

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ELISA YUMI UEDA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E TECNOLÓGICAS DE PÃES DE
FORMA ELABORADOS COM FARINHA DE TRIGO E DE COGUMELOS**

MEDIANEIRA

2025

ELISA YUMI UEDA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E TECNOLÓGICAS DE PÃES DE
FORMA ELABORADOS COM FARINHA DE TRIGO E DE COGUMELOS**

**Physicochemical and Technolgical characteristics of loaf bread elaborated with
wheat flour and mushroom flour**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
apresentado como requisito parcial para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia de Alimentos da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Orientadora: Dra Daiane Cristina Lenhard.

Coorientadora: Dra Nádia Cristiane Steinmacher.

MEDIANEIRA

2025



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

ELISA YUMI UEDA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E TECNOLÓGICAS DE PÃES DE
FORMA ELABORADOS COM FARINHA DE TRIGO E DE COGUMELO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
apresentado como requisito parcial para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia de Alimentos da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Data de aprovação: 05/fevereiro/2025

Daiane Cristina Lenhard
Doutorado em Engenharia Química
Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Medianeira

Nádia Cristiane Steinmacher
Doutorado em Ciência de Alimentos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Medianeira

Carolina Castilho Garcia
Doutorado em Engenharia e Tecnologia de Alimentos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Medianeira

Eliana Maria Baldissera
Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Medianeira

MEDIANEIRA

2025

Dedico este trabalho aos meus pais, por sempre acreditarem e investirem em mim, fazendo-me chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pelo dom da vida, pela força, sabedoria e proteção que sempre me acompanharam em todos os momentos dessa caminhada. Sem Sua graça, nada seria possível.

À minha mãe, Sandra, ao meu pai, Sérgio, e aos meus irmãos, Celso, Juliana e Isadora expresso minha mais profunda gratidão. Vocês são a base de tudo o que sou e conquistei. O apoio incondicional, a confiança em meu potencial e o amor sem fim que sempre me deram foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Em cada momento de incerteza, o carinho de vocês foi meu refúgio. O sacrifício, os esforços e todos os conselhos de vocês são a razão de eu estar completando mais esta etapa.

Aos meus amigos, Gustavo, Vinícius e Ana. A amizade de vocês foi vital para o meu equilíbrio emocional e para que eu pudesse enfrentar os momentos de dificuldade com mais leveza. Obrigada por mesmo estando a quilômetros de distância, continuarem sempre presentes e sendo um apoio.

Às amigas que eu fiz durante o curso, Mariane R., Jordana e Mariane S. que se tornaram minha família de Medianeira e levarei pra sempre em meu coração.

Agradeço à coorientadora Prof. Dra. Nádia Cristiane Steinmacher e à minha orientadora, Prof. Dra. Daiane Cristina Lenhard, por toda orientação, conhecimento e paciência durante a execução deste trabalho.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná e à Central Analítica Multiusuário de Medianeira (CEANMED) pelo aporte de laboratórios e equipamentos.

Por fim, agradeço à cada pessoa que passou por minha vida, que contribuiu direta ou indiretamente para este trabalho ser concluído. A todos, minha eterna gratidão.

RESUMO

No decorrer dos anos, houve a crescente procura por alimentos que promovam benefícios à saúde humana, resultando na expansão do desenvolvimento de produtos que forneçam qualidade nutricional e sensorial. Nessa vertente, os cogumelos comestíveis são considerados alimentos com elevado valor nutricional, apresentam altos teores de proteínas, fibras alimentares, vitaminas, minerais e de aminoácidos essenciais, além de possuírem baixo teor calórico. No entanto, há a carência de pesquisas de implementação dos cogumelos comestíveis em alimentos. Dessa maneira, o presente estudo procurou avaliar as características tecnológicas e físico-químicas de pães de forma elaborados com substituição parcial da farinha de trigo por farinhas dos cogumelos shimeji e shitake. As farinhas de cogumelos foram obtidas a partir da moagem de cogumelos secos por liofilização. Foram elaboradas formulações de pães de forma com diferentes percentuais de farinhas de cogumelos: 0% (Padrão), 10% de farinha de shimeji (F1), 15% de farinha de shimeji (F2), 10% de farinha de shitake (F3) e 15% de farinha de shitake (F4). Foram realizadas análises de composição centesimal, atividade de água, pH, volume específico, dureza, índice de expansão e cor dos miolos dos pães. A adição de farinha de cogumelos resultou em aumento significativo do teor de umidade (38,55 a 43,71%) e em redução significativa do teor de carboidratos (43,46 a 48,51%) em comparação com a formulação padrão. Contudo as formulações com as farinhas de cogumelos apresentaram uma redução significativa dos valores de volume específico (1,12 a 1,48 L/g) e índice de expansão (1,20 a 1,38), resultando em maior dureza (1091,78 a 3512,28 g) dos pães. Os resultados de cor dos miolos dos pães com farinha de cogumelos apresentaram-se significativamente mais escuros, mais vermelhos e menos amarelos do que os da formulação padrão. Dessa forma, é possível concluir que a aplicação de farinha de cogumelos shimeji e shitake em pães de forma possui grande potencial para a melhoria da qualidade nutricional do produto, porém são necessários mais estudos com a finalidade de produzir pães com farinha de cogumelos com melhor qualidade tecnológica.

Palavras-chave: cogumelos comestíveis; hábitos alimentares; panificação.

ABSTRACT

Over the years, there has been a growing demand for foods that promote benefits to human health, resulting in the expansion of the development of products that provide nutritional and sensory quality. In this regard, edible mushrooms are considered foods with high nutritional value, have high levels of proteins, dietary fibers, vitamins, minerals and essential amino acids, in addition to having low calorie content. However, there is a lack of research on the implementation of edible mushrooms in food. Thus, the present study sought to evaluate the technological and physicochemical properties of breads made with the partial replacement of wheat flour by flours of Shimeji and Shitake mushrooms. Mushroom flours were obtained from the grinding of dried mushrooms by freeze-drying. Bread formulations were made with different percentages of mushroom flours: 0% (Standard), 10% shimeji flour (F1), 15% shimeji flour (F2), 10% shitake flour (F3) and 15% shitake flour (F4). Analyses of centesimal composition, water activity, pH, specific volume, hardness, expansion index and color of the cores of the breads were performed. The addition of mushroom flour resulted in a significant increase in moisture content (38.55 to 43.71%) and a significant reduction in carbohydrate content (43.46 to 48.51%) compared to the standard formulation. However, the formulations with mushroom flours showed a significant reduction in the values of specific volume (1.12 to 1.48 L/g) and expansion index (1.20 to 1.38), resulting in greater hardness (1091.78 to 3512.28 g) of the breads. The color results of the breads crumbs with mushroom flour were significantly darker, redder and less yellow than those of the standard formulation. Thus, it is possible to conclude that the application of shimeji and shitake mushroom flour in breads has great potential to improve the nutritional quality of the product, but more studies are needed in order to produce breads with mushroom flour with better technological quality.

Keywords: edible mushrooms; dietary habits; baking.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Morfologia de um cogumelo adulto	13
Figura 2- <i>Pleurotus ostreatus</i> ou shimeji	15
Figura 3- <i>Lentinula edodes</i> ou shitake	16
Figura 4- Espaço de cor L*a*b*, medição CIELAB da maçã	24
Figura 5- Fluxograma da elaboração dos pães de forma	26
Figura 6- Farinha de cogumelos shitake (à esquerda) e shimeji (à direita)	31
Figura 7- Pães de forma obtidos (da esquerda para a direita: Controle, F4, F3, F2 e F1)	36
Figura 8- Miolos das formulações de pães de forma obtidos (da esquerda para a direita, de cima para baixo: Controle, F1, F2, F3 e F4)	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Formulações de pão de forma com adição das farinhas de shitake e shimeji	25
Tabela 2- Percentual de farinha retida nas peneiras de diferentes tamanhos	30
Tabela 3- Parâmetros de cor para as farinhas de cogumelos e farinha de trigo	30
Tabela 4- Capacidade de absorção de água (CAA) das farinhas de cogumelos	31
Tabela 5- Composição centesimal dos pães produzidos	32
Tabela 6- Atividade de água (Aw) e pH dos pães produzidos.....	34
Tabela 7- Volume específico, textura e índice de expansão dos pães produzidos ...	35
Tabela 8- Parâmetros de cor do miolo dos pães produzidos	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	12
2.1	Objetivo geral	12
2.2	Objetivos específicos	12
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1	Cogumelos	13
3.1.1	Shimeji (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	14
3.1.2	Shitake (<i>Lentinula edodes</i>)	15
3.1.3	Aplicação de cogumelos em alimentos	16
3.2	Pão	17
3.2.1	Qualidade tecnológica dos pães	19
3.3	Secagem de alimentos	21
4	MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1	Materiais utilizados	23
4.2	Obtenção das farinhas de cogumelos	23
4.3	Análises das farinhas de cogumelos	23
4.4	Elaboração dos pães de forma	25
4.5	Análises físico-químicas dos pães	26
4.6	Análises tecnológicas dos pães	28
4.7	Análise estatística dos resultados	29
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1	Análises das farinhas produzidas	30
5.2	Análises dos pães	32
5.2.1	Propriedades físico-químicas dos pães	32
5.2.2	Propriedades tecnológicas dos pães	34
6	CONCLUSÃO	39
	REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

A panificação é uma cultura milenar que se perpetua ao longo das gerações e que foi sendo aperfeiçoada, a partir de novos processos e ingredientes, para suprir as necessidades dos seres humanos. O pão é originalmente produzido utilizando farinha de trigo, embora haja uma ampla variedade de leguminosas e cereais que podem ser moídos e transformados em farinha para uso no processamento de pães (Cauvain; Young, 2009).

Os cogumelos comestíveis são alimentos com elevados valores nutricionais, pois são fontes de proteínas, vitaminas, fibras alimentares e de sais minerais, além de apresentarem altas concentrações de aminoácidos essenciais à saúde humana (Soccol *et al.*, 2017). Estudos mostram que os cogumelos comestíveis são alimentos nutracêuticos por possuírem atributos antimicrobianos e antitumorais, além de serem poderosos antioxidantes (Rodrigues; Okura, 2022; Salehi, 2019).

O consumo de cogumelos comestíveis no Brasil foi aumentando gradualmente, apresentando um aumento da produção e comercialização do alimento como resultado da conscientização sobre seu sabor único e sobre seus benefícios nutritivos e medicinais, além de ter se tornado um produto mais acessível economicamente (Steffen *et al.*, 2020; Embrapa, 2023). As espécies *Agaricus bisporus* (Champignon de Paris e Portobello), *Lentinula edodes* (Shitake), *Pleurotus ostreatus* (Shimeji), e *Agaricus blazei* (Cogumelo do Sol) são as mais consumidas e produzidas nacionalmente (Cerquetani, 2020).

Visto que a população está cada vez mais preocupada com a saúde, relacionando-a ao consumo de alimentos nutracêuticos, são abertas diversas vertentes para se explorar no mercado alimentício (Salehi, 2019). Sendo assim, a indústria de panificação enfrenta desafios buscando o desenvolvimento de pães que contenham melhores propriedades nutricionais e sensoriais (ABIP, 2022), e uma alternativa com grande potencial de enriquecimento do produto é a utilização de farinhas feitas a partir de alimentos que tenham propriedades medicinais e nutricionais.

Para a obtenção de farinha é necessário que o alimento passe por técnicas de secagem, das quais se destaca a liofilização, que é uma técnica de secagem em baixas temperaturas e controle de pressão. Este método de secagem é considerado mais eficiente em relação à conservação e desidratação de alimentos, uma vez que

secagem em altas temperaturas implica em alterações indesejáveis, como a desnaturação de proteínas, alterando os valores nutricionais, físico-químicos e sensoriais do produto (Metta; Aryosa; Paletta, 2012).

Perante ao cenário atual, em que se verifica a procura por alimentos considerados mais nutritivos, a indústria alimentícia se vê preocupada em atender os requisitos dos consumidores. Nessa perspectiva, o presente trabalho tem como objetivo avaliar as características físico-químicas e tecnológicas de pães elaborados com substituição parcial da farinha de trigo por farinha dos cogumelos shitake (*Lentinula edodes*) e shimeji (*Pleurotus ostreatus*).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar as propriedades físico-químicas e tecnológicas de pães de forma elaborados com substituição parcial da farinha de trigo por farinha dos cogumelos shitake e shimeji liofilizados.

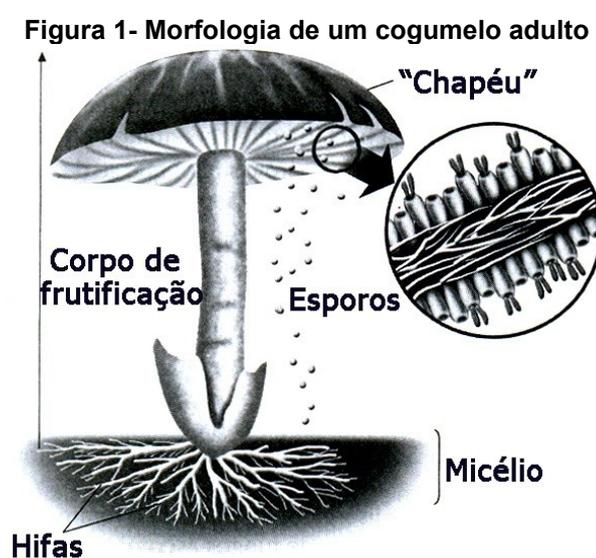
2.2 Objetivos específicos

- Produzir farinhas dos cogumelos shimeji e shitake por liofilização e moagem dos cogumelos desidratados;
- Analisar as farinhas dos cogumelos quanto à granulometria, cor e capacidade de absorção de água;
- Elaborar diferentes formulações de pães de forma produzidos com as farinhas de cogumelos;
- Avaliar o teor de proteínas, carboidratos, lipídios, cinzas e umidade, e o pH e a atividade de água das formulações de pães elaboradas com as farinhas dos cogumelos e comparar com a formulação padrão, sem cogumelos;
- Comparar as propriedades tecnológicas das formulações por meio das análises de dureza, cor, índice de expansão e volume específico.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Cogumelos

Os cogumelos pertencem ao Reino *Fungi* e são fungos macroscópicos, conhecido como corpos de frutificação, que são constituídos basicamente por píleo (chapéu) que se firma sobre um estipe (haste), lamelas que se encontram na parte inferior do chapéu, volva e micélio (Urban, 2017), conforme ilustrado na Figura 1



Fonte: Santos (2012)

Algumas espécies de cogumelos são comestíveis e consideradas medicinais, porém algumas podem ser consideradas, venenosas, tóxicas ou alucinógenas (Urban, 2017). Existem por volta de 45 mil espécies de cogumelos expostas na literatura, porém nem todas são classificadas como comestíveis, estudo mostra que há cerca de 400 cogumelos comestíveis no Brasil, entre estas 59 espécies necessitam de algum preparo para serem consumidas em segurança (Drewinski *et al.*, 2024; Steffen *et al.*, 2020). Para o cultivo dos cogumelos não há a necessidade de solos férteis, mas é preciso que haja o controle de fatores, como temperatura, esterilização e umidade, e normalmente é feito em madeira e serragens, adicionando-se substratos como palha de trigo, farelo de arroz e outros componentes orgânicos. Alguns estudos mostram que os cogumelos também podem ser cultivados em gramíneas, por ser um substrato abundante e que possuem um rápido desenvolvimento, diminuindo assim o período de cultivo (Urban, 2017).

Os cogumelos estão na dieta humana desde a antiguidade, principalmente pelos povos asiáticos e europeus, e eram denominados de “alimento dos deuses” em Roma, “elixir da vida” pelos chineses, sendo utilizados como presentes e servidos apenas em ocasiões especiais. Desde então, são valorizados pelo sabor, por apresentarem elevada qualidade nutricional e por possuir propriedades medicinais (Furlani; Godoy, 2007).

A produção de cogumelos no Brasil ainda é inexpressiva quando comparada à perspectiva mundial, como China e França. Porém, é um mercado crescente e com grande potencial por apresentar uma alternativa de complementação de renda e nutricional, devido à elevada oferta de compostos antioxidantes e antimutagênicos (Rodrigues; Okura, 2022).

As espécies mais cultivadas e consumidas no Brasil são champignon de Paris (*Agaricus bisporus*), mais utilizado em conserva, enquanto shitake (*Lentinula edodes*) e shimeji (*Pleurotus ostreatus*) são mais utilizados *in natura* (Capra; Tonin, 2019). Embora tenham diferenças entre suas composições químicas, todos podem ser considerados ótimas fontes de nutrientes, devido à presença de elevadas quantidades de proteína, carboidratos, fibras alimentares, minerais, compostos antioxidantes e baixo teor de gordura, que implica em baixo valor calórico (Helm; Coradin; Rigoni, 2009).

3.1.1 Shimeji (*Pleurotus ostreatus*)

O shimeji, também conhecido como cogumelo ostra, é uma das espécies de cogumelos comestíveis mais cultivada e consumida no cenário nacional e mundial. Como principais aspectos morfológicos, citam-se corpos de frutificação carnosos, estipe curto, cilíndrico e com crescimento de aglomerados (Daher, 2023; Urban, 2017), conforme pode ser verificado na Figura 2.

Figura 2- *Pleurotus ostreatus* ou shimeji



Fonte: Terra Vita (2016)

A popularidade dessa espécie foi aumentando gradativamente devido a sua aplicação na gastronomia, por suas funções imunomoduladoras, antimicrobiana e por possuir compostos funcionais e antioxidantes (Valverde; Hernández-Pérez; Paredes-López, 2015) e, ainda, pela capacidade de degradação de uma grande porção de resíduos lignocelulósicos (Sales-Campos; Minhoni; Andrade, 2010).

3.1.2 Shitake (*Lentinula edodes*)

O shitake é um dos cogumelos comestíveis mais produzidos e consumidos no mundo. Essa espécie possui um píleo (chapéu) carnoso, com coloração que pode variar de parda para marrom escuro, lamelas esbranquiçadas, estipe cilíndrico de cor marrom-claro (Urban, 2017), conforme ilustrado na Figura 3. É uma espécie utilizada desde os primórdios pelas indústrias farmacêutica e alimentícia, existindo diversas pesquisas que evidenciam resultados positivos à saúde humana (Chang; Miles, 1989; Valverde; Hernández-Pérez; Paredes-López, 2015).

O cogumelo shitake possui diversos benefícios ao consumidor, pois, além de serem nutritivos apresentam propriedades antimicrobianas, antivirais, antitumorais, antioxidantes, potencial antiobesidade, hepatoprotetor, hipocolesterolêmico, imunomodulador e efeitos terapêuticos (Ahmad *et al.*, 2023).

Figura 3- *Lentinula edodes* ou shitake



Fonte: Enciclopédia livre (2023)

3.1.3 Aplicação de cogumelos em alimentos

Estudos mostram a incorporação de cogumelos em produtos alimentícios com o objetivo de avaliar a aplicabilidade em relação ao enriquecimento de produtos alimentícios e aceitabilidade destes produtos ao ponto de vista do público. Algumas destas pesquisas são elucidadas a seguir.

Lemos (2009) elaborou um análogo ao hambúrguer com o cogumelo da espécie *Agaricus brasiliensis* (cogumelo do sol) com o objetivo de estimular sua implementação na alimentação. O autor verificou que o cogumelo do sol foi sensorialmente aceito para implementação na gastronomia, sendo que as formulações com maiores quantidades de cogumelos (10% e 12%) foram as mais aceitas entre os julgadores, além de terem demonstrado maiores valores nutricionais quando comparado aos produtos comerciais à base de proteína animal e vegetal. O autor concluiu que essa espécie de cogumelo tem elevado potencial como substituto de produtos cárneos.

Vasconcelos *et al.* (2020) produziram barras de cereal substituindo parcialmente a aveia por farinha de cogumelos *Pleurotus eryngii* (cogumelo-do-cardo) e verificaram maior aceitação para o parâmetro de textura quando comparada à formulação sem adição da farinha de cogumelos. A formulação sem adição e a com

adição de 10% de farinha do cogumelo foram as que obtiveram menores índices de aceitabilidade entre os provadores, sendo a formulação com adição de 20% foi a que apresentou melhores avaliações sensoriais, sendo bem aceita e tendo uma boa intenção de compra.

Lira (2017) aplicou farinhas dos cogumelos *Lentinula edodes* (shitake) e *Pleurotus eryngii* (cogumelo-do-cardo) em diferentes formulações de pães, e observou que as farinhas obtidas desses cogumelos possuem grande potencial para enriquecimento de alimentos. No entanto, os pães produzidos com maior composição de farinha (20%) obtiveram notas baixas para o atributo sabor entre os julgadores, enquanto as outras formulações foram melhor aceitas. A autora ainda verificou que o volume específico do pão diminuiu nas formulações com a farinha dos cogumelos, resultando em maior dureza dos pães. A farinha do cogumelo-do-cardo obteve melhor aplicabilidade que a farinha de shitake, em relação aos parâmetros de elasticidade e mastigabilidade. Por fim, a redução da luminosidade (L^*) fez com que os pães elaborados com os cogumelos apresentassem uma aparência semelhante aos pães integrais, o que pode ser um atrativo aos consumidores, que os correlacionam com alimentos mais saudáveis.

3.2 Pão

De acordo com a *Federation of Bakers Ltd* (FOB, 2021), o pão surgiu em 8000 a.C., a partir de um mix de grãos, resultando em produtos semelhantes ao que atualmente são denominados de tortilha mexicana e chapati indiano, tinha formato oval e achatado. Em 3000 a.C. houve a implementação de massas fermentadas e o pão começou a ser mais valorizado.

No Brasil, a Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005 aprovada pela Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2005), que estabelece os padrões de identidade e qualidade de pão, define que:

Pães são os produtos obtidos da farinha de trigo e ou outras farinhas, adicionados de líquido, resultantes do processo de fermentação ou não e cocção, podendo conter outros ingredientes, desde que não descaracterizem os produtos. Podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos.

As legislações que estabelecem o padrão de identidade e qualidade de pães, na maioria dos países, têm como função assegurar que os ingredientes utilizados para a produção de pães sejam benéficos tanto para os produtores como para os consumidores (Cauvain; Young, 2009).

O produto panificado mais consumido pelos brasileiros é o pão francês, que representa 34,39% das vendas neste segmento, seguido de pães macios artesanais com 18,14%, pães com queijo (7,05%), pães crocantes (3,35%) e folhados (0,99%). Produtos de panificação são uma das principais fontes de energia e estão inseridos na dieta da maioria da população, sendo o consumo nacional em torno de 5,9 milhões de toneladas por ano com expectativa de crescimento (ABIP, 2021).

O pão é classificado como produto perecível e para sua obtenção são necessárias três etapas: mistura de ingredientes, fermentação e assamento. Ao decorrer do processo a massa é formada e expandida, as proteínas são desnaturadas, ocorre a evaporação da água, gelatinização do amido, formação da crosta, resultando em produção da cor e do *flavor* característicos (Ghenó *et al.*, 2022).

Os principais ingredientes utilizados para que o pão seja produzido são farinha, água, fermento e sal. Porém existe uma vasta gama de ingredientes que podem ser adicionados na formulação com o intuito de obter produtos com maior aceitabilidade pelo público, como açúcar, gorduras e leite, além de aditivos que são agregados em pequenas quantidades, mas que tem a função de melhorar a qualidade do pão em diversas vertentes, podendo ser nutricionalmente, sensorialmente, melhorando o volume, a cor ou a textura e/ou atuando como conservantes, para aumentar a vida útil do produto (Benassi; Watanabe, 1997).

A farinha mais utilizada para a produção de pães é a farinha de trigo, pela presença de proteínas insolúveis, gliadina e glutenina, que interagem entre si quando a água é adicionada e formam o glúten. O glúten é uma rede viscoelástica onde o gás carbônico gerado na etapa de fermentação é aprisionado, conferindo viscosidade, elasticidade e extensibilidade à massa e resultando em produtos mais aceitos pelos consumidores (Watanabe, 2014).

O pão de forma foi desenvolvido no século XX, época em que houve a invenção da máquina que cortava pão e que o embalava para a umidade ser mantida. Com a substituição dos fornos a lenha e carvão pelos fornos a gás, houve um aumento na produtividade desses pães (FOB, 2021).

Por definição, pão de forma é “o produto obtido pela cocção da massa em formas, apresentando miolo elástico e homogêneo, poros finos, com casca fina e macia” (BRASIL, 2000). Seu processo de fabricação possui etapas que são semelhantes a produção de diversos outros tipos de pães, mas diferencia-se por seu formato e pelos ingredientes utilizados (Borges; Borges, 2018).

3.2.1 Qualidade tecnológica dos pães

A qualidade dos pães pode ser avaliada por diversas características tecnológicas, dentre as quais pode-se citar o volume específico, a cor da crosta e do miolo, a textura e o índice de expansão (IE).

O volume específico relaciona o teor de sólidos à fração de ar aprisionada pela massa. Isso significa que se os valores de volume específico forem baixos, resultará em aspectos sensoriais que não atraem o consumidor, como pouca aeração, desenvolvimento da massa irregular e alterações indesejáveis de sabor, podendo ter relação com falhas no batimento, nas formulações e na cocção da massa (Esteller; Lannes, 2005).

O índice de expansão é medido pela capacidade da massa de se expandir nos sentidos horizontal e vertical, indicando a resistência da massa em relação às pressões dos gases formados na fermentação, um índice de expansão elevado indica um maior desenvolvimento do pão durante o processo de fermentação, sendo um fator favorável do ponto de vista tecnológico para a qualidade do produto. (Brasil *et al.*, 2015; Zambelli, 2014).

Com relação à análise de cor, pães com a cor mais clara possuem altos níveis de luminosidade (L^*), como o pão francês, pão de queijo e ciabatta, e o contrário ocorre na crosta de pão de forma, torradas e pão italiano, indicando colorações mais escuras. O escurecimento do miolo e da crosta ocorrem devido a adição de açúcar na formulação, resultando em reações de caramelização e *Maillard* e quando em altas temperaturas desenvolve cor e *flavor* (Esteller *et al.*, 2004).

As análises de textura em pães são fundamentais para determinação de sua qualidade, assim como para aceitação sensorial do produto pelo consumidor. Para cada tipo de pão existe um valor desejável dos índices de textura. É desejável que os miolos de pão francês, pão de forma e ciabatta apresentem baixos valores de firmeza, enquanto o oposto é esperado para o miolo do pão italiano (Esteller; Lannes, 2005).

A dureza de um alimento é relacionada com a força que necessita ser aplicada para resultar em deformação ou rompimento da amostra. A elasticidade é a tendência de recuperação de seu formato original da amostra após ser deformada. A coesividade é relacionada com o grau em que o alimento pode ser deformado antes de rompido. A gomosidade refere-se à dureza e à coesividade, enquanto que a mastigabilidade é dada pela força necessária para o alimento sólido ser mastigado. As propriedades citadas podem ser medidas por texturômetros mecânicos, correlacionando-as com a mordida de um humano no período de consumo do produto (Souza *et al.*, 2011).

É fator desejável que os pães de forma tenham aspecto elástico e suave, não sendo ásperos, compactos e secos (Bezerra *et al.*, 2022). Alguns estudos relatam como foram feitas as análises de textura dos produtos panificados com diferentes formulações, alguns destes são apresentados a seguir.

Paz *et al.* (2015) analisaram a textura de pães elaborados com farelo de arroz desengordurado por meio de gráficos que relacionam a porcentagem do farelo com os atributos dureza, elasticidade, coesividade, gomosidade, mastigabilidade e flexibilidade. Quanto a dureza, os resultados indicaram que substituições de 5% e 10% por farelo de arroz desengordurado não alteraram significativamente a dureza do pão, mas em formulações com maiores quantidades de farelo houve elevado aumento da dureza do produto. Para elasticidade, apenas a formulação com 10% de farelo apresentou valor menor significativo em relação ao padrão. Para a coesividade não houve diferenças entre as amostras. Para a gomosidade e a mastigabilidade, quanto maior a porcentagem de farelo, maior foram os valores obtidos para as essas propriedades. Por fim, a flexibilidade dos pães produzidos com 10% do farelo foi significativamente menor que a da formulação controle. Os autores concluíram que a substituição de 5% foi a mais promissora, não apresentando características indesejáveis de dureza, elasticidade, mastigabilidade e flexibilidade.

Lira (2017) analisou a textura de pães com adição de farinhas de cogumelos (cogumelo-do-cardo e shitake) e verificou que elevados teores de fibra, como as dos cogumelos, implicam em uma textura mais firme e dura. No pão produzido com farinha de shitake, a elasticidade apresentou menores valores quando comparado com a amostra padrão, pela redução da rede de proteínas que formam o glúten. A coesividade, cuja redução resulta em esfarelamento da massa, manteve-se constante

nas formulações. Já a mastigabilidade, que é diretamente relacionada com as propriedades anteriores, principalmente com a dureza, resultou em maiores valores para as formulações com farinha de cogumelos quando comparadas a padrão.

3.3 Secagem de alimentos

A secagem é considerada um dos processos mais antigos utilizados pelo ser humano para conservação de alimentos. Essa operação unitária é muito utilizada na indústria alimentícia, e consiste na retirada de água dos alimentos, resultando no aumento da vida útil do produto devido aos microrganismos deterioradores não se reproduzirem em baixa atividade de água (Cornejo; Nogueira; Wilberg, 2021). Outras vantagens da utilização desse processo são a facilidade de transporte do alimento pela redução de seu peso, a diminuição do consumo de energia por não precisar ser conservado sob refrigeração, inibição do escurecimento enzimático e disponibilidade de produtos em períodos em que sua produção é escassa (Martins *et al.*, 2020). Além disso, a secagem é feita para a agregação de valor econômico a diversos produtos, incluindo frutas, vegetais e farináceos (Celestino, 2010).

Os métodos de secagem se dividem em natural e artificial. A secagem natural é feita a partir da exposição dos alimentos ao sol em locais em que as temperaturas são elevadas, que tenha taxa de radiação solar aceitável, com baixo índice de poluição e de umidade relativa do ar. É um método de baixo custo, sendo necessário o uso de bandejas e redes protetoras (Cornejo; Nogueira; Wilberg, 2021). Nesse processo, os alimentos apresentam colorações mais intensas, porém há maiores perdas de nutrientes e é mais demorado quando comparado a outros processos artificiais (Alves, 2011).

A secagem artificial utiliza equipamentos que fazem a desidratação por tempo determinado, sendo que na maioria dos métodos é utilizado ar quente à velocidades entre 0,5 m/s e 3 m/s em baixa umidade. Na indústria de alimentos são utilizados diversos tipos de secadores artificiais, tais como secador de bandeja, secador de túnel, secador de esteira, secador de tambor rotativo, secador por atomização (“spray dryer”) e secador por liofilização (Celestino, 2010).

Na secagem por liofilização, processo que também pode ser denominado como “freeze drying”, consiste em um método diferenciado de secagem considerando

que se utilizam baixas temperatura e pressão para a desidratação dos alimentos. O alimento é congelado e, sob vácuo, condição que deve ser mantida até o fim do processo, a água é removida através de sublimação e assim ocorre a desidratação do produto. Esse método é popular por reduzir a perda de qualidade nutricional e sensorial do alimento e pela facilidade de reidratação do produto final (Terroni *et al.*, 2013).

A liofilização é uma técnica de secagem que ganhou grande importância durante a Segunda Guerra Mundial para a conservação de plasma sanguíneo e para a produção dos primeiros antibióticos derivados da penicilina (Navas, 2007). Na área alimentícia, destaca-se a aplicação em café em pó, mariscos, peixe, ervas aromáticas, frutas e hortaliças, cogumelos comestíveis, alimentos infantis, condimentos e refeições pré-cozidas utilizada pelos militares, astronautas e por alguns atletas (Terroni *et al.*, 2013).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Materiais utilizados

Cogumelos das variedades shimeji (*Pleurotus ostreatus*) e shitake (*Lentinula edodes*) *in natura* foram obtidos na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo, na cidade de São Paulo. Eles foram acondicionados em caixas de isopor com gelo e transportados para Medianeira- PR, em menos de 24 horas, onde foram higienizados e congelados no mesmo dia para evitar sua deterioração. Os demais ingredientes utilizados na elaboração dos pães de forma foram obtidos no comércio local, na cidade de Medianeira, Paraná.

4.2 Obtenção das farinhas de cogumelos

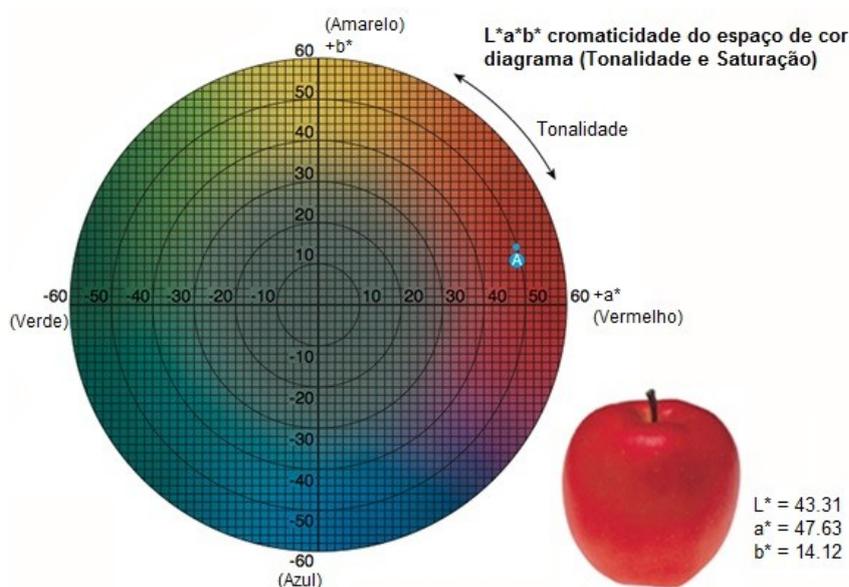
Os cogumelos foram higienizados com folhas de papel toalha, fatiados de maneira padronizada e dispostos em bandejas de alumínio para serem congelados. Em seguida, as bandejas contendo os cogumelos congelados foram embaladas em sacos de papel Kraft e foram submetidas à secagem por liofilização (Labconco, modelo Freezone 6) por 48 horas. Ao término da liofilização, os cogumelos foram armazenados em sacos de papel Kraft dentro de potes de plástico em congelador com uma temperatura média de -18°C para, posteriormente, serem triturados em um processador para a obtenção das farinhas. As farinhas foram, então, armazenadas em embalagens plásticas de polietileno por 24 horas para as análises da farinha e durante 6 dias até serem utilizadas nas formulações dos pães.

4.3 Análises das farinhas de cogumelos

Após a obtenção das farinhas, elas foram submetidas às análises granulométrica, de cor e de capacidade de absorção de água realizadas em triplicata.

A medida instrumental da cor das farinhas foi realizada com o auxílio do colorímetro Konica Minolta CR-400 (Osaka, Japão), com iluminante D65 e ângulo de 10° . As amostras foram analisadas utilizando o sistema CIELAB, em que L representa a luminosidade (variando de 100 para branco e 0 para preto), +a indica vermelho, -a indica verde, +b indica amarelo e -b indica azul, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4- Espaço de cor L*a*b*, medição CIELAB da maçã



Fonte: Konica Minolta (2007)

A análise granulométrica das farinhas foi realizada em equipamento agitador de peneiras da Bertel (São Paulo, Brasil), utilizando peneiras com malhas de abertura de 20, 35, 50 e 80 mesh. Foram adicionados, aproximadamente, 100 g da farinha na primeira peneira e, em seguida, o equipamento foi ligado e procedeu-se a agitação em 65 rpm por 15 minutos. Ao término do processo, as amostras que persistiram em cada peneira foram pesadas para realização do cálculo do percentual de granulometria, foram feitas 8 repetições para cada farinha de cogumelos.

A determinação da capacidade de absorção de água foi determinada a partir da metodologia de Sosulski (1962) com modificações. Cerca de 1,25 g de farinha foi homogeneizada com 15 mL de água destilada em tubo centrífugo, este que foi anteriormente pesado, por 1 minuto, que foi mantido em repouso por 30 minutos à temperatura ambiente. Por fim, a amostra foi centrifugada por 30 minutos a 2600 rpm, em centrífuga da marca Cientec CT 5000-R (Piracicaba, São Paulo). A água retida após o processo da centrifugação é denominada como água absorvida, o sobrenadante foi retirado e o sedimento que se manteve no tubo foi pesado, sendo possível realizar o cálculo da capacidade de absorção de água (%) pela Equação 1:

$$CAA (\%) = \frac{P_{RC}}{P_a} \times 100 \quad (1)$$

Em que:

CAA = Capacidade de absorção de água;

P_{RC} = Peso do resíduo da centrifugação, em g;

P_a = Peso da amostra, em g.

4.4 Elaboração dos pães de forma

Foram elaboradas cinco formulações de pão de forma, sendo duas formulações para cada farinha de cogumelo, em que a farinha de trigo foi substituída pela farinha do shimeji em 10% (F1) e 15% (F2) e pela farinha de shitake em 10% (F3) e 15% (F4), além de uma formulação controle, em que não ocorreu adição das farinhas dos cogumelos (Controle). Os ingredientes foram adicionados em porcentagem em relação à farinha de trigo, conforme exposto na Tabela 1.

Tabela 1- Formulações de pão de forma com adição das farinhas de shitake e shimeji

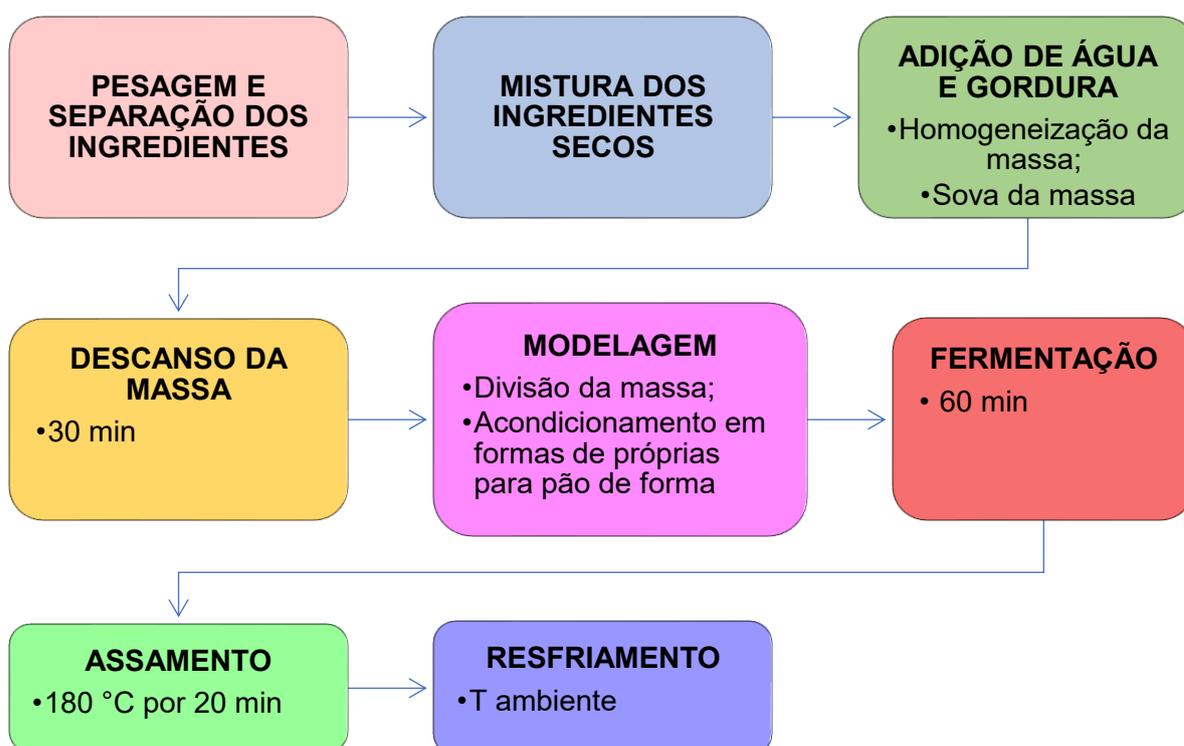
Ingredientes	Controle (%)	Farinha de shimeji		Farinha de shitake	
		F1 (%)	F2 (%)	F3 (%)	F4 (%)
Farinha de trigo	100	90	85	90	85
Farinha de cogumelos	0	10	15	10	15
Sal	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Açúcar	3	3	3	3	3
Gordura	2	2	2	2	2
Fermento biológico	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Água	50	50	50	50	50

Fonte: Adaptado de Soares (2021)

A metodologia utilizada para elaboração dos pães foi adaptada de Soares (2021) e está esquematizada na Figura 4. Em primeiro lugar, realizou-se a pesagem e a separação dos ingredientes. Na sequência, a farinha de trigo, farinha de cogumelo, fermento biológico, sal e açúcar foram misturados. Então, foram adicionadas a água e a gordura à massa, que foi homogeneizada com o auxílio de batedeira planetária

Hypo modelo HB12 (Ferraz de Vasconcelos, SP) sendo, em seguida, realizada a sova da massa para adquirir uma textura lisa e elástica. Após o processo de sova, a massa foi submetida a um descanso de 30 minutos para posterior modelagem e divisão. Em seguida, a massa foi acondicionada em formas metálicas próprias para pão de forma. Após enformar, procedeu-se à fermentação das massas, por um período de 60 minutos resultando no aumento de seu volume. Por fim, os pães foram assados em forno pré-aquecido a uma temperatura de 180 °C por 20 minutos até que a crosta apresentasse cor marrom. Com a etapa de assamento finalizada, os pães foram resfriados em temperatura ambiente para em seguida serem submetidos às caracterizações físico-químicas e tecnológicas.

Figura 5- Fluxograma da elaboração dos pães de forma



Fonte: Adaptado de Soares (2021)

4.5 Análises físico-químicas dos pães

O teor de umidade, de proteínas, de lipídios, de carboidratos e de cinzas, a atividade de água (A_w), e o pH dos pães prontos foram determinados em duplicata.

A determinação do teor de proteínas foi realizada conforme as normas da AOAC (1995), pelo método de digestão de Kjeldahl, que determina a quantidades de nitrogênio da amostra seca em destilador de nitrogênio Marconi (modelo MA-036, Piracicaba, São Paulo) e titulação com ácido clorídrico. O teor de proteínas totais foi calculado pela Equação 2.

$$\text{Proteínas totais (\%)} = \left(\frac{V * N * 0,014 * F_C}{P} \right) * F_{CV} * 100 \quad (2)$$

Em que:

V = Volume de HCl gasto na titulação, em mL;

N = Normalidade do HCl utilizado;

F_C = Fator de correção do HCl;

P = Massa da amostra, em g;

F_{CV} = Fator de conversão nitrogênio/proteína.

O teor de cinzas foi determinado pela carbonização das amostras em mufla Jung, modelo 0612 (Blumenau, SC) por meio da metodologia proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) e calculado pela Equação 3.

$$\text{Cinzas totais (\%)} = \left(\frac{m_{\text{incineração}}}{m_{\text{inicial}}} \right) * 100 \quad (3)$$

Em que:

$m_{\text{incineração}}$ = massa da amostra após a incineração, em g;

m_{inicial} = massa inicial da amostra, em g.

A atividade de água foi mensurada através de um analisador de atividade de água (Aqualab, modelo 4TE, EUA), em que as amostras foram inseridas em um recipiente próprio do equipamento e realizada a leitura a 25 °C.

Para determinação do teor de umidade, as amostras foram secas em estufa com circulação de ar forçada (CIENLAB) a 105 °C até a obtenção de peso constante. A umidade foi calculada pela Equação 4 (AOAC, 1995).

$$\text{Umidade (105 °C)} = \left(\frac{(P_i + P_a) - P_2}{P_a} \right) * 100 \quad (4)$$

Em que:

P_i = Massa inicial, amostra + cadinho, em g;

P_a = Massa inicial de amostra, em g;

P_2 = Massa final, amostra + cadinho, após a secagem, em g.

O teor de lipídios totais foi determinado por meio da metodologia Soxhlet utilizando hexano como solvente (AOAC, 1995) e foi calculado pela Equação 5.

$$\text{Lípidios (\%)} = \left(\frac{P_L}{P} \right) * 100 \quad (5)$$

Em que:

P_L = Massa do balão com gordura, antes da extração, em g;

P = Massa da amostra, em g.

O pH foi determinado por meio do método potenciométrico, em que a amostra foi misturada com água destilada, para a introdução dos eletrodos do potenciômetro digital HANNA® (Barueri, São Paulo) para medição do pH (IAL, 2008).

O teor de carboidratos foi obtido pela diferença entre 100 e a soma dos teores de proteínas, lipídios, umidade e cinzas.

4.6 Análises tecnológicas dos pães

Foram realizadas as análises de volume específico, textura, índice de expansão e cor dos pães, todas feitas em triplicata.

Seguindo a metodologia proposta pela American Association of Cereal Chemists (AACC, 2010), o volume específico foi determinado pela razão entre volume e massa dos pães (mL/g), dado pela Equação 6. Após o resfriamento dos pães em temperatura ambiente, eles foram pesados e o volume foi calculado por meio da técnica de deslocamento de sementes de painço (*Panicum miliaceum L.*).

$$\text{Volume específico (mL/g)} = \left(\frac{\text{Volume deslocado}}{\text{Massa de amostra}} \right) \quad (6)$$

De acordo com a metodologia padrão da AACC (1999) método 74-09.01, a determinação da dureza dos pães foi realizada após os pães serem resfriados em temperatura ambiente. Os pães foram partidos em fatias de 25 mm de espessura, as fatias externas de ambas as pontas foram descartadas e a análise de textura foi

realizada com o auxílio de um texturômetro universal (*Stable Micro System*, modelo TATX-2i), equipado com um *probe* cilíndrico.

Para o cálculo do índice de expansão, foi utilizada a metodologia utilizada por Fernandes *et al.* (2015), em que foram medidos a altura e o diâmetro, da massa crua e após o assamento do pão, com o auxílio de um paquímetro. O valor do índice de expansão foi obtido através da Equação 7.

$$\text{Índice de expansão} = \left(\frac{\text{Volume do pão}}{\text{Volume da massa crua}} \right) \quad (7)$$

A análise de cor dos pães seguiu a metodologia descrita para a análise das farinhas (item 5.3). Nos pães foi realizada a medida da cor no miolo, buscando analisar os espaços sem a presença de alvéolos.

4.7 Análise estatística dos resultados

Os resultados das análises foram avaliados por teste de variância e as diferenças entre as médias obtidas por teste de Tukey a 5% de probabilidade por meio do software Statistica® versão 7.0 (StatSoft, 2007).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análises das farinhas produzidas

A granulometria é um aspecto de qualidade fundamental para a padronização de farinhas (Dias; Leonel, 2006) e os dados obtidos estão apresentados na Tabela 2. Foi descartada a parcela de farinha retida na peneira de tamanho 20 mesh e o percentual restante foi utilizado para a produção das formulações dos pães de cogumelos.

Tabela 2- Percentual de farinha retida nas peneiras de diferentes tamanhos

Peneira	Tamanho das partículas (mm)	Percentual retido (%)	
		Shimeji	Shitake
20	0,84	20,99	14,80
35	0,50	25,00	36,32
50	0,30	27,29	20,96
80	0,18	9,45	12,80
bacia	<0,18	17,27	15,13

Fonte: Autoria própria (2025)

A caracterização da cor das farinhas de cogumelos shimeji e shitake está apresentada na Tabela 3.

Tabela 3- Parâmetros de cor para as farinhas de cogumelos e farinha de trigo

	L*	a*	b*
Farinha de shimeji	63,17±0,43 ^a	1,01±0,05 ^a	13,39±0,19 ^b
Farinha de shitake	72,02±0,77 ^b	0,70±0,28 ^{ab}	16,33±0,39 ^c
Farinha de trigo (Miranda <i>et al.</i> , 2018)	93,79±1,49 ^c	-0,09±0,36 ^b	9,41±1,73 ^a

Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem entre si ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: Autoria própria (2025)

Através dos dados de cor, observa-se que a farinha de shimeji possui menor luminosidade (L*) quando comparada com a farinha de shitake, indicando que a farinha de shimeji apresentou-se mais escura que a farinha de shitake, porém ambas apresentaram menor luminosidade comparadas aos valores para a farinha de trigo encontrada por Miranda *et al.* (2018). Ambas as farinhas de cogumelos apresentaram

tendência para as cores vermelho e amarelo pela leitura das coordenadas de cromaticidade a^* e b^* , resultado que pode ser corroborado na Figura 6.

Figura 6- Farinha de cogumelos shitake (à esquerda) e shimeji (à direita)



Fonte: Autoria própria (2025)

Os valores obtidos para a índice de absorção de água nas farinhas de cogumelos estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4- Capacidade de absorção de água (CAA) das farinhas de cogumelos

	Capacidade de Absorção de Água (%)
Farinha de shimeji	59,82±0,42 ^a
Farinha de shitake	49,90±0,48 ^b

Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem entre si ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: Autoria própria (2025)

A capacidade de absorção de água está relacionada a proteínas formadoras de glúten, que não se dissolvem e são capazes de absorver água e expandir (Queji *et al.*, 2006). A literatura mostra que quanto maior a absorção de água, melhor será sua atuação no processo de panificação, aumentando o rendimento do produto (Martins *et al.*, 2013). Segundo Nitzke e Oliveira (2010), é desejável que as farinhas utilizadas para pães apresentem valores de capacidade de absorção de água maior que 55%, permitindo melhor incorporação de água na massa, esta que torna-se mais maleável e resulta em aumento de qualidade dos produtos finais. O valor encontrado para amostra de shitake está abaixo do valor considerado desejável, podendo interferir na estrutura dos pães produzidos.

5.2 Análises dos pães

5.2.1 Propriedades físico-químicas dos pães

Os valores encontrados para os teores de proteína, cinzas, umidade, lipídios e carboidratos estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5- Composição centesimal dos pães produzidos

Formulações	Proteínas (%)	Cinzas (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)	Carboidratos (%)
Controle	7,68±1,96 ^a	1,20±0,04 ^b	35,06±0,27 ^e	0,94±0,07 ^b	55,12±1,65 ^a
F1	11,29±1,05 ^a	1,53±0,14 ^{ab}	38,55±0,09 ^d	0,78±0,06 ^b	47,85±1,22 ^b
F2	11,83±2,40 ^a	1,91±0,02 ^a	40,54±0,14 ^b	0,86±0,07 ^b	44,87±2,45 ^b
F3	9,17±0,23 ^a	1,53±0,23 ^{ab}	39,59±0,07 ^c	1,05±0,15 ^b	48,51±0,01 ^b
F4	9,52±0,59 ^a	1,67±0,17 ^{ab}	43,71±0,32 ^a	1,63±0,14 ^a	43,46±0,61 ^b

Controle- produzido com farinha de trigo, sem adição de farinha de cogumelo; F1 e F2 com substituição da farinha de trigo por 10% e 15% de farinha de shimeji; F3 e F4- com substituição da farinha de trigo por 10% e 15% de farinha de shitake. Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem entre si ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: Autoria própria (2025)

Os teores de proteína encontrados nos pães produzidos com farinha de shimeji variaram entre 11,29 e 11,83% e para a farinha de shitake ficaram entre 9,17 e 9,52%, enquanto o controle ficou em torno de 7,68%. Embora, não se tenha verificado uma diferença estatística no teor de proteína nas formulações, devido aos elevados desvios observados e inerentes ao método, observa-se uma tendência ao aumento no percentual de proteína das formulações de pães produzidos com farinhas de cogumelos, principalmente naqueles com farinha de shimeji. Estudos foram encontrados valores de 27,2% de proteína para a variedade de cogumelo shimeji (*Pleurotus ostreatus*) e entre 11,16 a 15,78% para a variedade de cogumelo shitake (*Lentinula edodes*) indicativo de como os teores de proteína podem se relacionar entre os cogumelos *in natura* com as formulações de pães que foram produzidos (Abilio *et al.*, 2020; Matos, 2017).

As cinzas de um produto alimentício são resíduos inorgânicos que persistem após a incineração da matéria orgânica (Heiden *et al.*, 2014). Os pães com farinha de cogumelos apresentaram teores de cinzas entre 1,53 a 1,91 g por 100 g de amostra, valores que se aproximaram dos resultados de Lira (2017), que obteve entre 1,45 a

1,67 g de cinzas por 100 g de pães de forma com adição de farinhas de cogumelos shitake e eryngii. Estatisticamente, no presente estudo, apenas a F2 diferiu da formulação controle, o que pode estar relacionado à presença de minerais no cogumelo ou por erros experimentais inerentes à amostra.

Elevados valores de umidade resultam em aumento da atividade microbiana implicando em redução da vida útil do produto, além de resultar em pães grudentos “borrachudos” (Esteller; Lannes, 2005). Por outro lado, a variação de umidade tende a ocorrer por reações entre os componentes do produto e o meio em que este está inserido, devido ao armazenamento, embalagem, temperatura e umidade relativa do ar (Cauvain, 1998). Os resultados apresentados na Tabela 5 indicaram que os teores de umidade dos pães diferiram estatisticamente entre si ($p > 0,05$) e que este parâmetro aumentou significativamente com o aumento do percentual de farinha de cogumelos adicionada. Os maiores valores foram obtidos para os pães acrescidos de farinha do cogumelo shitake.

Os cogumelos *in natura* possuem baixos teores de lipídios. Nos estudos de Furlani e Godoy (2007) foram encontrados valores entre 2,46% e 5,12% para a variedade shimeji e valores entre 2,44% e 6,29% para o shitake. A partir dos resultados obtidos, observa-se que quanto maior a adição de farinha de cogumelos implica em maiores teores de lipídios e esse parâmetro foi significativamente maior ($p > 0,05$) para os pães produzidos com 15% de farinha de shitake, resultado que pode ser relacionado aos teores de lipídios encontrados do cogumelo *in natura*.

Os dados apresentados na Tabela 5 indicam que o teor de carboidratos da formulação padrão foi significativamente ($p > 0,05$) maior que o dos pães produzidos com farinha de cogumelos. Soares (2021) também obteve menores teores de carboidratos para pães de forma elaborados com substituição de farinha de trigo por farinha de cogumelos shitake e shimeji quando comparadas à formulação sem farinha de cogumelo.

Os resultados das análises de atividade de água (A_w) e pH dos pães estão apresentados na Tabela 6. A atividade de água (A_w) indica a quantidade de água disponível para reações microbiológicas e enzimáticas nos alimentos. Os resultados para atividade de água apresentados na Tabela 6 evidenciaram que os pães com maior quantidade de farinha dos cogumelos apresentaram atividade de água

significativamente menor do que a formulação padrão. Entretanto todas as amostras apresentaram valores próximos a 1, indicando que os produtos são de fácil deterioração, possuindo vida de prateleira curta.

Tabela 6- Atividade de água (Aw) e pH dos pães produzidos

Formulações	Aw	pH
Controle	0,9801±0,0211 ^a	5,46±0,01 ^d
F1	0,9664±0,0020 ^c	5,83±0,01 ^b
F2	0,9597±0,0004 ^d	6,08±0,04 ^a
F3	0,9708±0,0011 ^b	5,63±0,03 ^c
F4	0,9613±0,0018 ^d	5,80±0,03 ^b

Controle- produzido com farinha de trigo, sem adição de farinha de cogumelo; F1 e F2 com substituição da farinha de trigo por 10% e 15% de farinha de shimeji; F3 e F4- com substituição da farinha de trigo por 10% e 15% de farinha de shitake. Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem entre si ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: Autoria própria (2025)

As formulações adicionadas de farinha de cogumelo apresentaram pH significativamente maior que a amostra controle, sendo que valores próximos foram encontrados no estudo de Soares (2021). O pH é um dos principais fatores que afeta o crescimento de microrganismos nos alimentos, influenciando tanto a atividade de patógenos quanto de microrganismos benéficos. O pH do pão de forma geralmente está na faixa de 5 a 6, o que é ideal para a ação das leveduras durante a fermentação e para a textura do produto final (Franco; Landgraf, 2003). Portanto, os valores obtidos para as formulações de pão de forma com farinha de cogumelos estão dentro dos padrões desejáveis e encontrados em outras literaturas.

5.2.2 Propriedades tecnológicas dos pães

Os dados das análises de volume específico, textura e índice de expansão da massa estão apresentados na Tabela 7.

A capacidade de absorção de água das farinhas utilizadas pode ser correlacionada ao volume específico e ao índice de expansão dos pães. A capacidade da farinha de absorver água tem impacto na formação da massa e aprisionamento dos gases durante a fermentação, podendo ser um fator crucial para o desenvolvimento da rede de glúten, resultando em massas mais firmes. Maior valor

de capacidade de absorção de água da farinha pode ser relacionado a maior volume específico e índice de expansão do pão e vice-versa (Oro; Miranda; Francisco, 2016).

Tabela 7- Volume específico, textura e índice de expansão dos pães produzidos

Formulações	Volume específico (cm ³ /g)	Índice de expansão (v/v)	Dureza (g)
Controle	3,39±0,22 ^a	2,51±0,02 ^a	901,01±59,06 ^d
F1	1,48±0,01 ^b	1,38±0,01 ^b	1568,69±58,97 ^c
F2	1,30±0,06 ^b	1,29±0,09 ^c	2461,50±38,23 ^b
F3	1,43±0,04 ^b	1,35±0,04 ^{bc}	1091,78±33,28 ^d
F4	1,12±0,10 ^b	1,20±0,14 ^d	3512,28±58,97 ^a

Controle- produzido com farinha de trigo, sem adição de farinha de cogumelo; F1 e F2 com substituição da farinha de trigo por 10% e 15% de farinha de shimeji; F3 e F4- com substituição da farinha de trigo por 10% e 15% de farinha de shitake. Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem entre si ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: Autoria própria (2025)

O volume específico é um parâmetro que indica a relação entre a qualidade da rede de glúten e a capacidade da matriz de aprisionar os gases formados durante a fase da fermentação (Correa *et al.*, 2017). Os resultados apresentados na Tabela 7 evidenciaram que os volumes específicos das formulações com farinha de cogumelos não se diferenciaram entre si ($p \leq 0,05$). Nota-se que com o aumento dos teores de farinha de cogumelos, houve diminuição do volume específico, ainda que esse efeito não tenha sido significativo. Comportamento semelhante foi observado nos estudos de Lira (2017) ao substituir farinha de trigo por farinha de cogumelos *eryngii* e shitake em pães tipo forma. O autor verificou volume específico de 4,18 cm³/g para a formulação sem adição de farinha de cogumelos, entre 2,71 e 1,43 cm³/g para a amostra com adição de farinha de shitake e entre 3,12 e 1,78 cm³/g para as amostras com adição de farinha de cogumelo *eryngii*. Soares (2021) avaliou o volume específico de pães de forma com substituição parcial de farinha de trigo por farinha do cogumelo shitake e obteve valores de 3,89 cm³/g para a formulação controle, 2,72 cm³/g para os produtos com adição de 10% de farinha de cogumelo e 1,34 cm³/g para os produzidos com 15% de adição, valores semelhantes ao encontrado no presente trabalho.

O índice de expansão é um parâmetro que avalia a capacidade da massa de se expandir tanto vertical quanto horizontalmente (Brasil *et al.*, 2015). Os dados da Tabela 7 evidenciam que melhor qualidade de expansão da massa foi encontrada com a utilização de farinha de trigo, que contém proteínas formadoras da rede de glúten.

Dessa forma, maior crescimento da formulação controle e daquelas com substituições por menor teor de farinha de cogumelos foi verificado, fato que é corroborado pela observação da Figura 7.

Figura 7- Pães de forma obtidos (da esquerda para a direita: Controle, F4, F3, F2 e F1)



Fonte: Autoria própria (2025)

A dureza (ou firmeza) dos pães está associada à força necessária para causar o rompimento ou deformação do produto. A força máxima analisada para produtos panificados é correlacionada com a formulação utilizada, como a qualidade de farinha, ingredientes, melhoradores de farinha, entre outros (Esteller; Lannes, 2005). A dureza também pode ser correlacionada ao volume específico, em que valores menores desse fator acarretam aumento na resistência para a deformação da amostra por haver a redução das bolhas de gás no interior da massa, ou seja, em maior dureza dos pães (Mezaize *et al.*, 2009). Os resultados do parâmetro de dureza das formulações apresentados na Tabela 7 evidenciaram que com o aumento do teor de farinha de cogumelos, ocorreu aumento significativo ($p > 0,05$) da firmeza dos pães.

Os parâmetros de cor do miolo das formulações de pães de forma estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8- Parâmetros de cor do miolo dos pães produzidos

Formulações	L*	a*	b*
Controle	66,10±0,85 ^a	-1,17±0,05 ^d	13,26±0,91 ^a
F1	43,35±1,06 ^b	1,84±0,32 ^{bc}	11,68±0,21 ^b
F2	40,13±1,25 ^c	1,60±0,04 ^c	10,65±0,19 ^b
F3	44,47±1,19 ^b	2,06±0,06 ^{ab}	11,00±0,22 ^b
F4	42,21±0,60 ^{bc}	2,37±0,03 ^a	10,52±0,11 ^b

Controle- produzido com farinha de trigo, sem adição de farinha de cogumelo; F1 e F2 com substituição da farinha de trigo por 10% e 15% de farinha de shimeji; F3 e F4- com substituição da farinha de trigo por 10% e 15% de farinha de shitake. Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem entre si ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: Autoria própria (2025)

As formulações de pães de forma com farinha de cogumelos apresentaram-se significativamente ($p > 0,05$) mais escuras que a formulação controle, como era esperado, uma vez que as farinhas de cogumelos se apresentaram visivelmente mais escuras que a farinha de trigo. Além disso, maiores percentuais de farinha de cogumelos resultaram em produtos com maior tendência ao preto. Miranda *et al.* (2018), obtiveram média de L^* , a^* e b^* de $84,98 \pm 1,58$, $-0,05 \pm 0,98$ e $18,80 \pm 1,10$, respectivamente, para pães de forma produzidos com farinha de trigo.

Com a adição de farinha de cogumelos observou-se aumento significativo dos valores da coordenada a^* e redução significativa para a coordenada b^* , indicando maior intensidade das cores vermelho e azul quando comparadas à formulação controle, cujos valores de a^* e b^* apontam tendência para as cores verde e amarelo. De maneira geral, os pães de forma adicionados de farinha de cogumelos mostraram-se mais escuros e mais marrons azulados que os produzidos com farinha de trigo.

Os resultados da análise instrumental da cor são corroborados pela avaliação visual dos pães de forma produzidos, como pode ser observado na Figura 8, que apresenta o aspecto visual dos miolos.

Figura 8- Miolos das formulações de pães de forma obtidos (da esquerda para a direita, de cima para baixo: Controle, F1, F2, F3 e F4)



Fonte: Autoria própria (2025)

A cor dos pães é um parâmetro importante que é relacionada a saudabilidade na percepção dos consumidores. Pães com tons mais escuros normalmente indicam

a utilização de farinhas integrais e são associados a perfis nutricionais mais saudáveis (Nagyová *et al.*, 2009).

Os resultados das análises realizadas para pães de forma elaborados com farinhas de cogumelos validam a hipótese de que é possível enriquecer nutricionalmente alimentos processados pelo uso de farinhas de alimentos frescos de alto valor nutricional.

6 CONCLUSÃO

A substituição de farinha de trigo por farinhas de cogumelos em pães de forma ocasionou a redução significativa do teor de carboidratos totais quando comparados à formulação controle. Não houve diferenças significativas entre as formulações nos valores de teor de proteínas, provavelmente ligado a erros experimentais inerentes à amostra, porém apresentou uma tendência de aumento para esse parâmetro. A substituição das farinhas resultou em redução significativa da luminosidade (L^*) e dos valores de b^* e aumento significativo da coordenada a^* , resultando em produtos mais escuros, com aparência semelhante à de pães integrais e, conseqüentemente, podendo ser correlacionados pelos consumidores à saudabilidade. Dessa maneira, os cogumelos shimeji e shitake apresentaram potencial para o enriquecimento nutricional de pães de forma, tornando-os alimentos mais saudáveis, sendo um atrativo aos consumidores.

No entanto, o volume específico e o índice de expansão da massa das formulações com farinha de cogumelos obtiveram valores significativamente inferiores ao da formulação controle. Como consequência, houve aumento dos valores de dureza. Essas alterações podem ser consideradas negativas, influenciando negativamente na escolha do consumidor. No entanto, essa especulação precisa ser confirmada a partir de análise sensorial, para avaliar a aceitação do produto.

Sugere-se para trabalhos posteriores testes com maior porcentagem de farinha de cogumelos e a utilização de aditivos à massa para melhoria da qualidade tecnológica dos pães, além da realização de análise sensorial para analisar a aceitação do produto e intenção de compra dos julgadores. Também poderia ser avaliado o perfil de textura ao longo do tempo de vida útil dos pães.

REFERÊNCIAS

- AACC (American Association of Cereal Chemists). **Approved Methods of Analysis**. 11. ed. St. Paul: AACC International, 2010. Disponível em: <http://methods.aaccnet.org/toc.aspx>. Acesso em: 17 dez. 2024.
- AACC (American Association of Cereal Chemists). **Approved Methods of Analysis**. 9. ed. St. Paul: AACC International, 1995, 2v. Disponível em: <http://methods.aaccnet.org/toc.aspx>. Acesso em: 17 dez. 2024.
- ABILIO, D. P.; OLIVEIRA, G. L. P.; MARTINS, O. G.; MOTTA, S. S.; SIQUEIRA, O. A. P. A.; ANDRADE, M. C. N. Produção de *Lentinula edodes* em toras de híbridos de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*. **Revista Em Agronegócio E Meio Ambiente**, v. 13, p. 1433–1446, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/6822>. Acesso em 13 fev. 2025.
- ABIP (Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria). **Indicadores e Tendências de Mercado**. 2022. Disponível em: <https://www.abip.org.br/site/veja-as-principais-tendencias-para-a-industria-de-panificacao-em-2022/>. Acesso em 13 fev. 2025.
- ABIP (Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria). **Pão Francês é o preferido dos Brasileiros**. 2021. Disponível em: <https://www.abip.org.br/site/pao-frances-e-o-preferido-dos-brasileiros/#:~:text=%E2%80%9COs%20brasileiros%20consomem%205%2C9,de%20produtos%20panificados%20por%20ano>. Acesso em: 06 jan. 2025.
- AHMAD, I.; XU, M.; ZHANFG, J.; DING, Y.; LYU, F. Therapeutic values and nutraceutical properties of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*): A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 134, p. 123–135, 2023.
- ALVES, Aline Rabelo Costa. **Avaliação dos efeitos da desidratação por spray dryer nos parâmetros de qualidade e propriedades antioxidantes do mel**. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal da Bahia-Salvador, 2011. 101f. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/8783/1/Aline%20Rabelo%20Costa%20Alves.pdf?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 13 fev. 2025.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official methods of analysis**, 16. ed. Arlington: Washington, v. 1, 1995.
- BENASSI, V. T.; WATANABE E. **Fundamentos da tecnologia de panificação**. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa, 1997. 60 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/65467/1/CTAA-DOCUMENTOS-21-FUNDAMENTOS-DA-TECNOLOGIA-DE-PANIFICACAO-LV-2004-00274.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2025.
- BEZERRA, L. C. N. M.; SILVA, C. E. M.; NASCIMENTO, H. O.; CONSTANT, P. B. L. Production and characterization of loaf bread obtained by fast process. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 11, p. e297111133569, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/33569>. Acesso em: 12 fev. 2025.

BORGES, M. V.; BORGES, R. B. R. **Perfil de textura de marcas comerciais de pães de forma tradicional e integral**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/72/o/TCC_-_BB_FINAL_IMPRESS%C3%83O.pdf. Acesso em: 12 fev. 2025.

BRASIL D. L.; BELO, T. A. R.; ZAMBELLI, R. A.; PONTES, D. F.; SILVA, M. L. Desenvolvimento de pães tipo forma adicionado de farinha de berinjela. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, p. 3119-3126, 2015.

BRASIL. Resolução RDC nº 90, de outubro de 2000. Aprova o **Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de pão**. Órgão emissor: ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2000/rdc0090_18_10_2000.html. Acesso em: 13 fev. 2025.

BRASIL. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o **Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos**. Órgão emissor: ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html. Acesso em: 12 fev. 2025.

CAPRA, R. S.; TONIN, F. B. Ascensão do cultivo de cogumelos comestíveis no Brasil. In: JORNACITEC- JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 8., 2019. Botucatu: Fatec, 2019. Disponível em: <http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/VIIIJTC/VIIIJTC/paper/view/1755>. Acesso em: 12 fev. 2025.

CAUVAIN, S. P.; YOUNG, L. S. **Tecnologia da Panificação**. 2 ed. São Paulo: Editora Manole, 2009.

CAUVAIN, S.P. Improving the control of staling in frozen bakery products. **Trends Food Science and Technology**, v. 9, n. 2, p. 55-61, 1998. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092422449800003X>. Acesso em: 14 fev. 2025.

CELESTINO, Sonia Maria Costa. **Princípios de secagem de alimentos**. Planaltina, DF: Embrapa, 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77765/1/doc-276.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2025.

CERQUETANI, Samantha. **Cogumelos aumentam saciedade**: conheça os benefícios e os riscos de consumo. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.uol.com.br/vivabem/noticias/redacao/2020/02/26/cogumelostrazem-saciedade-conheca-os-beneficios-e-os-riscos-deconsumo.htm#:~:text=Os%20cogumelos%20s%C3%A3o%20uma%20boa,e%20a judam%20a%20produzir%20horm%C3%B4nios>. Acesso em: 13 fev. 2025.

CHANG, S. T.; MILLES, P. G. **Edible Mushrooms and their cultivation**. Florida: Editora CRC Press, 1989.

Cogumelos: conheça a técnica JunCao. [S.l]: Embrapa, 2023. 1 vídeo (25 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=wmSJ1SH0H8Y>. Acesso em: 13 fev. 2025.

CORNEJO, F. E. P.; NOGUEIRA, R. I.; WILBERG, V. C. **Secagem e desidratação**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/processos/tipos-de-processos/secagem-e-desidratacao>. Acesso em: 12 fev. 2025.

CORREA, M.J.; SALINAS, M. V.; CARBAS, B.; FERRERO, C.; BRITES, C.; PUPPO, M. C. Technological quality of dough and breads from commercial Algarroba-wheat flour blends. **Journal of Food Science and Technology**, v.7, n.54, p.2104-2114, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28720968/>. Acesso em: 17 dez. 2024.

DAHER, Carolina. Na boca do povo: shitake, shimeji, champignon... brasileiro nunca pesquisou tanto sobre cogumelos. **Viagem e Gastronomia**, 2023. Disponível em: <http://cnnbrasil.com.br/viagemegastronomia/gastronomia/receitas/na-boca-do-povo-shitake-shimeji-champignon-brasileiro-nunca-pesquisou-tanto-sobre-cogumelos/>. Acesso em: 13 fev. 2025.

DIAS, L. T.; LEONEL, M. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. **Ciência e agrotecnologia**, v. 30, p. 692-700, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/qG6XFK5YQLzKnPQ5BRyVFKR/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 17 dez. 2024.

DREWINSKI, M. P.; CORRÊA-SANTOS, M. P.; LIMA, V. X.; PALACIO, M.; BORGES, M. E. A.; TRIERVEILER-PEREIRA, L.; MAGNAGO, A. C.; FURTADO, A. N. M.; LENZ, A. R.; SILVA-FILHO, A. G. S.; NASCIMENTO, C. C.; ALVARENGA, R. L. M.; GIBERTONI, T. B.; OLIVEIRA, J. J. S.; BALTAZAR, J. M.; NEVES, M. A.; VARGAS-ISLA, R.; ISHIKAWA, N. K.; MENOLLI JR., N. Over 400 food resources from Brazil: evidence-based records of wild edible mushrooms. **IMA Fungus**, v. 15, p. 1-24, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s43008-024-00171-8>. Acesso em 13 fev. 2025.

ENCICLOPÉDIA LIVRE. **Shiitake**, 2023. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Shiitake>. Acesso em: 02 dez. 2024

ESTELLER, M. S.; LANNES, S. C. S. Parâmetros complementares para fixação de identidade e qualidade de produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, p. 802-806, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v25n4/27654.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2025.

ESTELLER, M. S.; YOSHIMOTO, R. M. D. O.; AMARAL, R. L.; LANNES, S. C. D. S. Uso de açúcares em produtos panificados. **Food Science and Technology**, v. 24, p. 602-607, 2004. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cta/a/fV9mmSnmj5557s5FPFVKvnb/?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 13 fev. 2025.

FERNANDES, D.; DEL BEM, M. S.; SORROCHE, C.; LEONEL M. Elaboração de pão de queijo adicionado com farinha de banana verde: características sensoriais. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v.11. n. 1, p. 56-65, 2015. Disponível em: <https://energia.fca.unesp.br/index.php/rat/article/view/2128/1341>. Acesso em: 12 fev. 2025.

FOB (Federation of Bakers Ltd). **History of bread- 20th century**, 2021. Disponível em: <https://www.fob.uk.com/about-the-bread-industry/history-of-bread-antiquity/history-bread-20th-century/>. Acesso em: 12 fev. 2025.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. 2 ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2003.

FURLANI, R. P. Z.; GODOY, H. T. Valor nutricional de cogumelos comestíveis. **Food Science and Technology**, v.64, p.149-154, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/778cD6MTPJ5KfYZ6y7GyW8h/?lang=pt#>. Acesso em: 12 fev. 2025.

GHENO, A. M.; GEADICLE, J. P.; MÜLLER, L.; STOFFEL, F.; BARBOSA, R. G. Avaliação de atributos tecnológicos de pão francês com adição de farinhas de vegetais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 25, p. e2021113, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/JmbnPpztbRNW4FYJPvCWZm/#>, Acesso em: 02 dez. 2024.

HEIDEN, T.; FELTES M. M. C.; KOWACIC J.; GONÇALVES L.; DALLA ROSA A.; DORS, G. C. Determinação de cinzas em diversos alimentos. Instituto Federal Catarinense, p. 1-5, 2014. Disponível em: <https://mic.concordia.ifc.edu.br/wp-content/uploads/sites/30/2017/10/53ac790875175b1d5dc829ae.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2024.

HELM, C. V.; CORADIN, J. H.; RIGONI, D. **Avaliação da composição química dos cogumelos comestíveis *Agaricus bisporus*, *Agaricus brasiliensis*, *Agaricus bisporus* portobello, *Lentinula edodes* e *Pleurotus ostreatus***. Colombo, PR: Embrapa, 2009. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/578693/avaliacao-da-composicao-quimica-dos-cogumelos-comestiveis-agaricus-bisporus-agaricus-brasiliensis-agaricus-bisporus-portobello-lentinula-edodes-e-pleurotus-ostreatus>. Acesso em: 12 fev. 2025.

IAL (Instituto Adolfo Lutz). **Normas Analíticas**: métodos químicos e físicos para a análise de alimentos. 1 ed. virtual. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

KONICA MINOLTA. Entendendo o Espaço de Cor L*a*b* | Konica Minolta Sensing. **Konica Minolta Sensing**. 2007. Disponível em: <https://sensing.konicaminolta.us/br/blog/entendendo-o-espaco-de-cor-lab/>. Acesso em: 07 nov. 2024.

LEMOS, F. M. R. **Elaboração e caracterização de produto análogo a hambúrguer de cogumelo *Agaricus brasiliensis***. Dissertação de mestrado (Mestrado em Tecnologia de Alimentos, Setor de Tecnologia). Curitiba: UFPR, 2009. 147 f. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/bitstream/handle/1884/20679/Dissertacao%20Fernanda%20Munhoz%20da%20Rocha%20Lemos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 12 fev. 2025.

LIRA, A. P. **Aplicação de farinhas de cogumelos na produção de pão e avaliação das propriedades tecnológicas e sensoriais**. Dissertação de mestrado (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos). Itapetininga: UESB, 2017. 72 f. Disponível em: <http://www2.uesb.br/ppg/ppgecal/wp-content/uploads/2018/04/ARLYANE-PEREIRA-LIRA-1.pdf>. Acesso em 12 fev. 2025.

MARTINS, F. P.; NETO, J. C. B.; SILVA, A. J. O.; SIQUEIRA, A. M. O. Secagem: uma revisão. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 6, n. 4, p. 0600-0607i, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/jcec/article/view/11743>. Acesso em: 12 fev. 2025.

MARTINS, J. N.; DE OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C. Estudo da absorção de água em misturas de farinhas de trigo de diferentes marcas comerciais. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 201-206, 2013. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1191>. Acesso em: 13 fev. 2025.

MATOS, Danilo Tadeu. **Avaliação físico-química proposta de inclusão do cogumelo shimeji (*Pleurotus ostreatus*) no refeitório do IFSULDEMINAS campus Inconfidentes**. Projeto final de curso (Bacharel em Engenharia de Alimentos) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais –Inconfidentes. 2017. 54 f. Disponível em: https://portal.ifs.ifsuldeminas.edu.br/arquivos/paginas/menu_institucional/departamentos/Biblioteca/tcc/Danilo_Tadeu_de_Matos.pdf. Acesso em: 13 fev. 2025.

METTA, I. K.; AYROSA, A. M. I. B.; PALETTA, F. C. O papel da liofilização na conservação de alimentos pelo controle da umidade. In: SAFETY, HEALTH AND ENVIRONMENT WORLD CONGRESS, 7., 2012. São Paulo: SHEWC, p. 162-165, 2012. Disponível em: <https://copec.eu/congresses/shewc2012/proc/works/035.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2025.

MEZAIZE, S.; CHEVALLIER, S.; LE BAIL, A.; LAMBALLERIE M. Optimization of Gluten-Free Formulations for French-Style Breads. **Journal of Food Science**, Malden, v. 74, n. 3, p. 140-146, 2009. Disponível em: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1750-3841.2009.01096.x>. Acesso em: 17 dez. 2024.

MIRANDA, M. Z.; JUNGES, T. A.; BRESSIAN, I. J.; ORO, T.; MONTEIRO, L. K.; TATSCH, P. O. Relação entre cor de farinha de trigo e cor do miolo do pão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 21., 2018, Belém: Hangar, 2018. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1107218/1/353031072018144946.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2024.

NAGYOVÁ, L.; ROVNÝ, P.; STÁVKOVA, J.; ULIČNA, M.; MADAROVÁ, L'. Percepção do Consumidor sobre a Qualidade do Pão. **Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis**, v. 57, p. 115-122, 2009. Disponível em: https://acta.mendelu.cz/artkey/acu-200903-0012_consumer-perception-of-bread-quality.php. Acesso em: 12 fev. 2025.

NAVAS, Juan Sebastián Ramirez. Liofilización de alimentos. **Revista ReCiTeIA**, v. 6, p. 1-39, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/259620189_Liofilizacion_de_alimentos. Acesso em: 07 nov. 2024.

NITZKE, J. A.; OLIVEIRA, T. R. **Avaliação da Qualidade Tecnológica/Industrial da Farinha de Trigo**: Farinografia. Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos - ICTA. 2010. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/napead/projetos/avaliacao-farinha-trigo/index.php>. Acesso em: 13 fev. 2025.

ORO, T.; MIRANDA, M. Z.; FRANCISCO, A. D. Teste de panificação em pequena escala: relação com parâmetros reológicos em análise de farinha de trigo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 25., 2016. **Anais** [...] Gramado: FAURGS, 2016. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1058684/1/ID438512016CBCTAp1436.pdf>. Acesso em 02 dez. 2024.

PAZ, M. F.; MARQUES, R. V.; SCHUMANN, C.; CORRÊA, L. B.; CORRÊA, E. K. Características tecnológicas de pães elaborados com farelo de arroz desengordurado. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, p. 128-136, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/vZrwLDdj9tMv4V6bfY4wyGt/?lang=pt#>. Acesso em: 12 fev. 2025.

QUEJI, M. F. D.; SCHEMIN, M. H. C.; TRINDADE, J. L. F. Propriedades reológicas da massa de farinha de trigo adicionada de alfa-amilase. **Ciências Exatas e da Terra, Agrárias e Engenharias**, v.12, n.2, p.21-29, 2006.

RODRIGUES, G. de M.; OKURA, M. H. Edible mushrooms in Brazil: a literature review. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 8, p. e24711830830, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/30830>. Acesso em: 12 fev. 2025.

SALEHI, F. Characterization of different mushrooms powder and its application in bakery products: A review. **International Journal of Food Properties**, v. 22, n. 1, p. 1375-1385, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/335026829_Characterization_of_different_mushrooms_powder_and_its_application_in_bakery_products_A_review. Acesso em: 12 fev. 2025.

SALES-CAMPOS, C.; MINHONI, M. T. A.; ANDRADE, M. C. N. Produtividade de *Pleurotus ostreatus* em resíduos da Amazônia. **Interciência**, v. 35, n. 3, p. 198-201, 2010. Disponível em: <http://acervodigital.unesp.br/handle/11449/41368>. Acesso em: 12 fev. 2025.

SANTOS, Djalma. **Teste sobre fungos**. 2012. Disponível em: <https://djalmasantos.wordpress.com/2012/08/31/testes-sobre-fungos/>. Acesso em: 12 fev. 2025.

SOARES, T. T. **Propriedades tecnológicas de pão de forma elaborado com substituição parcial da farinha de trigo por farinha de cogumelos (*Lentinus edodes* e *Pleurotus ostreatus*)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2021. 44 f. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/29976>. Acesso em: 12 fev. 2025.

SOCCOL, C. R.; VÍTOLA, F. M. D.; RUBEL, R.; FALBO, M. K.; LETTI, L. A. J.; BELLETTINI, M.; SOCCOL, V. T. Cogumelos: uma fonte promissora de compostos ativos para o desenvolvimento de produtos farmacêuticos e nutracêuticos. **Biociência Aplicada à Agro&Indústria**, v. 4, p. 315-360, 2017. Disponível em: <https://openaccess.blucher.com.br/article-details/cogumelos-uma-fonte-promissora-de-compostos-aditivos-para-o-desenvolvimento-de-produtos-farmacuticos-e-nutraceuticos-20260>. Acesso em: 12 fev. 2025.

SOSULSKI, F. W. The centrifuge method for determining flour absorption in hard red spring wheats. **Cereal Chemistry**. v.39, n. 4, p. 344-350, 1962.

SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A. P.; GOMES, U. J.; CARNEIRO, J. D. S. Avaliação e definição do perfil de textura ideal de queijo Petit Suisse. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 66, n. 382, p. 48-53, 2011. Disponível em: <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/182/190>. Acesso em: 12 fev. 2025.

STEFFEN, G. P. K.; STEFFEN, R. B.; HANDTE, V. G.; COSTA, A. F. P.; PIAIA, A.; MORAIS, R. M. Produção de cogumelos comestíveis em substratos orgânicos. Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária. Porto Alegre. 2020. (Circular: divulgação técnica, 3). Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202106/11094745-n-3-2020-producao-de-cogumelos-comestiveis-em-substratos-organicos.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2025.

TERRA VITA COGUMELOS. **Shimeji Preto**, 2016. Disponível em: <https://terravitacogumelos.com.br/shimeji-preto/>. Acesso em: 02 dez. 2024.

TERRONI, H. C.; DE JESUS J. M.; ARTUGO L. T.; VENTURA L. V.; SANTOS R. F.; DAMY-BENEDETTI P. Liofilização. **Revista científica União das Faculdades dos Grandes Lagos**, v.1, p. 271-284, 2013. Disponível em: <http://www.unilago.edu.br/revista/edicaoanterior/Sumario/2013/downloads/2013/LIOFILIZA%C3%87%C3%83O.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2023.

URBEN, A. F. **Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 274 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1077728/1/Producao-de-COGUMELOS-por-meio-de-tecnologia-chinesa-modificada-ed-03-2017-corrigido-em-21-de-junho-de-2022.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2025.

VALVERDE, M. E.; HERNÁNDEZ-PÉREZ, T.; PAREDES-LÓPES, O. Edible mushrooms: improving human health and promoting quality life. **International journal of microbiology**, v. 2015, p. 376387, 2015. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/ijmicro/2015/376387/>. Acesso em: 12 fev. 2025.

VASCONCELOS, N. C. M.; SARUBBO L. A.; SALGADO S. M.; ANDRADE S. A. C.; LEÃO V. L. X. S.; COSTA A. M. T.; SIMÕES C. V. S. Análise sensorial de barras de cereal adicionadas de farinha de cogumelo *Pleurotus eryngii*. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 25, n. 2, p. 1-7, 2020. Disponível em: <https://pap.emnuvens.com.br/pap/article/view/227>. Acesso em: 12 fev. 2025.

WATANABE, E. Influência das proteínas formadoras do glúten na qualidade tecnológica da farinha de trigo para panificação. 2014. 81f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2014.

ZAMBELLI, Rafael Audino. **Desenvolvimento de massas congeladas de pães tipo forma contendo ingredientes funcionais**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014. 202 f. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/14871>. Acesso em: 13 fev. 2025.