UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE

UNIDADE ACADÊMICA DE NUTRIÇÃO

CURSO DE BACHARELADO EM NUTRIÇÃO

PEDRO AUGUSTO BATISTA DE ARAÚJO

EFEITO DA ADIÇÃO DE FARINHA DA FOLHA DE LIMÃOZINHO (*Zanthoxylum Rhoifolium* (LAM.) NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE PÃES SEM GLÚTEN

Cuité - PB

2025

PEDRO AUGUSTO BATISTA DE ARAÚJO

EFEITO DA ADIÇÃO DE FARINHA DA FOLHA DE LIMÃOZINHO (*Zanthoxylum Rhoifolium* (LAM.) NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE PÃES SEM GLÚTEN

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Unidade Acadêmica de Nutrição da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito obrigatório para obtenção de título de Bacharel em Nutrição, com linha específica em específica em Ciência e Tecnologia Alimentos.

Orientadora: Prof.ª Dra. Vanessa Bordin Viera

Coorientador: Roseane Zumba da Silva

Cuité - PB

2025

A663e Araújo, Pedro Augusto Batista de.

Efeito da adição de farinha da folha de limãozinho (*Zanthoxylum rhoifolium* (Lam.) nas propriedades físico-químicas de pães sem glúten. / Pedro Augusto Batista de Araújo. - Cuité, 2025.
25 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Nutrição) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, 2025.
"Orientação: Profa. Dra. Vanessa Bordin Viera; Profa. Roseane Zumba da Silva".

Referências.
1. Panificação. 2. Farinha da folha de limãozinho. 3. *Zanthoxylum rhoifolium*. 4. Limãozinho. 5. Pão sem glúten. 6. Centro de Educação e Saúde. I. Viera, Vanessa Bordin. II. Silva, Roseane Zumba da. III. Título.

CDU 664.6(043)

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO BIBLIOTECÁRIO Msc. Jesiel Ferreira Gomes - CRB-15/256

PEDRO AUGUSTO BATISTA DE ARAÚJO

EFEITO DA ADIÇÃO DE FARINHA DA FOLHA DE LIMÃOZINHO (*Zanthoxylum Rhoifolium* (LAM.) NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE PÃES SEM GLÚTEN

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Unidade Acadêmica de Nutrição da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito obrigatório para obtenção de título de Bacharel em Nutrição, com linha específica em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovado em 17 de Setembro de 2025.

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Dra. Vanessa Bordin Viera
Universidade Federal de Campina Grande
Orientadora

_____

Prof. Me. Natália Dantas de Oliveira
Universidade Federal de Campina Grande
Examinadora

_____

Bel. Denner Alipio da Silva Lima
Examinador

Cuité - PB

2025

Dedico esse TCC a mim, por ter conseguido vencer este desafio. Aos meus pais que não mediram esforços para que pudesse ter as melhores condições para cursar nutrição. A minha professora orientadora por sempre acreditar em mim e ser sempre paciente e solicita. A meus colegas de curso por sempre me ajudarem durante essa trajetória. Ao SOLS e a minha namorada, muito obrigado a todos e a Deus.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me concedido força e resiliência para alcançar este objetivo. Agradeço a mim mesmo, por ter superado os obstáculos e desafios que surgiram ao longo desta jornada, mostrando a mim que sou capaz de alcançar grandes feitos e conquistas.

Aos meus pais Geovan e Cleide e a minha irmã Cecília, minha eterna gratidão. Eles que não mediram esforços para me proporcionar as melhores condições, me incentivando e apoiando para que eu pudesse cursar Nutrição.

A minha orientadora, Dra. Vanessa Bordin por sua paciência, calma, parceria e dedicação e por acreditar no meu potencial. Seu apoio e orientação foram fundamentais para a realização deste TCC. Agradeço aos demais professores, por ajudar e incentivar na minha formação, onde muitos agregaram valor ao conhecimento que tenho hoje.

Agradeço a todos os meus colegas e amigos de curso, que fiz por essa jornada. Pessoas que agradeço pela parceria, as várias resenhas, amizades e ajuda mútua durante toda esta caminhada acadêmica. O apoio de vocês foi essencial em muitos momentos, vocês não acreditam o quanto me ajudaram.

Agradeço também ao SOLS esse grupinho louco de Caicór, por estar junto comigo durante todo esse tempo, mesmo distância se tornou presente na rotina e agradeço à minha amiga Wanessa pelos conselhos dados durante essa trajetória.

E de forma especial, à minha namorada Luana, pelo carinho, compreensão e suporte incondicional, que foram essenciais para a conclusão deste trabalho, onde ela a cada dia me incentiva a crescer e ser um homem melhor.

Tente mover o mundo, mas comece movendo a si mesmo.

(Platão)

ARAÚJO. P. B. de A. **EFEITO DA ADIÇÃO DE FARINHA DA FOLHA DE LIMÃOZINHO (*Zanthoxylum Rhoifolium* (LAM.) NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE PÃES SEM GLÚTEN.** 2025. f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) - Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2025.

RESUMO

O pão destaca-se pelo seu valor nutricional, sendo considerado uma boa fonte de carboidratos, ferro, magnésio, fibras alimentares e vitaminas do complexo B. Diversos ingredientes podem ser utilizados para a elaboração de pães, incluindo diferentes tipos de farinha. As farinhas são os produtos obtidos a partir das partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por processo de moagem e/ou outros tipos de processos tecnológicos. O *Zanthoxylum rhoifolium* (Lam.) conhecido popularmente como limãozinho, mamica-de-cadela, mamica-de-porco, entre outros, possui um alto teor de compostos bioativos com ação antioxidante, podendo ser processado e utilizado como farinha nos processos tecnológicos. Diante do exposto, objetivou-se desenvolver formulações de pão sem glúten com diferentes concentrações da farinha da folha do limãozinho, além de avaliar suas características físico-químicas. Foram desenvolvidas três formulações de pães sem glúten: **PFC** (controle, sem adição de farinha de folha de limãozinho), **PF10%** (adicionado de 10% de farinha de folha de limãozinho) e **PF20%** (adicionado de 20% de farinha de folha de limãozinho)Após, foram realizadas as análises de umidade, cinzas, lipídeos, proteína, pH, atividade de água, carboidratos e valor energético. Os resultados indicaram que a formulação com 20% da farinha apresentou menores teores de umidade, carboidratos e pH, enquanto os valores de cinzas, proteínas, lipídeos, atividade de água e valor energético foram superiores em relação à formulação controle. Conclui-se que a adição da farinha da folha de limãozinho influenciou significativamente as propriedades físico-químicas dos pães sem glúten, representando uma alternativa promissora para o enriquecimento nutricional de produtos isentos de glúten.

Palavras-chaves: Compostos Bioativos; Panificação; *Zanthoxylum rhoifolium* (Lam.)

ARAÚJO. P. B. de A. **EFFECT OF THE ADDITION OF LEMONGRASS LEAF FLOUR (Zanthoxylum rhoifolium (Lam.) ON THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF GLUTEN-FREE BREADS.** 2025. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) - Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2025.

ABSTRACT

Bread stands out for its nutritional value, being considered a good source of carbohydrates, iron, magnesium, dietary fiber, and B vitamins. Various ingredients can be used to make bread, including different types of flour. Flours are products obtained from the edible parts of one or more species of cereals, legumes, fruits, seeds, tubers, and rhizomes through milling and/or other technological processes. Zanthoxylum rhoifolium (Lam.), popularly known as "lime tree," "mamica-de-cadela," "mamica-de-porco," among others, has a high content of bioactive compounds with antioxidant properties and can be processed and used as flour in technological processes. Given the above, the objective was to develop gluten-free bread formulations with different concentrations of lemon tree leaf flour, in addition to evaluating its physicochemical characteristics. Three gluten-free bread formulations were developed: PFC (control, without the addition of lemongrass leaf flour), PF10% (with 10% lemongrass leaf flour added), and PF20% (with 20% lemongrass leaf flour added). Moisture, ash, lipid, protein, pH, water activity, carbohydrates, and energy values were then analyzed. The results indicated that the formulation with 20% flour had lower moisture, carbohydrate, and pH contents, while ash, protein, lipid, water activity, and energy values were higher than the control formulation. It was concluded that the addition of lemongrass leaf flour significantly influenced the physicochemical properties of gluten-free breads, representing a promising alternative for the nutritional enrichment of gluten-free products.

Keywords: Bioactive Compounds; Baking; *Zanthoxylum rhoifolium* (Lam.)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO..... 10

2 OBJETIVO..... 12

2.1 OBJETIVO GERAL..... 12

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 12

3 REFERÊNCIAL TEÓRICO..... 13

3.1 PÃO..... 13

3.1.1 Origem do pão e o consumo do pão no Brasil..... 13

3.1.2 Pão sem glúten..... 14

3.2 PANC..... 14

3.3 LIMÃOZINHO (*Zanthoxylum Rhoifolium*)..... 14

4 MATERIAIS E MÉTODOS..... **16**

4.1 MATERIAS-PRIMAS..... 16

4.2 PREPARAÇÃO DA MATERIAS PRIMAS E ELABORAÇÃO DA FARINHA. 16

4.3 ELABORAÇÃO DOS PÃES DE FORMA..... **16**

4.4 DETERMINAÇÃO DAS CARACTERISTICAS FÍSICO-QUÍMICAS..... **17**

4.5 ANALISE ESTATÍSTICA..... 18

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 19

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 22

REFERÊNCIAS..... 23

1 INTRODUÇÃO

O pão é um alimento milenar e amplamente consumido em todo o mundo. Destaca-se por seu valor nutricional, sendo uma boa fonte de carboidratos, ferro, magnésio, fibras alimentares e vitaminas do complexo B, nutrientes essenciais para o desenvolvimento e a manutenção da saúde. Além disso, apresenta grande variedade de tipos, o que oferece ao consumidor diversas opções de escolha, além de ser um produto acessível à maior parte da população. Tradicionalmente, os pães são elaborados com farinha de trigo ou com a combinação de diferentes farinhas, água ou outros líquidos, podendo passar ou não por fermentação antes da cocção, e podem conter ingredientes adicionais, desde que não descaracterizem o produto (Nascimento *et al.,* 2019).

Nos últimos anos, tem crescido o interesse por versões de pães sem glúten, especialmente entre pessoas com doença celíaca, sensibilidade ao glúten não celíaca ou aquelas que optam por dietas restritivas. O glúten é uma proteína presente no trigo, centeio, cevada e seus derivados, responsável por conferir elasticidade e estrutura à massa do pão. A retirada do glúten da formulação, no entanto, representa um desafio tecnológico, pois afeta diretamente a textura, o volume e a maciez do produto final. Para superar essas limitações, é comum a utilização de farinhas alternativas (como de arroz, milho, grão-de-bico e mandioca), bem como o uso de espessantes, gomas e fibras alimentares que possam simular as propriedades funcionais do glúten. Assim, a produção de pães sem glúten busca aliar qualidade sensorial e valor nutricional, oferecendo alternativas seguras e saudáveis para públicos com necessidades alimentares específicas (Ávila, 2012).

Inicialmente, o uso de farinhas mistas visava substituir parcialmente a farinha de trigo, principalmente como estratégia para reduzir a dependência de importações desse cereal. Com o tempo, no entanto, as pesquisas passaram a focar no uso de farinhas alternativas com o objetivo de melhorar a qualidade nutricional dos pães (incorporando compostos antioxidantes, fibras, minerais, entre outros nutrientes) e atender à demanda crescente por produtos mais diversificados e saudáveis (Ávila, 2012).

As farinhas são obtidas a partir das partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas, por meio de moagem e/ou outros processos tecnológicos. Um exemplo de matéria-prima alternativa para produção de farinha é o *Zanthoxylum rhoifolium* (Lam.), uma árvore da família Rutaceae, conhecida popularmente como limãozinho, mamica-de-porca, maminha-preta, mamica-de-cadela, espinheiro, entre

outros nomes regionais. Este vegetal apresenta grande potencial funcional, tendo mais de 400 metabólitos secundários já identificados, incluindo alcaloides, flavonoides, cumarinas, lignanas, álcoois, ácidos graxos, amidas, monoterpenos e hidrocarbonetos, os quais estão associados a diversas atividades biológicas (Brasil, 2000).

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho desenvolver formulações de pão sem glúten com diferentes concentrações de farinha da folha de limãozinho e avaliar suas características físico-químicas. A proposta busca valorizar matérias-primas regionais subutilizadas, como o limãozinho, além de oferecer um novo produto ao público que busca uma alimentação mais equilibrada, com potencial funcional e nutritivo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver formulações de pão sem glúten com diferentes concentrações da farinha da folha do limãozinho e avaliar suas características físico-químicas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✔ Elaborar a farinha da folha do limãozinho;
- ✔ Desenvolver formulações de pães sem glúten com diferentes concentrações da farinha da folha do limãozinho;
- ✔ Determinar a composição físico-química dos pães elaborados;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PÃO

O pão é o produto obtido pela cocção, em condições tecnologicamente adequadas, de uma massa, fermentada ou não, preparada com farinha de trigo e/ou outras farinhas que contenham naturalmente proteínas formadoras de glúten ou adicionadas das mesmas e água, podendo conter outros ingredientes. Considerado um produto popular, pode ser consumido na forma de lanches ou com refeições, apreciado devido à sua aparência, aroma, sabor, preço e disponibilidade, tenho a versatilidade de poder ser utilizado na sua formulação com outros tipos de ingredientes (farinhas, líquidos, condimentos, etc.), torna-se uma boa opção para a pesquisa em questão (Brasil, 2000).

3.1.1 Origem do pão e consumo do pão no Brasil

A história do pão, um dos mais antigos alimentos da humanidade, está profundamente ligada à trajetória da civilização ocidental. Sua criação, atribuída aos egípcios há mais de seis mil anos, estabeleceu as bases para seu desenvolvimento. Gregos e romanos, por sua vez, utilizaram-no como ferramenta de ordem social e política. O pão também ganhou um significado profundo em diversas culturas e religiões: para os judeus, moldou aspectos da legislação religiosa e social, e para os cristãos, passou a simbolizar o corpo de Cristo (Jacob, 2003).

No Brasil, a popularização do pão ocorreu após o século XIX. Antes disso, a dieta brasileira era baseada no consumo de farinha de mandioca e milho. A atividade de panificação se expandiu com a chegada dos imigrantes italianos no início do século XX, tornando o pão um alimento essencial na mesa dos brasileiros (Venquiaruto, 2012).

As mudanças nos estilos de vida ao longo dos anos levaram a sociedade a buscar novas tendências alimentares e sabores. Com a preferência crescente por refeições rápidas, o pão se tornou um alimento principal devido à sua praticidade. Essa tendência é visível no aumento do consumo de *fast-foods*, onde o pão está sempre presente. Além da praticidade, a variedade de pães atende a diferentes gostos e desejos dos consumidores. Existem opções mais calóricas, como pães doces e salgados, com caldas, coberturas e diversos recheios, que proporcionam prazer e bem-estar (Costa; Macêdo; Hoczar, 2010).

3.1.2 Pão sem glúten

São pães feitos com farinhas mistas ou integrais que estão cada vez mais populares por seus benefícios à saúde. Contudo, remover o glúten desses produtos representa um grande desafio tecnológico, já que ele é crucial para a textura e a aparência final do pão. A substituição da farinha de trigo, rica em glúten, impacta diretamente a elasticidade, a resistência e a retenção de gases características essenciais para a fermentação. Apesar disso, em algumas formulações, é possível fazer essa substituição, o que incentiva a indústria a produzir pães sem glúten para atender a essa demanda específica da população (Rodrigues et al., 2020).

3.2 PANC

Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) é a nomenclatura utilizada para definição de plantas nativas que possuem excelentes características nutricionais (a exemplo de uma exacerbada quantidade de compostos bioativos), as quais podem proporcionar uma gama de benefícios à saúde humana, porém, estas ainda são desconhecidas por grande massa da população (Kinupp; Lorenzi, 2014). Apesar de não serem cultivadas em larga escala, as PANC apresentam um papel importante no desenvolvimento sustentável, diante de suas altas adaptabilidades, ao solo e ao clima, o que demanda poucos cuidados para seus crescimentos, visto que a maioria destas possuem origem espontânea (Kinupp, 2007).

Diante dos aspectos supracitados, ainda pode-se afirmar que essas plantas possuem uma relação íntima com a soberania alimentar, uma vez que tornam possíveis o poder de escolha de alimentos livres de insumos químicos, tanto quanto a ampliação da diversidade alimentar, de forma considerável, em que, consequentemente, atua no aumento da variedade de substâncias nutricionais presentes nos alimentos postos à mesa (Filho, 2015).

3.3 LIMÃOZINHO (*Zanthoxylum Rhoifolium*)

Dentre as PANC, destaca-se o *Zanthoxylum Rhoifolium* (LAM.) uma espécie de maior distribuição geográfica, ocorrendo desde o México até o Uruguai. No Brasil ocorre em praticamente todos os estados brasileiros desde o Norte ao Sul. Esta espécie pertence à família (Rutaceae) apresenta árvores com 3 a 15 m de altura, tronco e ramos aculeados; as folhas são imparipinadas, com tricomas estrelados a glabrescentes, odoríferas; as inflorescências são do tipo terminal ou nas axilas de folhas superiores; as flores são esverdeadas; os frutos maduros apresentam coloração preta apresentando numerosas

glândulas salientes no pericarpo com aroma acentuado; as sementes possuem hilo linear (Reflora, 2019; Costa *et al.,* 2017).

Conhecida popurlamente como limãozinho, mamica-de-porca, maminha-preta, mamica-de-cadela, espinheiro, entre outras. Espécies do gênero *Zanthoxylum* (Rutaceae), apresentam uma variedade de metabólitos secundários que podem ser encontrados nas raízes, caule, ramos e folhas. Dentre os compostos isolados e identificados na literatura destacam-se os alcaloides, lignanas, ligninas, flavonoides, taninos, cumarinas, esteróides, triterpenos, glicosídeos, saponinas e óleos essenciais, dos quais apresentam várias propriedades terapêuticas que podem estar relacionados ao uso popular como medicinais (Nurain *et al.,* 2017; Tine *et al.,* 2017; Zhang *et al.,* 2016; Tavares *et al.,* 2014).

Este vegetal, apesar de comestível, é subutilizado no setor comercial, o que desencadeia o grande desperdício, cabendo então a criação de estratégias que abarquem a tecnologia de alimentos, tornando possível o emprego efetivo desse vegetal em preparações e formulações (Almeida *et al.,* 2011).

Com o nível maior de informação e a busca crescente por uma vida mais saudável, as pessoas tem-se mostrado mais exigentes, buscando adicionar à sua alimentação, alimentos que tenham além de uma considerável qualidade nutricional, possuam também as chamadas propriedades funcionais, com potenciais efeitos benéficos à saúde (Brasil, 2000).

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 MATERIAS-PRIMAS

As folhas de *Zanthoxylum rhoifolium* (Lam.) foram coletadas na Universidade Federal de Cuité (UFCG)/PB. A exsicata já está depositada sob registro de n° 2191, no herbário da UFCG, Cuité. Os demais ingredientes a serem utilizados na elaboração do produto foram adquiridos em estabelecimentos comerciais de Cuité – PB. A farinha e as análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da UFCG, Cuité. Os pães foram processados no Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA) da Universidade Federal de Campina Grande, Cuité.

4.2 PREPARAÇÃO DA MÁTERIA-PRIMA E ELABORAÇÃO DA FARINHA

Para obtenção da farinha, as folhas de limãozinho foram selecionadas manualmente, lavadas com água corrente, higienizadas por 15 minutos em solução de hipoclorito de sódio e enxaguadas com água destilada. Em seguida, foram dispostas em bandejas de aço inox, levadas à estufa de ar na temperatura de 50ºC por 24 horas para secagem. Após essa etapa, foram trituradas em moinho e armazenadas em embalagens a vácuo, até as análises e elaboração dos pães.

4.3 ELABORAÇÃO DOS PÃES DE FORMA

Foram desenvolvidas três formulações de pães de forma (após realização de testes), com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha da folha do limãozinho, sendo codificadas da seguinte forma: PFC - com 0% de farinha da folha do limãozinho (formulação controle), PF10% - adicionado de 10% da farinha da folha do limãozinho e PF20% - adicionado de 20% da farinha da folha do limãozinho (Tabela 1).

Tabela 1-Formulações dos pães de forma adicionados da farinha da folha do limãozinho

INGREDIENTES	**FORMULAÇÕES**		
	PFC (0%)	**PF10%**	**PF20%**
Farinha de arroz (g)	500	450	400
Água (ml)	300	300	300
Farinha da folha do limãozinho (g)	---	50	100
Óleo de soja (ml)	30	30	30

Açúcar (g)	25	25	25
Fermento biológico instantâneo (g)	13	13	13
Sal (g)	7	7	7

PFC - com 0% de farinha da folha do limãozinho (formulação controle), PF10% - adicionado de 10% da farinha da folha do limãozinho e PF20% - adicionado de 20% da farinha da folha do limãozinho. Fonte: Própria Autora (2024).

Para o processamento, todos os ingredientes foram pesados em balança semi-analítica. Em seguida, foram misturados os ingredientes secos (farinha de arroz e/ou farinha da folha de limãozinho, fermento, sal e açúcar). Após, foram adicionados os ingredientes líquidos (óleo de soja e água) e foi iniciado o processo de mistura. Após homogeneização, a massa foi em descanso à temperatura ambiente para ocorrer uma fermentação primária entre 3 e 7 minutos. Posteriormente, a massa foi modelada em formato de pão de forma e enformada, sendo submetida a uma fermentação secundária (entre 30 e 55 minutos a 24-26 °C). Em seguida, foi forneada a180 °C por 30 minutos. Por fim, os pães foram resfriados em temperatura ambiente, embalados em saco plástico e armazenados a temperatura ambiente (23°C) para as análises.

4.4 DETERMINAÇÃO DAS CARACTERISTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas realizadas nos pães de forma foram: teor de umidade, proteína, lipídios e cinzas de acordo com a *Association of Official Agricultural Chemists* (AOAC, 2015). A análise de pH e atividade de água foi realizada conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL) (2008) utilizando pHmetro e Aqualab, respectivamente. O teor de carboidratos foi obtido pela diferença entre o total da amostra (100%) e os teores de proteína, lipídios, umidade e cinzas. O cálculo do valor calórico foi obtido através de cálculo teórico considerando a soma das quantidades de calorias provenientes das proteínas, dos lipídeos e dos carboidratos, utilizando-se os seguintes fatores: 4 Kcal/g de carboidratos, 4 Kcal/g de proteínas e 9 Kcal/g de lipídeos. O valor foi expresso em Kcal/100g da amostra. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

4.5 ANALISE ESTATÍSTICA

Todas as análises foram realizadas em triplicata; os dados foram avaliados através de análise de variância (ANOVA). As médias comparadas pelo teste de Tukey, considerando o nível de significância de 95% ($p<0,05$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados da análise físico-química dos pães sem glúten.

Tabela 1 - Composição físico-química das diferentes formulações de pães sem glúten elaborados.

PARÂMETROS	PC	P10	P20
Umidade (%)	48,1±0,19[a]	47,6 ±0,30[b]	47,2 ±0,21[c]
Cinzas (%)	0,8±0,01[c]	1,1±0,01[b]	1,6±0,01[a]
Proteína (%)	4,1±0,49[c]	5,1±0,19[b]	5,6±0,05[a]
Lipídeos (%)	4,2 ±0,07[c]	4,9 ±0,33[b]	5,3 ±0,09[a]
Carboidratos (%)	42,8±0,09[a]	41,3±0,07[b]	40,3±0,03[c]
Valor calórico (Kcal)	225,4±0,10[c]	229,7±0,12[b]	231,3±0,12[a]
Aw	0,98 ±0,00[a]	0,97 ±0,00[b]	0,97 ±0,00[b]
pH	5,8 ±0,07[a]	5,7 ±0,00[b]	5,7 ±0,00[b]

[a-c]Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). PC: Pão controle (sem adição da farinha da folha do limãozinho); P10: Pão adicionado de 10% da farinha da folha do limãozinho; P20: Pão adicionado de 20% da farinha da folha do limãozinho.

Verificou-se que a umidade dos pães sem glúten diferiu significativamente entre si, com o PC apresentando a maior umidade, seguido pelo P10 e P20 (Tabela 1). Resultado inferior foi relatado por Silva (2021) que ao elaborar pão sem glúten com adição da farinha da flor e folha de malvavisco encontrou teor de umidade de 34,33 e 33,76% nos pães respectivamente. Agrahar-Murugkar e DixitBajpai (2019) desenvolveram pães fortificados com sementes de gergelim, sementes de cominho, folhas frescas de moringa, e observaram teor de umidade na faixa de 36% a 26,4%, inferior a deste estudo.

Observou-se que, à medida que a concentração de farinha da folha do limãozinho aumentou, os teores de cinzas (0,8; 1,1 e 1,6%, $p<0,05$) aumentaram gradualmente (Tabela 1). Resultado superior foi relatado por Silva (2021) que ao elaborar pão sem glúten com adição da farinha da flor e folha de malvavisco encontrou teor de cinzas de 2,37% na formulação controle, 2,64% na formulação do pão com a farinha da flor do malvavisco e 2,84% no pão com a farinha da folha do malvavisco.

Quanto ao teor de proteínas, observou-se um aumento significativo com a adição da farinha, de 4,1% (PC) para 5,1% (P10) e 5,6% (P20) ($p<0,05$). Esse resultado demonstra o potencial proteico da farinha da folha do limãozinho, conferindo um valor nutricional protéico superior a formulação controle. No estudo do pão sem glúten adicionado da farinha do mesocarpo de babaçu (FMB) teve como resultado na formulação controle 8,4% de proteína, na formulação com 5% de adição de FMB, teve de proteína 7,42% e na formulação com 10% de adição de FMB teve 6,50% de proteína, onde a cada vez que aumenta a concentração de FMB diminui o teor de proteína. No estudo atual do pão sem glúten adicionado da farinha da folha do limãozinho, o percentual de proteína aumenta de acordo com a quantidade de substituição de farinha de limãozinho, logo comparando os resultados são inversamente proporcionais (Couri; Giada, 2016).

Os lipídeos apresentaram aumento proporcional à adição da farinha da folha do limãozinho, variando de 4,2% (PC) para 4,9% (P10) e 5,3% (P20). Esse acréscimo pode estar relacionado à presença de compostos lipídicos e de óleos essenciais característicos da folha do limãozinho, os quais podem contribuir para características sensoriais diferenciadas, como aroma e sabor. No estudo feito com o pão de batata enriquecido com farinha de chia, encontrou 7,5% na formulação controle, 10,41% na formulação 25% de adição da farinha da chia e 9,38% na formulação com adição de 50% da farinha de chia. Resultado superior comparado ao presente estudo (Pereira et al., 2013)

Com relação aos carboidratos, verificou-se redução significativa, de 42,8% no PC para 41,3% (P10) e 40,3% (P20). Esse decréscimo decorre da substituição parcial da farinha do arroz da formulação controle 100% farinha de arroz pela farinha da folha do limãozinho nas concentrações de 10% e 20 %, que apresenta menor concentração de carboidratos disponíveis. No estudo do pão sem glúten adicionado da farinha do mesocarpo de babaçu (FMB) teve como resultado na formulação controle 54,20% de carboidratos totais, na formulação com 5% de adição de FMB, teve de carboidrato 45,57% e na formulação com 10% de adição de FMB teve 44,63% de carboidrato, onde a cada vez que aumenta a concentração de FMB diminui o teor de carboidratos, logo os resultados de ambos os estudos estão ligados diretamente proporcionais, que a medida que aumenta a farinha do composto adicionado, a porcentagem de carboidratos diminui (Couri; Giada, 2016).

O valor calórico apresentou aumento com a adição da farinha da folha do limãozinho, variando de 225,4 kcal no PC para 229,7 kcal (P10) e 231,3 kcal (P20). Esse comportamento pode ser explicado pelo incremento nos teores de proteínas e lipídeos, nutrientes que possuem maior densidade energética. Quando comparados aos resultados obtidos por Oliveira e Almeida

(2021), que analisaram pães sem glúten elaborados com amido da *Maranta arundinacea* L. e relataram valores calóricos médios variando entre 207,06 kcal e 213,50 kcal/100 g, observa-se que os pães com farinha da folha do limãozinho apresentam maior densidade energética comparado aos pães sem glúten elaborados com amido da *Maranta arundinacea* L.

A atividade de água (Aw) variou entre 0,98 (PC) e 0,97 (P10 e P20), mas sem diferença expressiva entre as formulações adicionadas de farinha (Tabela 1). No estudo de Freires (2022) com pão sem glúten adicionado da farinha da castanha de munguba, teve um a atividade de água inferior em todas as formulações (FC, F50% e F100%) comparado ao estudo atual e as formulações (PC, P10 e P20).

Em relação ao pH houve variação comparando a formulação controle com as formulações dos pães adicionados de farinha, com valores próximos a 5,8 no PC e 5,7 nos pães adicionados da farinha da folha do limãozinho, onde o pH se manteve estável nessas formulações de 10% e 20%. Já no estudo feito por Matias (2022) onde elaborou um pão sem glúten com substituição parcial pela farinha integral de manga, observou-se uma acidificação mais acentuada, com valores de 6,27 na formulação controle, 5,87 na formulação com 25% de substituição e 5,60 na formulação com 50% de substituição. Teve um resultado de um PH superior ao comparar pC e pM25% com pC, p10 e p20 e o PM50% um resultado inferior comparado ao pC, p10 e p20.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a incorporação da farinha da folha de *Zanthoxylum rhoifolium* (limãozinho) nas formulações de pão sem glúten influenciou significativamente suas características físico-químicas, evidenciando seu potencial como ingrediente funcional e nutricional. A formulação com 20% de adição apresentou melhorias nos teores de proteínas, lipídeos, cinzas, atividade de água e valor energético, ao mesmo tempo em que reduziu os níveis de umidade, carboidratos e pH em comparação à formulação controle. Esses resultados indicam que a farinha da folha do limãozinho pode ser uma alternativa viável para o desenvolvimento de produtos sem glúten com valor nutricional agregado, contribuindo para a diversificação de matérias-primas regionais e atendendo à crescente demanda por alimentos mais saudáveis e funcionais. Estudos futuros podem ampliar a investigação quanto às propriedades sensoriais e à aceitação do consumidor, visando a aplicação comercial do produto desenvolvido.

REFERÊNCIAS

AOAC. **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 18. ed. Gaithersburg, Maryland, 2005.

ÁVILA, E. R. L. G. **Utilização de amêndoas de frutos do cerrado na produção de pães sem glúten.** 2012. 86 f. Dissertação (Mestrado em saúde e desenvolvimento na região centro-oeste). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2012.

BESSA, C. C. et al. Health control for celiac patients: an analysis according to the Pender health promotion model. **Texto & ContextoEnfermagem**, v. 29, 2020 https://doi.org/10.1590/1980-265x-tce-2018- 0420

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Lei n. 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. *Seção 1*. Brasília, DF, 13 fev. 1998.

BRASIL. Portaria RDC nº 90, de 18 de outubro de 2000. Aprova regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade do pão. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/alimentos/legis/especifica/regutec.htm. Acesso em: 10 jun. 2020.

COSTA, A. C. P. B.; MACÊDO, F. S.; HOCZAR, G. Fatores que influenciam o consumo de alimentos. In: VIALTA, A. et al. Brasil Food Trends 2020. São Paulo: Gráfica Ideal, 2010. p. 23-37.

COSTA, E. C. C. et al. Essential oil repelente action of plants of the genus Zanthoxylumagainst Bemisia tabaci biotype B (Homoptera: Aleyrodidae). **Scientia Horticulturae**, v. 226, p. 327-332, 2017.

COURI, M. H. DE S.; GIADA, M. DE L. R. Pão sem glúten adicionado de farinha do mesocarpo de babaçu (Orbignya phalerata): avaliação física, química e sensorial. **Revista Ceres**, v. 63, n. 3, p. 297–304, jun. 2016.

FILHO, G. X. P. Agroecologia e recursos alimentares não convencionais: contribuições ao fortalecimento da soberania alimentar e nutricional. **Campo-Território: Revista de Geografia Agrária**, v. 10, n. 20 p. 227-245, jul., 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ- (IAL). **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4. ed. São Paulo: Secretaria de Estado da Saúde, 2008. 320p.

JACOB, H. E. Seis mil anos de pão. Trad. J. M. Justo. São Paulo: Nova Alexandria, 2003.

KINUPP, V. F. **Plantas alimentícias não-convencionais da região metropolitana de Porto Alegre, RS**. 2007. 590f. (Tese de Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 2014.

LIM, T. K. **Edible medicinal and non-medicinal plants**: flowers. Springer: Dordrecht, 2014. v. 8.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil:** arbustas, herbaceas e trepadeiras. 3. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2001.

MATIAS, A. S. F. Elaboração e Análise Físico-química de Pão sem Glúten Adicionado de Farinha de Manga Rosa (Mangifera indica L.). 2021. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) - Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2022

NASCIMENTO, A. C. et al. Pão do norte de Portugal: um estudo interventivo com vista a reduzir o teor de sal no pão, **Nutrite**, v. 44, p. 28-30, 2019.

NURAIN, I. O.,Et al.. Potential of Three Ethnomedicinal Plants as Antisickling Agents. **Molecular Pharmaceutics**, v. 14, no. 1, pp 172–182. 2017.

OLIVEIRA, N. A.; ALMEIDA, V. O. Aspectos nutricionais do amido da *Maranta arundinacea* L. na formulação de pães sem glúten. ***Textura***, v. 15, n. 1, p. 45-60, 2021.

PEREIRA, B. D. S. et al. Análise físico-química e sensorial do pão de batata isento de glúten enriquecido com farinha de chia. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 8, n. 2, p. 17-30. 17 jun. 2013.

REFLORA. Rutaceae in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB1162. Acesso em: 10 jun. 2020.

RODRIGUES, V. C. da C. et al. Composição química e aceitabilidade de pão sem glúten desenvolvido com mucilagem de quiabo. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 79, n. 1, 2020. Disponível em: https://periodicos.saude.sp.gov.br/index.php/RIAL/article/view/35483. Acesso em: 18 jun. 2025.

SARIBURUN, E. et al. Phenolic content and antioxidant activity of raspberry cultivars. **J. Food Sci**, v. 75, n. 4, p. 328-335, 2010.

SCHOFIELD, J. 1996. Wheat Structure: Biochemistry and Functionality. 1st ed. Reino Unido: Royal Society of Chemistry, 1996.

SILVA, M. J. R. da. Desenvolvimento e caracterização de pão sem glúten adicionado de malvavisco (Malvaviscus arboreus): avaliação do potencial antioxidante durante o armazenamento. / Mikael Johnathan Ribeiro da. Silva. - Cuité, 2021. 41 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais e Biotecnologia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, 2021.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteau reagent. **Methods Enzymol**, n. 299, p. 152-178, 1999.

SOUZA, M. R. et al. Desenvolvimento de pão tipo bisnaguinha sem glúten e sem ovo, elaborado com inhame e um mix de farinhas: uma proposta para alimentação escolar de crianças com alergia alimentar. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, p. e440101321364-e440101321364, 2021. DOI: https://doi.org/10.33448/rsdv10i13.21364

TINE, Y. et al. A Method for LC-MS/MS Profiling of Coumarins in Zanthoxylum zanthoxyloides (Lam.) B. Zepernich and Timler Extracts and Essential Oils. **Molecules**, vol. 22, n. 1, p. 1-13. 2017.

VENQUIARUTO, L. D. O pão, o vinho e a cachaça: um estudo envolvendo os saberes populares na região do Alto Uruguai Gaúcho. 2020. 117 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, 2012.

ZHANG, J., FANG, Z., CAO, Y.; YANG, W. Effect of Zanthoxylum bungeanum Maxim on the Lipid Oxidation and Fatty Acid Composition of Dry-Cured Fish During Processing. **Journal of Food processing and preservetion**, v. 31, n. 13, p. 1715-1722. 2016.