, temperaturas quentes, relevos planos e mão de obra indígena abundante (RODRIGUES; ROSS, 2020). Dava-se aí início a um capítulo importante da história do país, que, séculos depois se tornaria o maior produtor mundial de cana-de-açúcar (UNICA, 2024).

3.1.1 História e Importância Econômica

Para entendermos como a cana-de-açúcar foi trazida para o Brasil, faz-se necessário lembrar do momento histórico em que foi preciso criar vilas no litoral garantindo, assim, a posse da colônia. Porém, a Coroa Portuguesa não contava com recursos, sendo necessário em 1554 a implementação no Brasil do sistema de Capitânicas Hereditárias, processo de colonização também já adotado na Ilha da Madeira e nos Açores (RODRIGUES; ROSS, 2020).

Ainda de acordo com Rodrigues & Ross (2020), desde o início da divisão das Capitânicas Hereditárias que a coroa portuguesa demonstrava interesse na instalação da indústria açucareira em tais terras. Assim, era delegado aos donatários a tarefa da colonização, mas reservado à coroa vantagens como a tributação de 10% sobre o açúcar produzido em terras brasileiras ((RODRIGUES; ROSS, 2020). Neste contexto, a Índia é apontada como o local onde a cana-de-açúcar surgiu como uma planta produtora de açúcar (YANO, 2024).

À medida que houve a expansão, a principal mão de obra dos engenhos era escrava, porém, devido às técnicas e cuidados que eram exigidos durante a produção de açúcar, havia também trabalhadores especializados e remunerados que supervisionavam as etapas (SILVA, 2010). Nos dias atuais, o setor já emprega profissionais de uma ampla gama de áreas, desde o campo até as indústrias, como agricultores especializados, técnicos e pesquisadores (NOCELLI *et al.*, 2017).

Atualmente, o setor sucroenergético brasileiro emprega 2,2 milhões de pessoas direta ou indiretamente, desse total 730 mil vagas são diretas, de acordo com dados União da Indústria de Cana-de-açúcar (UNICA 2024), abrangendo além dos grandes produtores, 70 mil produtores rurais independentes fornecedores de cana para a indústria. A produção nacional beneficia 30% dos municípios do país com mais de 400 usinas de processamento (UNICA, 2024).

Além do açúcar, a cana-de-açúcar também é utilizada na produção de etanol, um biocombustível renovável que teve sua produção estimulada pelo governo na década de 1970, com a crise do petróleo, e com grande crescimento a partir de 1975, quando detecta-se um novo período da indústria canavieira caracterizado por uma política que era orientada para o fortalecimento de um novo produto derivado da cana: o etanol, com o lançamento do Programa Nacional do Álcool (Proálcool) que tinha como objetivo substituir os veículos movidos a gasolina por movidos a álcool, visto também a necessidade de utilização de energia limpa e renovável (RODRIGUES; ROSS, 2020; SILVA *et al.*, 2021).

No processo de extração de caldo da cana de açúcar há a geração de uma grande quantidade de bagaço, que pode chegar a aproximadamente 30% da cana. Desse bagaço gerado, cerca de 95% são queimados em caldeiras na geração de vapor (CORDEIRO, *et al.*, 2008).

3.1.2 Aspectos ambientais

A cana-de-açúcar é uma monocultura cujo cultivo tem exigido áreas cada vez maiores, e o debate sobre o processo produtivo refere-se principalmente sobre o cultivo e queima (RODRIGUES; ROSS, 2020). A prática da queima na colheita manual contribui negativamente para o meio ambiente e a saúde da população devido à grande concentração de carbono liberado na queimada (ALEIXO, 2013).

De acordo com dados da ÚNICA (2024) a colheita na região Centro-Sul (região que concentra a maior produção nacional) é 99% mecanizada e não utiliza mais a queima da palha da cana desde o ano de 2007.

Um outro aspecto ambiental que demanda atenção no plantio e cultivo de cana-de-açúcar é no que se refere a água, de acordo com Oliveira e Araújo (2012) para cada quilo de cana processada são necessários mil litros de água. Além disso, as lavouras de cana acarretam muitos impactos ambientais, pois tais práticas utilizam agrotóxicos, adubos sintéticos, entre outros agentes (SILVA, 2021).

No processo produtivo da cana-de-açúcar há destaque do uso de vinhaça, resíduo orgânico gerado do processamento de cana em etanol que apresenta nutrientes como potássio, fósforo e nitrogênio (CARGIN, 2021). Como impacto e limitações do uso contínuo da vinhaça se destacam desequilíbrio dos nutrientes, lixiviação e aumento da densidade do solo (MORAES; CHITOLINA; HARDER, 2021).

3.2 REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS E SUSTENTABILIDADE

3.2.1 Panorama Geral - Conceito de Resíduos

A lei 12.305 de 2 de agosto de 2010, conhecida como Política Nacional de resíduos sólidos define em seu artigo 3º, inciso XVI que resíduos sólidos são material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Já a NBR 10004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT - classifica os resíduos sólidos e determina que a classificação de resíduos sólidos envolva a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e características, e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido (NBR-ABNT 1004, 2004). Assim, os resíduos podem ser classificados da seguinte forma:

- Resíduo classe I - perigosos (que apresentam periculosidade ou inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade);
- Resíduo classe II - não perigosos;
 - Resíduo classe II A - Não inertes (apresentam biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água);
 - Resíduo classe II B - Inertes (não solúveis em água).

Uma outra forma de classificação do lixo trazida por D'Almeida (2000) é quanto à origem, ou seja, domiciliar, comercial, público, serviços de saúde e hospitalar, portos, aeroportos e terminais ferroviários e rodoviários, industriais, agrícolas e entulhos.

3.2.2 Resíduos da Agroindústria

De acordo com a EMBRAPA (2020), no Brasil no ano de 2019 foram produzidas quase 260 milhões de toneladas de grãos e 43 milhões de toneladas de frutas e hortaliças. Por consequência há a geração dos resíduos da agroindústria com milhões de toneladas produzidas anualmente ao longo da cadeia, o que vem a gerar impactos ambientais (SENA, NUNES, 2006; MAKRIS, BOSKUO, ANDRIKOPOULOS, 2007).

Assim, um grande gerador de resíduos na agroindústria é a de polpas de frutas que gera aproximadamente 40% de resíduos, que são compostos por casca, caroço e bagaço (NASCIMENTO FILHO; FRANCO, 2015), sendo esses resíduos os elementos que não são matéria prima ou produto e é gerado no processamento que vai desde a colheita até o produto final (GUERRA, ROCHA, NODARI, 2015).

Em contrapartida, há diversas formas de utilização desses materiais, assim o aproveitamento de resíduos da agroindústria vem como uma possibilidade de desenvolvimento sustentável por possibilitar que tais subprodutos sejam reutilizados na produção de novos produtos como combustíveis, rações, produtos farmacêuticos ou biopolímeros, reduzindo os danos ambientais causados pelo descarte incorreto desses resíduos (SINGH NEE' NIGAM; PANDEY, 2009). Estudos sobre aproveitamento de resíduos apontam resultados importantes quanto à redução do desperdício de alimentos e o desenvolvimento de tecnologias que proporcionam economia, diversificam os nutrientes e agregam valor nutricional (DAMIANI, *et al.*, 2011; SILVA; RAMOS, 2009).

Badawi (2012), destaca que a população brasileira e até mundial, de um modo geral, não tem o hábito de aproveitar ao máximo os alimentos, assim deixa de utilizar alguns que sejam dotados de valores nutricionais altos, e Silva *et al.* (2009) completam que o aproveitamento integral de frutas e hortaliças como incentivo ao consumo integral desses alimentos é prática saudável que promove a saúde.

Vários estudos foram feitos a fim de bio-valorizar os resíduos sólidos para produtos finais de alta qualidade, assim o uso de resíduos é tendência para o gerenciamento desse material e recuperação de produtos, visto que a biomassa residual é produzida em milhões de toneladas todos os anos. (PANDA *et al.*, 2016; GAVRILESCU, 2014).

As porções não comestíveis (casca, bagaço, sementes) podem ter propriedades nutricionais mais elevadas que a porção comestível, porém o uso de porções não comestíveis, normalmente, necessita de processamento em pó para redução de volume, retirada da água livre que reduz as reações químicas e microbiológicas, aumentando a concentração de fibras (CAN-CAUICH *et al.*, 2017).

3.2.2.1 Resíduos da Agroindústria Canavieira

Com a crescente demanda por novas fontes de energia renovável, a produção de etanol a partir da cana-de-açúcar tem se expandido significativamente, posicionando o Brasil como o maior produtor de cana e etanol, bem como o principal exportador de açúcar no cenário global

(PAULA *et al.*, 2008). No entanto, o processamento da cana gera diversos resíduos, incluindo a palha, que contribui para a emissão de poluentes devido à sua queima; o bagaço, que é o resíduo mais significativo em termos de quantidade; a água de lavagem, que apresenta alta demanda bioquímica de oxigênio; e a vinhaça, um efluente líquido resultante da destilação (PAOLIELLO, 2006).

O bagaço de cana, o resíduo mais volumoso, apresenta desafios específicos em sua gestão. Sua estocagem ao ar livre pode levar à fermentação e apodrecimento, resultando na perda de seu valor econômico (HUGOT, 1997). Segundo Paoliello (2006), o bagaço após a moagem não pode ser facilmente aglomerado devido à sua umidade. Para garantir sua utilidade, é necessário reduzir a umidade a menos de 15% e aplicar pressão para promover a compactação. Além disso, Paoliello (2006) enfatiza o uso do bagaço como combustível para a geração de vapor nas usinas, o que proporciona uma alternativa energética valiosa.

Além desses resíduos principais, outros subprodutos também podem ser reaproveitados. Cordeiro *et al.* (2008), destacam a cinza gerada pela queima do bagaço nas caldeiras de vapor, que tem potencial para ser utilizada como aditivo mineral em argamassas e concretos, substituindo parcialmente o cimento. Esse uso inovador não apenas valoriza o resíduo, mas também contribui para a sustentabilidade dos processos de construção.

Chemmes *et al.* (2013), argumentam que o bagaço de cana deve ser reconhecido não apenas como um resíduo, mas como uma importante biomassa energética produzida no Brasil. Concordando com essa perspectiva, Santos (2012) e Ogata (2013), destacam o bagaço de cana como um dos resíduos mais promissores para a utilização em bioprocessos de geração de etanol de segunda geração. Essas análises reforçam a importância do bagaço como um recurso renovável crucial, que pode contribuir significativamente para a sustentabilidade energética e econômica.

3.3 SECAGEM DE ALIMENTOS

3.3.1 Conceitos e Métodos

A secagem é uma técnica bastante utilizada para conservação de alimentos e se baseia na remoção da água ou qualquer outro líquido contido no alimento, que vem sendo estudada e otimizada para obtenção de produtos com maior qualidade e menor tempo de processamento e é utilizada não somente para conservar alimentos, mas também para elaboração de produtos

diferenciados, como massas, tomates secos, biscoitos e farinhas (CELESTINO, 2010; ALMEIDA; MACHADO, 2021; MACHADO *et al.*, 2015).

A secagem é uma alternativa de conservação para frutas e hortaliças e tem como vantagens estabilidade dos componentes aromáticos, diminuição do peso, economia de custos no transporte, não necessitar de refrigeração disponibilidade em qualquer época do ano (MACHADO *et al.*, 2015; DOYMAZ, 2011)

Silva (2017), classifica os métodos de secagem em natural (através do sol ou do vento) e artificial (quando há necessidade de energia) Silva destaca ainda que o método artificial pode ser contínuo ou intermitente (periodicidade de fornecimento de calor). Já Couto (2015), afirma que os processos de secagem podem ser classificados de acordo com as condições físicas usadas para adicionar calor e extrair vapor d'água.

Diante das várias técnicas, há dificuldade em classificar todos os métodos de secagem, porém os mais usados são: convecção, contato ou condução, dielétrica, liofilização e radiação (ALMEIDA; MACHADO, 2021). A eficiência energética, o tempo de secagem e a qualidade do produto alcançado são algumas características determinantes na escolha do método de secagem que será utilizado (DA SILVA ARAÚJO, 2020).

3.3.2 Vantagens, Perdas e Desperdício

A secagem é um dos processos mais importantes de conservação de alimentos que visa a remoção de água e outros compostos voláteis e que oferece possibilidades de desenvolvimento de ingredientes e novos produtos (AMARAL, 2023; MOSES, 2014). Banožić *et al.* (2021), abordam o fato da redução das perdas e desperdício de alimentos associado à secagem como prática de conservação.

Inúmeros são as vantagens e aspectos da secagem de alimentos para a redução das perdas e desperdício de alimentos, como: preservação, disponibilidade na entressafra ou período de produção inexistente, redução de custos de armazenamento, proteção contra degradação (CELESTINO, 2010; MARTINS *et al.*, 2020). Confirmando isto, uma pesquisa realizada por Martindale e Schiebel (2017), mostram a importância de técnicas de conservação de alimentos, pois constataram na pesquisa que alimentos frescos tem um índice de desperdício seis vezes maior comparados a alimentos com algum tipo de conservação.

É necessário, porém, uma atenção no que se refere a diferença entre perdas e desperdícios de alimentos (PDA), visto que perdas ocorrem durante a produção, pós-colheita e processamento, já o desperdício é o descarte intencional de produtos alimentícios apropriados

para o consumo humano (FAO, 2013). Conclui-se, assim, que as perdas e desperdícios de alimentos tem causas econômicas, políticas, culturais, tecnológicas que abrangem as principais etapas da cadeia (RICARTE *et.al.*, 2021).

Basile (2019) trouxe dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) mostrados em relatório que aponta que somente no Brasil são desperdiçadas 15 milhões de toneladas de alimentos por ano. Sendo desperdiçados 10% na colheita, no transporte e armazenamento são desperdiçados 50%, na comercialização são desperdiçados 30% e mais 10% nos domicílios.

Em matéria publicada pela CNN (2023), que traz dados de um outro relatório da Organização das Nações Unidas, é mostrado que, diariamente, são desperdiçadas mais de um bilhão de refeições no mundo, sendo que também mundialmente quase 800 milhões de pessoas passam fome. Outro número é o de desperdício anual que chegou a 1,05 bilhão de toneladas métricas no ano de 2022.

4 METODOLOGIA

A metodologia deste Trabalho de Conclusão de Curso foi exploratória, de abordagem qualiquantitativa. O estudo consistiu no aproveitamento do bagaço de cana de açúcar em pó (farinha) adicionado como ingrediente na produção de pão.

4.1 AQUISIÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

A matéria-prima utilizada para a produção da farinha foi o bagaço de cana-de-açúcar (Figura 1) doado por uma pastelaria localizada na rua Álvaro Mendes, no Centro de Teresina-PI. O material consistiu no que sobra após moagem para extração do caldo de cana, sendo composto pela casca e miolo. Na extração por moagem, a separação é feita por pressão mecânica dos rolos da moenda sobre o colchão de cana desfibrada (EMBRAPA, 2022).

Figura 1. Matéria-prima - bagaço de cana-de-açúcar



Fonte: Autora (2025)

4.2 PREPARO DA FARINHA DO BAGAÇO DA CANA DE AÇÚCAR

O bagaço de cana-de-açúcar foi desidratado conforme Soares *et al.* (2020), em um desidratador de alimentos residencial Modelo Pratic Dryer digital de 127 volts (Figura 2) a uma temperatura de 55° C por um tempo de secagem de 75 minutos. Após a desidratação, o bagaço foi triturado por 120 segundos em um liquidificador industrial modelo Skymesen®, LI-1, 5-N com 800 watts de potência e rotação de 18.000 RPM, passando, por fim, por processo de peneiramento em peneira de malha dupla (Figura 3 e 4).

Figura 2. Bagaço de cana-de-açúcar em processo de desidratação



Fonte: Autora (2025)

Figura 3. Bagaço após passar por processo de trituração



Fonte: Autora (2025)

Figura 4. Farinha do bagaço de cana-de-açúcar após peneiramento



Fonte: Autora (2025)

Tais procedimentos foram realizados nos laboratórios de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal e Bromatologia e Bioquímica dos Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) *Campus Teresina Central*.

Após a obtenção da farinha, a matéria-prima foi acondicionada em sacos plásticos de polietileno, embaladas e mantidas a temperatura ambiente até o desenvolvimento das análises (Figura 5).

Figura 5. Farinha de cana-de-açúcar embalada e pesada



Fonte: Autora (2025)

4.3 PROCESSAMENTO DE PÃO COM FARINHA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Os ingredientes (Tabela 1) utilizados para as formulações controle (CT) foram adquiridos em comércio local. Além da formulação controle, foram elaboradas três formulações de pães com diferentes concentrações de farinha do bagaço da cana-de-açúcar (A - 2,5; B - 5 e C - 10%).

Tabela 1. Formulação controle e formulações de pães com diferentes concentrações de farinha do bagaço de cana-de-açúcar.

Ingredientes	Formulações*			
	CT	A	B	C
Farinha de trigo	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Água	38,0%	38,0%	38,0%	38,0%
Ovos	18,0%	18,0%	18,0%	18,0%
Óleo	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%
Açúcar	7,2%	7,2%	7,2%	7,2%
Fermento Biológico Seco	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Sal	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Farinha do bagaço de cana-de-açúcar	-	2,5%	5%	10%

*Dados da pesquisa (2025). CT – Formulação de pão controle sem adição de farinha de bagaço de cana-de-açúcar. A- Formulação de pão com 2,5% da farinha do bagaço de cana-de-açúcar. B- Formulação de pão com 5% da farinha do bagaço de cana-de-açúcar. C- Formulação de pão com 10% da farinha do bagaço de cana-de-açúcar.

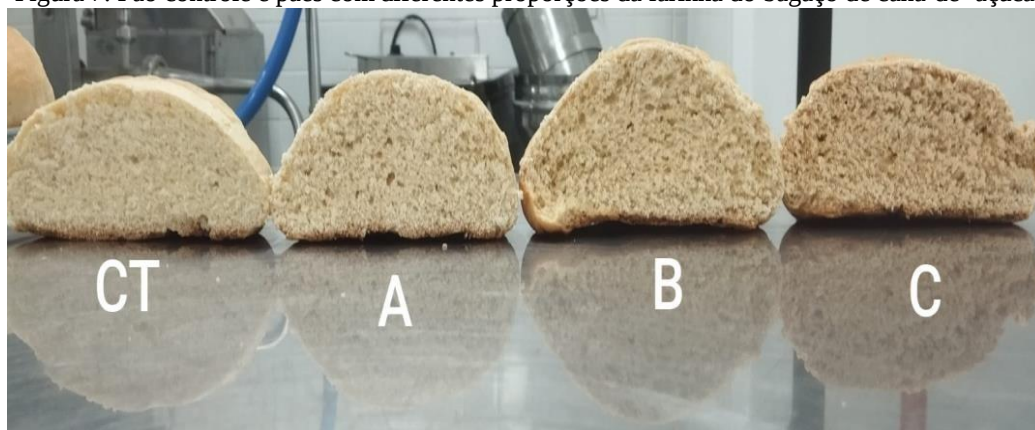
Os ingredientes utilizados para o processo de fabricação de pão foram misturados manualmente por 7 minutos. As massas foram divididas em porções de 200 g (Figura 6) e moldadas na forma de elipses manualmente. Foram colocadas em formas de alumínio retangular para pão sem tampa. Posteriormente, foram colocadas em câmara de fermentação (marca Frilux) com temperatura de 32 °C, durante 40 minutos. Ao final da fermentação, as massas foram assadas em forno elétrico (marca Venâncio) durante 20 minutos a temperatura de 180 °C. Os pães (Figura 7) foram retirados das formas e resfriados à temperatura ambiente ($T = 25 \pm 2$ °C). As características dos pães foram testadas duas horas após a retirada dos pães do forno.

Figura 6. Massa utilizada no preparo dos pães antes de serem assados



Fonte: Autora (2025)

Figura 7. Pão controle e pães com diferentes proporções da farinha do bagaço de cana-de-açúcar.



Fonte: Autora (2025). CT – Pão controle. A- pão com 2,5% da farinha do bagaço de cana-de-açúcar. B- pão com 5% da farinha do bagaço de cana-de-açúcar. C- pão com 10% da farinha do bagaço de cana-de-açúcar.

4.4 ANÁLISES REALIZADAS NA FARINHA E NOS PÃES

4.4.1 Análises físico-químicas e centesimal da farinha e dos pães

As análises físico-químicas e centesimal foram realizadas em triplicatas e de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

4.4.1.1 Análise de umidade

A análise de umidade foi realizada na farinha do bagaço de cana-de-açúcar e nos pães formulados (Figura 8).

A umidade foi determinada por gravimetria, ao qual foram pesadas 3g das amostras em cápsula de porcelana, previamente seca e tarada. Em seguida, as cápsulas, com as amostras, foram para estufa (Marca Lucadema) a 105°C por 4 horas. Após essa etapa, as cápsulas foram colocadas em dessecador até alcançar temperatura ambiente e logo após, foram pesadas e os resultados foram expressos em porcentagem (%).

$$U = \frac{100 \times N}{P}$$

Onde: U = umidade; N = número de g de umidade; P = peso da amostra

Figura 8. Amostras de farinha e pão triturado para análise de umidade



Fonte: Autora (2025)

4.4.1.2 Análise de cinzas

A análise de cinzas foi realizada na farinha do bagaço de cana-de-açúcar e nos pães formulados (Figura 9). As cinzas foram determinadas por meio do método gravimétrico, onde 3 g da amostra foram incineradas em cadinho e colocadas em forno mufla (Marca Electro Therm - Linn) a 550 °C até a formação de cinzas. Logo em seguida, a amostra foi deixada em dessecador até atingir a temperatura ambiente, quando foi procedida a pesagem até peso constante. Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

$$C = \frac{100 \times N}{P}$$

Onde: C = Cinza em %; N = número de g de cinzas; P = peso da amostra

Figura 9. Análise de cinzas da farinha e dos pães adicionados de farinha de bagaço de cana- de-açúcar



Fonte: Autora (2025)

4.4.1.3 Análise de pH

A análise de pH foi realizada na farinha do bagaço de cana-de-açúcar e nos pães formulados (Figura 10). Foram pesadas 5 g da amostra em um béquer e diluídas com auxílio de 50 mL de água. As medidas de pH foram feitas através do método potenciométrico utilizando-se pHmetro de bancada da marca Hanna, previamente calibrado. O procedimento, para a medida do pH, consistiu em inserir o eletrodo do aparelho calibrado diretamente nas amostras dissolvidas em água destilada e efetuar a leitura no visor do equipamento.

Figura 10. Amostras de farinha do bagaço de cana-de-açúcar e dos pães formulados para análise de pH



Fonte: Autora (2025)

4.4.1.4 Análise de acidez

A análise de acidez foi realizada na farinha do bagaço de cana-de-açúcar e nos pães formulados (Figura 11). A acidez titulável (AT) foi determinada utilizando o método acidimétrico. Foram pesadas 5g das amostras em erlenmeyer e diluídas em 50mL de água destilada e em seguida foi adicionada de 3 gotas do indicador fenolftaleína. Posteriormente foi realizada a titulação da amostra com solução de hidróxido de sódio 0,1 mol.L⁻¹ até obter-se a coloração rósea. Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

$$\% \text{ acidez} = \frac{V \times F \times 100}{P \times c}$$

Onde: V = mL da solução de hidróxido de sódio 0,1 ou 0,01 M gasto na titulação; f = fator da solução de hidróxido de sódio 0,1 ou 0,01 M; P = g da amostra usado na titulação; c = correção para solução de NaOH 1 M, 10 para solução NaOH 0,1 M e 100 para solução NaOH 0,01 M.

Figura 11. Preparação de amostras para análise de determinação de acidez



Fonte: Autora (2025)

4.4.1.5 Análise de proteínas

A análise de proteínas foi realizada na farinha do bagaço de cana-de-açúcar e nos pães formulados. O teor proteico foi obtido pela determinação do teor de nitrogênio total usando o fator de conversão 6,25. Foram pesadas 0,3g de amostra em tubo de digestão. Em seguida foi adicionado 7mL da mistura digestora. A digestão foi iniciada em 50°C e aumentado gradativamente 50°C a cada 30 minutos, até o máximo de 350°C. A amostra permaneceu nesta temperatura até atingir a coloração verde clara. Posteriormente, aguardou-se o esfriamento do tubo com a amostra. Em seguida foi preparado um Erlenmeyer com 10mL de ácido bórico 4% mais indicadores. Posteriormente, foi realizada a destilação da amostra em aparelho *microKjeldahl* (Marca marqlabor). O tubo contendo a amostra foi encaixado no equipamento de destilação sem deixar brechas. O Erlenmeyer contendo ácido bórico 4% mais indicadores foi conectado na extremidade da saída do destilador. Acrescentou-se cuidadosamente NaOH 40% ao tubo quente até mudança de coloração da amostra para marrom. A temperatura da caldeira foi ajustada para o sete para efetuar a destilação por arraste. Em seguida, aguardou-se que toda a amônia fosse liberada no equipamento e coletado até a marca de 50mL dentro do Erlenmeyer. Em seguida, o Erlenmeyer foi retirado do equipamento e titulado com solução de ácido clorídrico 0,1N. O volume gasto foi anotado e em seguida foi realizado o cálculo de proteína em porcentagem.

$$\text{Proteína (\%)} = \frac{(\text{Va} - \text{Vb}) \times \text{F} \times \text{N} \times 6,25 \times 0,014 \times 100}{\text{P}}$$

Onde: Va = volume de HCl 0,1N utilizado na titulação; Vb = volume de HCl 0,1N consumido pela prova em branco; F = fator de correção do HCl 0,1N; N = normalidade; 6,25 = fator de transformação do nitrogênio em proteína, considerando 16% nitrogênio; 0,014 = miliequivalente grama do nitrogênio; P = peso da amostra em g

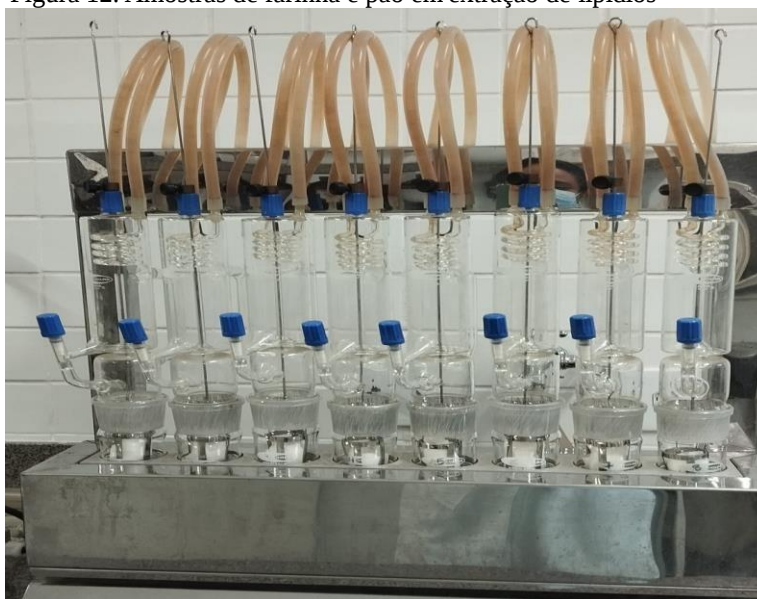
4.4.1.6 Análise de lipídios

A análise de lipídios foi realizada na farinha do bagaço de cana-de-açúcar e nos pães formulados (Figura 12). A determinação de lipídios foi feita pela extração direta em soxhlet. Foram pesados 2g da amostra em cartucho de Soxhlet. O cartucho foi transferido para o aparelho extrator tipo Soxhlet (Marca Solab Científica). Foi acoplado o extrator ao frasco reboiler previamente tarado a 105°C. Foi adicionado hexano em quantidade suficiente para cobrir a amostra. A extração foi realizada por 4 horas. Em seguida foi retirado o frasco reboiler com resíduo do aparelho e posteriormente foi transferido para uma estufa a 105°C, mantendo por cerca de uma hora. Em seguida foi resfriado em dessecador até a temperatura ambiente para que fosse feita a pesagem. Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

$$\% = \frac{100 \times N}{P}$$

Onde: N = número de g de lipídios; P = peso da amostra.

Figura 12. Amostras de farinha e pão em extração de lipídios



Fonte: Autora (2025)

4.4.1. Análise de teor de carboidratos e valor calórico

O teor de carboidratos foi calculado por diferença para se obter 100% da composição total, o valor de carboidrato inclui a fibra total.

O valor calórico da porção de 100 g das amostras foi calculado de acordo com a tabela de composição de alimentos (BRASIL, 2011), utilizando os fatores de conversão de Atwater: 4

kcal/g (carboidratos), 9 kcal/g (lipídios) e 4 kcal/g (proteínas). As análises foram realizadas em triplicatas.

4.4.2 Análises tecnológicas dos pães formulados

4.4.2.1 Perda por Cocção

Foi calculada a perda por cocção (% PC) através da Equação 1, conforme o estudo de Andrade et al. (2018) e Marinho et al., (2021).

$$PC (\%) = \frac{M1 - M2}{M1} \times 100$$

Onde: M1 = massa crua; M2 = massa assada.

4.4.2.2 Fator de expansão

O valor de expansão dos pães CT, A, B e C foi calculado através da razão entre o diâmetro e espessura das amostras assadas após esfriamento.

$$Fe = \frac{dP}{vP}$$

Onde: Fe: fator de expansão; dP: diâmetro do pão; vP: volume do pão

As medidas de diâmetro e altura foram feitas com uso de paquímetro, tendo seus valores expressos em centímetros.

4.4.2.3 Volume Aparente

Os volumes aparentes dos pães CT, A, B e C foram determinados pelo deslocamento de sementes que consistiu em medir o volume em mililitros de sementes que se deslocavam do Becker após o pão ser inserido no recipiente onde estavam as sementes.

4.4.2.4 Volume Específico

O volume específico do pão foi determinado segundo método da AACC (2000). O volume deslocado dos pães foi medido através de preenchimento de recipiente plástico e transparente com semente de painço. Parte das sementes foi substituída pela amostra de pão de

forma e o volume completado até a borda, onde o nivelamento foi realizado com auxílio de régua plástica. As sementes remanescentes, correspondente ao volume deslocado pela amostra, foram colocadas em proveta graduada de 1000 mL, expressando o resultado mL. O volume específico foi calculado pela divisão do volume deslocado do pão (mL) pela sua massa (g), conforme equação abaixo:

$$Volume\ específico\ (\frac{mL}{g}) = \frac{Volume\ deslocado\ (mL)}{Peso\ da\ amostra\ assada\ (g)}$$

4.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Todos os dados experimentais foram obtidos em triplicata e os resultados medidos foram expressos como média $\pm$ desvio padrão. Foi realizada a Análise de Variância (ANOVA) e teste de comparação de médias *Tukey* ao nível de 95% de confiança. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa estatístico STATISTICA versão 12.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E CENTESIMAIS DA FARINHA E DOS PÃES

Após a desidratação do bagaço de cana-de-açúcar, verificou-se que, a partir de 400 g de bagaço desidratado, restavam 272 g de material seco para trituração. Após o peneiramento, essa quantidade foi reduzida para 120 g de farinha, o que corresponde a um aproveitamento de 30% do bagaço convertido em farinha.

Após a obtenção da farinha, visualmente foi constatado que esta tem cor amarelo claro tendendo para a cor branca, odor suave característico da cana-de-açúcar e não apresenta sabor, apesar do sabor característico da cana-de-açúcar e o caldo que é extraído dela (Figura 4).

Os resultados referentes às análises físico-químicas e centesimais da farinha produzida com resíduo do bagaço da cana-de-açúcar e dos pães com diferentes concentrações de farinha de bagaço de cana-de-açúcar encontram-se na Tabela 2. É possível observar que a adição da farinha do bagaço da cana-de-açúcar influenciou significativamente as propriedades físico-químicas e centesimais dos pães formulados.

Tabela 2. Valores médios e desvio padrão dos parâmetros físico-químicos e centesimais da produção de pães com diferentes concentrações de farinha de bagaço de cana-de-açúcar.

Parâmetros**	Amostras*				
	FR	CT	A	B	C
pH	5,83 ± 0,15 ^a	5,21 ± 0,36 ^b	5,55 ± 0,17 ^{ab}	5,27 ± 0,10 ^b	4,01 ± 0,04 ^c
Acidez (%)	0,026 ± 0,003 ^a	0,015 ± 0,002 ^b	0,019 ± 0,002 ^b	0,018 ± 0,002 ^b	0,031 ± 0,003 ^a
Umidade (%)	4,81 ± 0,19 ^b	26,52 ± 1,00 ^a	27,49 ± 0,12 ^a	27,89 ± 0,26 ^a	27,95 ± 0,19 ^a
Cinzas (%)	0,78 ± 0,04 ^a	0,62 ± 0,04 ^b	0,85 ± 0,08 ^a	0,65 ± 0,01 ^b	0,85 ± 0,01 ^a
Proteínas (%)	0,52 ± 0,18 ^d	11,78 ± 0,91 ^a	9,14 ± 1,02 ^c	11,27 ± 0,78 ^{ab}	9,66 ± 0,42 ^{bc}
Lipídios (%)	0,85 ± 0,39 ^b	8,66 ± 1,01 ^a	8,50 ± 0,16 ^a	7,43 ± 1,38 ^a	6,68 ± 0,64 ^a
Carboidratos (%)	59,87 ± 2,53 ^a	52,26 ± 3,02 ^{ab}	48,58 ± 7,63 ^{abc}	40,81 ± 2,67 ^{bc}	37,95 ± 5,80 ^c
Valor Calórico (Kcal)	249,3 ± 5,9 ^c	334,14 ± 8,5 ^a	307,3 ± 27,9 ^{ab}	275,27 ± 27,4 ^{bc}	250,65 ± 24,6 ^c

*Dados da pesquisa, 2025. FR – Farinha do resíduo do bagaço da cana-de-açúcar. CT – Formulação de pão controle sem adição de farinha de bagaço de cana-de-açúcar. A- Formulação de pão com 2,5% da farinha do bagaço de cana-de-açúcar. B- Formulação de pão com 5% da farinha do bagaço de cana-de-açúcar. C- Formulação de pão com 10% da farinha do bagaço de cana-de-açúcar. **Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 95% de confiança ($p > 0,05$).

Assim, considerando o que diz a RDC n° 711/2022, que dispõe sobre os requisitos sanitários dos amidos, biscoitos, cereais integrais, cereais processados, farelos, farinhas, farinhas integrais, massas alimentícias e pães (BRASIL, 2022), a farinha de bagaço de cana-de-açúcar se encontra dentro do limite estabelecido para umidade, uma vez que o valor máximo

é de 15% e a farinha estudada tem umidade média de 4,85%.

O valor de umidade da farinha do bagaço de cana-de-açúcar (4,81%) está próximo dos valores relatados por Mateus *et al.*, (2024), que foi de 4,91%. No entanto, os resultados dessa pesquisa foram inferiores aos investigados por Rigo *et al.*, (2018), que encontrou 6,85%. Vale ressaltar que os baixos teores de umidade se mostram importantes para a conservação das farinhas, pois impedem o desenvolvimento microbiano e as reações químicas e enzimáticas que promovem alterações indesejáveis (CARVALHO, 2018; SOARES *et al.*, 2020).

Quanto à umidade para pães, a RDC nº 90 de 18 de julho de 2000 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, que aprova o Regulamento Técnico para fixação de identidade e qualidade de pão, determina que o nível máximo de umidade para pães preparados, exclusivamente, com farinha de trigo comum e ou farinha de trigo especial (sêmola/semolina de trigo) seja de 38% para cada 100g de pão.

Ressalta-se que a legislação não contempla especificamente produtos derivados do bagaço de cana. No entanto, foi consultada, considerando que o pão controle é composto exclusivamente de farinha de trigo, enquanto os pães A, B e C possuem as mesmas proporções de farinha de trigo, diferenciando-se apenas pelas adições proporcionais de 2,5%, 5% e 10%, respectivamente. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas no teor de umidade entre a formulação controle (CT) e as formulações com adição de farinha de bagaço de cana-de-açúcar (A, B e C).

Valores de umidade superiores aos observados nesta pesquisa foram reportados por Rigo *et al.* (2018), com variação de 38,92% a 47,35% em pães contendo 5%, 10% e 15% de farinha de bagaço de cana-de-açúcar. Da mesma forma, Mateus *et al.* (2024) encontraram teores de umidade entre 33,19% e 36,25% em pães formulados com 1%, 2% e 3% de bagaço de cana-de-açúcar. Um elevado teor de umidade em pães reduz sua qualidade e vida de prateleira, tornando-se um produto borrachudo, alterando sua textura e elevando sua atividade microbiana (MATEUS *et al.*, 2024).

De acordo com a Instrução Normativa nº 08 de 3 de junho de 2005 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL, 2005), teor de cinzas é o percentual de material mineral presente no produto após a queima. Não há legislação para farinha de bagaço de cana, assim para fins de orientação deste estudo está sendo considerado o limite máximo que é determinado para a farinha de trigo, sendo entre 0,66% e 1,35% de acordo com o Art. 1º, item 4.1.3 da Portaria nº 354 de 18 de julho de 1996 do Ministério da Saúde. Os valores de cinzas da farinha do bagaço de cana-de-açúcar (0,78%) foram próximos dos valores investigados por Soares *et al.* (2020), com teores variando de 0,82 a 0,99% e inferiores aos

valores relatados por Rigo *et al.* (2018), com um valor de 2,41%.

Observou-se que, as amostras de pão A (com adição de 2,5% de farinha de bagaço de cana-de-açúcar) e o pão C (com adição de 10% de farinha de bagaço de cana-de-açúcar) não diferiram estatisticamente quanto ao teor de cinzas, tiveram a mesma média de formação de cinzas, enquanto as demais amostras tiveram médias variáveis, embora não se distanciam significativamente em seus valores.

As amostras analisadas, tanto da farinha quanto dos pães estão dentro dos padrões estabelecidos pelas legislações para farinha de trigo e pão comum. Rigo *et al.* (2018) não observaram influência da adição de bagaço de cana-de-açúcar no teor de cinzas das formulações de pães enriquecidos com esse ingrediente. Os teores de cinzas variaram de 1,67% a 1,75%, valores superiores aos encontrados nesta pesquisa.

Quanto ao pH (potencial hidrogeniônico) as amostras apresentaram variação conforme a proporção de farinha de bagaço de cana-de-açúcar adicionada.. O pH da farinha (5,83) mostrou maior proximidade com o valor neutro, enquanto o pão C, que recebeu a maior quantidade de farinha de bagaço de cana-de-açúcar, apresentou o pH mais ácido (4,01). Soares *et al.* (2020), encontraram valores próximos de pH entre 4,27 a 5,08 em farinha do bagaço da cana-de-açúcar. Em relação ao pH Storck *et al.* (2016) afirmam que, normalmente, os microrganismos conseguem se multiplicar em uma faixa ótima de pH que varia entre 5 e 8, incluindo aeróbios mesófilos, *Staphylococcus aureus*, Salmonelas, dentre outros.

Em relação aos níveis de acidez, a legislação estabelece parâmetros para a farinha de trigo, determinando que, no máximo, 100 mL de solução de KOH devem ser necessários para neutralizar os ácidos presentes em 100 g de farinha integral, na base seca. Essa regulamentação está de acordo com a Portaria nº 354, de 18 de julho de 1996, da Secretaria de Vigilância Sanitária. Para pão de farinha de trigo, a RDC nº 90 de 18 de outubro de 2000 não estabelece um limite máximo, visto que tal resolução trata do Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Pão.

Quanto aos testes de acidez das amostras, verificou-se que a farinha e o pão C (10% de adição) não diferem estatisticamente (0,026 e 0,031%), já os pães controle, A e B tiveram seus níveis aproximados (0,015; 0,019 e 0,018%). Analisando as amostras em um contexto geral é possível afirmar que as amostras apresentaram valores baixos de acidez, apesar das variações. Soares *et al.* (2020), encontraram valores superiores de acidez variando de 9,01 a 11,61% em farinha do bagaço da cana-de-açúcar.

Para os níveis de proteína a RDC nº 354/1996 determina que para a farinha de trigo o valor não pode ser inferior a 7% na base seca. A farinha do bagaço de cana-de-açúcar apresentou

um valor baixo de proteínas (2,26%). Segundo Rigo *et al.* (2018), essa farinha é considerada um produto muito pobre proteínas (1,07%). Valores baixos de proteínas da farinha do bagaço de cana-de-açúcar também foram observados em pesquisas de Soares *et al.* (2020), com variação de 0,93 a 1,55%. Teores superiores foram observados em pesquisas de Mateus *et al.*, (2024) com valor de 3,16% de proteínas.

Nas análises das amostras foi possível observar que os níveis de proteína da farinha do bagaço de cana-de-açúcar mostraram valores bem abaixo do padrão determinado para a farinha de trigo, usada como parâmetro de análise para este estudo. Quanto às análises de proteína dos pães, é possível observar que o pão controle e B tiveram valores aproximados, assim como os pães B e C também tiveram seus valores aproximados.

Os pães elaborados com FR apresentaram quantidade de proteínas acima do padrão estabelecido pela legislação (9,55 a 13,31%). Esse elevados teores de proteínas podem estar relacionados à farinha de trigo utilizada. Segundo Mateus *et al.* (2024), valores de 7,23 a 8,37% foram observados em pães elaborados com fermento natural com adição de bagaço cana-de-açúcar. Rigo *et al.* (2018), observaram que as formulações com farinha do bagaço de cana-de-açúcar apresentaram uma tendencia de redução do teor de proteínas em relação a formulação controle.

No que se refere a análise de lipídios, é possível observar baixo nível apresentado pela farinha (1,08%), porém as amostras CT, A, B e C apresentaram uma significativa porcentagem de lipídios (7,06 a 8,67%), haja visto suas formulações apresentarem variados ingredientes.

As formulações com farinha do bagaço de cana-de-açúcar mostram que quanto maior o teor de farinha menor o conteúdo de lipídios em relação à formulação controle, o que é uma característica desejável a essas formulações, pois os lipídeos são responsáveis por muitas alterações sensoriais indesejáveis, como a oxidação lipídica (BARRERA-ARELLANO, 1993; RIGO *et al.*, 2018). Esse mesmo comportamento foi observado em pesquisas de Mateus *et al.* (2024), com pães formulados com farinha de bagaço de cana-de-açúcar.

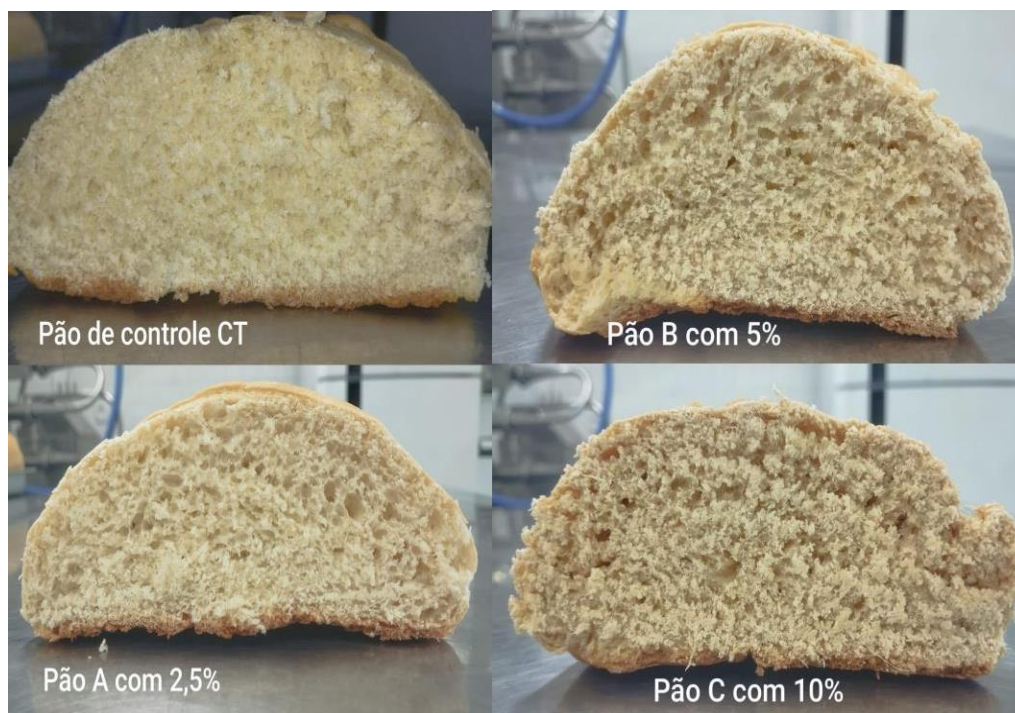
As diferenças apresentadas entre os valores da composição físico-química e centesimal do bagaço de cana-de-açúcar na literatura e os obtidos neste trabalho são compreensíveis, pois a composição centesimal do bagaço é função de diversos fatores, tais como: variedade da cana, tipo de solo de cultivo da cana, tempo de colheita e método de colheita (RIGO *et al.*, 2018).

5.2 ANÁLISES TECNOLÓGICAS DOS PÃES FORMULADOS

No que se refere às análises tecnológicas dos pães formulados, observou-se, que

visualmente as amostras mudavam suas características à medida que recebia a adição das proporções de farinha de bagaço de cana-de-açúcar (Figura 13).

Figura 13. Pão controle e pães com diferentes proporções da farinha do bagaço de cana-de-açúcar.



Fonte: Autora (2025)

Os resultados referentes às análises tecnológicas dos pães com diferentes concentrações de farinha de bagaço de cana-de-açúcar encontram-se na Tabela 3, onde é possível observar que a adição da farinha do bagaço da cana-de-açúcar influenciou significativamente os parâmetros tecnológicos dos pães formulados.

Tabela 3. Valores médios e desvio padrão dos parâmetros tecnológicos dos pães formulados com diferentes concentrações de farinha de bagaço de cana-de-açúcar.

Amostras	Parâmetros tecnológicos*			
	Fator de expansão (cm)	Perda por cocção (%)	Volume aparente (mL)	Volume específico (g/mL)
Controle	$2,30 \pm 0,14^a$	$9,00 \pm 0,00^a$	$87,00 \pm 3,27^b$	$2,42 \pm 0,09^a$
A	$1,82 \pm 0,13^b$	$6,33 \pm 0,57^b$	$191,00 \pm 7,87^a$	$2,73 \pm 0,02^c$
B	$1,92 \pm 0,29^{ab}$	$6,66 \pm 0,57^b$	$166,00 \pm 1,41^c$	$2,68 \pm 0,02^c$
C	$1,91 \pm 0,13^{ab}$	$6,00 \pm 1,00^b$	$200,00 \pm 0,00^c$	$2,13 \pm 0,00^b$

*Dados da pesquisa, 2025. CT – Formulação de pão controle sem adição de farinha de bagaço de cana-de-açúcar. A- Formulação de pão com 2,5% da farinha do bagaço de cana-de-açúcar. B- Formulação de pão com 5% da farinha do bagaço de cana-de-açúcar. C- Formulação de pão com 10% da farinha do bagaço de cana-de-açúcar.

**Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 95% de confiança ($p > 0,05$).

Os resultados demonstram que a formulação controle apresentou um maior fator de expansão (2,30) e a formulação A com 2,5% da farinha do bagaço de cana-de-açúcar exibiu um menor fator de expansão. O índice de expansão mede a capacidade da massa de expandir nas direções verticais e horizontais, ou seja, quanto maior o índice de expansão maior o crescimento do pão durante o forneamento, o que é considerado um aspecto tecnológico positivo para o produto (ZAMBELLI, 2014).

A formulação controle sem adição de farinha de bagaço de cana-de-açúcar obteve maior percentual de perda durante a cocção (9%), diferindo significativamente das demais formulações com adição de farinha de bagaço de cana-de-açúcar (A, B e C). As perdas durante a cocção acontecem devido a evaporação de líquidos, principalmente a água. Sendo assim, quanto menor for a perda por cocção, maior o rendimento do pão (ANDRADE *et al.*, 2018; MARINHO *et al.*, 2021).

Para o volume aparente foi verificado que a adição de farinha do bagaço de cana-de-açúcar influenciou positivamente na produção dos pães, pois a formulação controle apresentou um menor volume aparente (87 mL) em relação as formulações adicionadas de farinha do bagaço de cana-de-açúcar (1,91; 1,66 e 200 mL).

Em relação ao volume específico, foi verificado que as formulações de pão com 2,5 e 5% da farinha do bagaço de cana-de-açúcar apresentaram um maior volume específico (2,73 e 2,68 g/mL) em comparação a formulação padrão (2,42 g/mL). A formulação com 15% da farinha do bagaço de cana-de-açúcar apresentou o menor volume específico (2,13 g/mL). Esse resultado está associado ao enfraquecimento da rede de glúten provocado pela maior adição da farinha na formulação, levando a redução do volume específico do pão. Em pesquisas de Andrade *et al.* (2018), à medida que se adicionavam farinha nos pães de forma, o volume específico foi reduzindo.

O volume específico de um produto pode sofrer alterações de diversos fatores, como por exemplo: o tipo e a qualidade dos ingredientes utilizados na formulação da massa, em especial a farinha, e os processos usados na sua elaboração (MARINHO *et al.*, 2021; SANTANA *et al.*, 2020).

Os resultados obtidos das análises físico-químicas, centesimais e tecnológicas demonstraram um potencial significativo para o aproveitamento sustentável desse resíduo tão abundante da agroindústria brasileira, contribuindo para a redução de desperdícios e promovendo uma nova visibilidade e uso para o bagaço. A análise da farinha de bagaço de cana-de-açúcar revela-se não apenas uma alternativa sustentável, mas também nutricionalmente possível, permitindo a diversificação de ingredientes e a melhoria do perfil dos alimentos.

6 CONCLUSÃO

A farinha do bagaço de cana-de-açúcar exibiu baixos valores de umidade, cinzas, lipídios, proteínas e acidez e um alto valor de pH.

A adição da farinha do bagaço de cana-de-açúcar nas formulações de pão apresentou efeitos significativos nos parâmetros físico-químicos, centesimais e tecnológicos analisados.

O resíduo do bagaço da cana-de-açúcar, além de ter um potencial nutricionalmente vantajoso, o pão elaborado com essa farinha pode ser bem recebido pelos consumidores, por apresentar características tecnológicas similares ao um pão sem adição de farinha de bagaço de cana-de-açúcar.

Além disso, a pesquisa sugere que o reaproveitamento de subprodutos da agroindústria não apenas minimiza a quantidade de resíduos descartados, mas também transforma a percepção sobre esses materiais, conferindo-lhes novo valor, não só para o bagaço de cana-de-açúcar, objeto desse estudo, mas também de outros resíduos tendo esse como ponto de partida encorajador e referência.

Este trabalho espera, portanto, incentivar futuras pesquisas e práticas que possam enriquecer o conhecimento sobre o reaproveitamento de resíduos da agroindústria, transformando desafios em oportunidades e solidificando uma cultura de sustentabilidade na alimentação humana, pois tal continuidade é vital, dados os resultados encorajadores.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Ramana Heringer Fernando. Métodos de secagem e seu papel na redução das perdas e desperdícios em alimentos: uma revisão bibliográfica. 2023.

ALCÂNTARA, Siumara R. *et al.* Caracterização físico-química das farinhas do pedúnculo do caju e da casca do maracujá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.14, n. Especial, p. 473-478, 2012.

ALMEIDA, Rafael Fernandes; MACHADO, Ana Paula Oliveira. Secagem de alimentos e seu impacto na pós-colheita. In: **II Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, Anais do II CoBICET–Trabalho completo**. 2021

ALMEIDA, Raphael Lucas Jacinto *et al.* Análises físico-química e microbiológicas de farinha elaborada do aproveitamento da casca de kiwi. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, p. e92932522-e92932522, 2020.

ARAÚJO, Cintia da Silva. *et al.* Princípios da secagem de alimentos. Tópicos especiais em Ciências e Tecnologia de Alimentos. V.1, v. 29075, p. 233, 2020.

NBR, ABNT. 10.004 resíduos sólidos: Classificação. **Rio de Janeiro**, p. 71, 2004.

BADAWI, C. **Aproveitamento Integral dos Alimentos: Melhor Sobrar do que Faltar**. Estágio – Curso de Nutrição, USP, 2012.

BANOŽIĆ, Marija *et al.* Spray drying as a method of choice for obtaining high quality products from food wastes–A review. **Food reviews international**, v. 39, n. 4, p. 1953-1985, 2023.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada nº 90 de 18 de outubro de 2000, Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Pão. Disponível em https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2000/rdc0090_18_10_2000.html, acessado em 25 de janeiro de 2025.

BRASIL, Casa Civil. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF**, v. 3, 2010.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria nº 354 de 18 de julho de 1996. Disponível em https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs/1/1996/prt0354_18_07_1996.html, Acessado em 25 de janeiro de 2025.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 08 de 3 de junho de 2005. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo. Disponível em <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=803790937>, Acessado em 25 de janeiro de 2025.

BRASIL. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. 4. ed. Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, 161 p, 2011.

CAN-CAUICH, C. A., *et al.*, Tropical fruit peel powders as functional ingredients: Evaluation of their bioactive compounds and antioxidante activity. **Journal of Functional Foods**. v. 37, p.

501-506, 2017.

CARGNIN, Jéssica Mendonça Ribeiro *et al.* **Potenciais aplicações da vinhaça da cana-de-açúcar visando a produção mais limpa: uma revisão integrativa.** Repositório Intitucional, UFSC. 2021.

CELESTINO, S. M. C. **Princípios de Secagem de Alimentos.** Planaltina: Embrapa. Cerrados, 2010.

CHITOLINA, Gustavo de Moraes; HARDER, Márcia Nalesso Costa. Avaliação da viabilidade do uso de vinhaça como adubo. **Bioenergia em Revista: Diálogos (ISSN: 2236-9171)**, v. 10, n. 2, p. 08-24, 2020.

Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar – v.1, n.1 (2013-) – Brasília : Conab, 2013-. Quadrimestral Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. ISSN 2318-7921 1. Cana-de-açúcar. 2. Safra. 3. Agronegócio. I. Título.

CORDEIRO, Guilherme C. *et al.*, Pozzolanic activity and filler effect of sugar cane bagasse ash in Portland cement and lime mortars. **Cement & Concrete Composites**, v.30, p.410-418, 2008.

DAMIANI, Clarissa. *et al.* Utilization of waste vegetable for the production of seasoned cassava flour/Aproveitamento de residuos vegetais para producao de farofa temperada. **Alimentos e Nutricao (Brazilian Journal of Food and Nutrition)**, v. 22, n. 4, p. 657-663, 2011.

DIAS, Franciele Miranda Ferreira. Alguns elementos sobre a cadeia produtiva da cana-de-açúcar no Brasil. **Geosul**, v. 36, n. 79, p. 116-142, 2021.

DOS SANTOS, Danielle da Silveira. **Produção de etanol de segunda geração por *Zymomonas mobilis* naturalmente ocorrente e recombinante, empregando biomassa lignocelulósica.** Universidade Federal do Rio de Janeiro Escola de Química Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos PRODUÇÃO, 2012.

DOYMAZ, I. Drying of Pomegranate Arils and Selection of a Suitable Drying Model. **Food Biophysics**, 6:4, 2011.

EMBRAPA EM NÚMEROS. Embrapa, Secretaria Geral, Gerência de Comunicação e Informação. Brasília, DF, 2020. 140 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/grandes-contribuico-es-para-a-agricultura-brasileira/>. Acessado em 20 de agosto de 2024.

Food and Agriculture Orgnazination of the United Nations (FAO). Food wastage foot print.

Impacts on natural resourcess. 2013. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/1694038d-98f7-40f6-be4b-98782544b9f9/content>, acessado em 26 de julho de 2024.

GONÇALVES, Claudia Roberta; LEÃO, Marcelo. Produção de iogurte com adição das farinhas mistas a partir dos resíduos de maçã, maracujá e uva. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n 17, 2013.

GUERRA, M. P.; ROCHA, F. S.; NODARI, R. O. **Biodiversidade, Recursos Genéticos Vegetais e Segurança Alimentar em um Cenário de Ameaças e Mudanças**. in: VEIGA, F. R. A.; QUEIRÓZ, M. A. (Eds). Recursos Fitogenéticos: A Base da Agricultura Sustentável no Brasil. Brasília: SBRG, 2015. p. 39-52.

GAVRILESCU, M. Biorefinery systems: an overview Vijai Gupta (Ed.), **Bioenergy Research: Advantages and Applications**, Elsevier. p. 219-241, 2014.

HUGOT, E. **Manual da Engenharia Açucareira**, Edição Revista e Atualizada, Ed. Mestre Jou, São Paulo, 2 Vols., 1977.

IPT, CEMPRE. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. **Publicação IPT– Instituto de Pesquisa Tecnológicas, S. Paulo**, 2000.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos Físico-Químicos para Análise de alimentos**. São Paulo. 4ª edição. 2008.

MACHADO, A. V.; SOUZA, J. A.; NOVAES, R. S. Estudo cinético da secagem da uva Isabel para produção de uva passa. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 10:1, 47-51, 2015.

MAKRIS, D. P.; BOSKOU, G.; ANDRIKOPOULOS, N. K. Polyphenolic content and in vitro antioxidant characteristics of wine industry and other agri-food solid waste extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, vol. 20, n. 2, p.125-132, 2007.

MARTINDALE, Wayne; SCHIEBEL, Walter. The impact of food preservation on food waste. **British Food Journal**, v. 119, n. 12, p. 2510-2518, 2017.

MARTINS, Fernanda Pereira. *et al.*, Secagem: uma revisão. The **Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 6, n. 4, p. 0600- 0607i, 2020.

MARTINS, Quesia Santos Amorim et al. Resíduos da indústria processadora de polpas de frutas: capacidade antioxidante e fatores antinutricionais. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 2, p. 591-608, 2019.

MOSES, J. A. et al. Novel drying techniques for the food industry. **Food Engineering Reviews**, v. 6, p. 43-55, 2014.

Mundo desperdiça mais de 1 bilhão de refeições todos os dias, aponta ONU, disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/mundo-desperdica-mais-de-1-bilhao-de-refeicoes-todos-os-dias-aponta-onu>, acessado em 20 de agosto de 2024.

NASCIMENTO FILHO, W. B.; FRANCO, C. R. Avaliação do potencial dos resíduos obtidos através do processamento agroindustrial no Brasil. **Revista Virtual de Química**, vol.7, n. 6, p. 1968-1987, 2015.

NIGAM, Poonam Singh Nee. **Biotechnology for Processing Natural Resources Employing Microbial-Catalysts and Fermentation Systems**. 2020. Tese de Doutorado. Ulster University.

Normas de classificação comercial de trigo e de farinha de trigo no Brasil: uma perspectiva histórica / Eliana Maria Guarienti... [et al.].— Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2022. PDF (48 p.).— (Documentos / Embrapa Trigo, ISSN 1518-6512 ; 199).

OGATA, Bruna Harumi. **Caracterização das frações celulose, hemicelulose e lignina de diferentes genótipos de cana-de-açúcar e potencial de uso em biorrefinarias**. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, 2013.

OLIVEIRA, Vanessa Caroline de; MENDES, Fabrícia Queiroz. Formulação de novos produtos a partir do aproveitamento de resíduos agroindustriais: uma revisão narrativa. **Ciências Agrárias: o avanço da ciência no Brasil**, v. 2, p. 98-115, 2021.

PANDA, Sandeep K. *et al.*, Microbial-processing of fruit and vegetable wastes for production of vital enzymes and organic acids: Biotechnology and scopes. **Environmental Research**. v. 146, p. 161-172, 2016.

PAOLIELLO, José Maria Morandini. Aspectos ambientais e potencial energético no aproveitamento de resíduos da indústria sucroalcooleira. **MaterThesis. Universidade Estadual**, 2006.

PAULA, Marcos de O. *et al.* Potencial da cinza do bagaço da cana-de-açúcar como material de substituição parcial de cimento Portland. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2024.

PARANHOS, Raimundo Jorge Santos. **Aproveitamento de resíduos de cinza da cana de açúcar em massas cerâmicas**. 2010. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SILVA, João Henrique Barbosa da. *et al.* Uso de vinhaça concentrada e enriquecida como biofertilizante na cana-de-açúcar: Uma revisão. **Scientific Electronic Archives**, v. 16, n. 2, 2023.

UNICA. União Brasileira da Indústria de cana-de-açúcar e bioenergia. Histórico de Produção. Disponível em <https://unicadata.com.br/>, Acessado em 06 de janeiro de 2025.