

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
NATURAIS E BIOTECNOLOGIA

JAINNI DIAS FREIRES

EFEITO DA UTILIZAÇÃO DA FARINHA DA CASTANHA DE MUNGUBA (*Pachira aquatica*) NA QUALIDADE FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE PÃO SEM GLÚTEN

Cuité – PB

2022

JAINNI DIAS FREIRES

EFEITO DA UTILIZAÇÃO DA FARINHA DA CASTANHA DE MUNGUBA (*Pachira aquatica*) NA QUALIDADE FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE PÃO SEM GLÚTEN

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Naturais e Biotecnologia da Universidade Federal de Campina Grande em cumprimento aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência Naturais e Biotecnologia, com linha específica em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Vanessa Bordin Viera.

Cuité – PB

2022

F866e

Freires, Jainni Dias.

Efeito da utilização da farinha da castanha de Munguba (*Pachira aquatica*) na qualidade física, físico-química, microbiológica e atividade antioxidante de pão sem glúten. / Jainni Dias Freires. - Cuité, 2022.

75 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais e Biotecnologia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, 2022.

"Orientação: Profa. Dra. Vanessa Bordin Viera".

Referências.

1. Plantas alimentícias não convencionais. 2. Castanha. 3. Farinha de castanha. 4. Alimentos funcionais. 5. Celiacos. 6. Tecnologia de alimentos. 7. *Pachira aquatica*. 8. Munguba. I. Viera, Vanessa Bordin. II. Título.

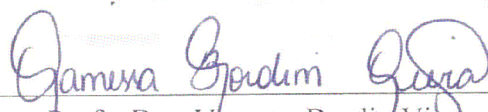
CDU 664(043)

JAINNI DIAS FREIRES

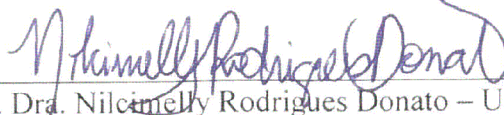
**EFEITO DA UTILIZAÇÃO DA FARINHA DA CASTANHA DE MUNGUBA
(*Pachira aquatica*) NA QUALIDADE FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA,
MICROBIOLÓGICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE PÃO SEM GLÚTEN**

Dissertação Aprovada em 14/06/22.

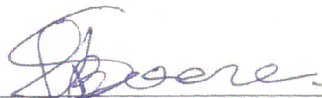
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Vanessa Bordin Viera – UAS/CES/UFCG
Orientadora e Presidente da Banca Examinadora



Profa. Dra. Nilcimelly Rodrigues Donato – UAS/CES/UFCG
Examinadora Externa



Profa. Dra. Juliana Kessia Barbosa Soares – UAS/CES/UFCG
Examinadora Interna

Cuité – PB

2022

Aos meus pais, por todo apoio e incentivo durante a minha trajetória acadêmica.

À minha orientadora Vanessa, por todo conhecimento e dedicação que possibilitaram a realização desta pesquisa,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Graça e Doda, pelo apoio e incentivo em minha trajetória acadêmica, em especial ao meu pai, pela contribuição durante a fase de coleta da matéria-prima.

Aos familiares que estiveram ao meu lado me apoiando, especialmente a minha irmã Jailma, que também contribuiu durante a fase de coleta da matéria-prima, e a minha sobrinha Janayse com a sua ajuda indireta em laboratório.

A Edson Douglas pela parceria durante a realização desta pesquisa no laboratório e por toda a ajuda durante o tratamento dos dados. Assim como Mayany e Gil que também estiveram presentes em algumas etapas no laboratório.

À Dayse e Bruno, companheiros de turma, juntos desenvolvemos uma amizade de parceria, compartilhando momentos de estudo e trabalho, como também momentos essenciais de descontração em situações de tensão, facilitando a conclusão desse mestrado.

Aos funcionários do CES, em especial aos do “bloco de Nutrição”, pelo apoio no laboratório durante a realização desta pesquisa.

Às turmas de graduação em Nutrição as quais tive contato, pelo respeito e confiança depositados em mim, me proporcionando uma excelente experiência durante o estágio docência, configurando um momento importante para a minha formação como docente.

Minha eterna gratidão a minha orientadora profa Vanessa, um ser humano de luz que tive a oportunidade de conhecer ainda durante a época da minha graduação. Ao ingressar no mestrado, não poderia ter outro desejo que não fosse tê-la como minha orientadora. Grata por todo apoio, dedicação, carinho, conhecimento compartilhado e oportunidades proporcionadas. Um exemplo e inspiração profissional.

À profa Nilcimelly e profa Juliana, por fazer parte da minha banca examinadora. Professoras que estiveram presentes durante a minha graduação e agora presentes em mais uma etapa da minha vida acadêmica.

A todo o corpo docente do PPGCNBiotec por todo conhecimento compartilhado, sendo essencial para meu crescimento acadêmico e profissional.

À CAPES por ter financiado esta pesquisa e dado a possibilidade de sua realização

A Universidade Federal de Campina Grande – Campus Cuité, por proporcionar as condições possíveis para a realização desta pesquisa.

A Universidade Federal da Paraíba, pela parceria que também contribuiu significativamente para a conclusão desta pesquisa.

**“Somos quem podemos ser
Sonhos que podemos ter
E teremos”.**

Humberto Gessinger

RESUMO

O Brasil apresenta diversas espécies de plantas nativas com potencial alimentício. Entre elas, encontra-se a Munguba (*Pachira aquatica*), rica em nutrientes e comestível em sua forma *in natura*, torrada ou farinha. A partir disso, o objetivo da pesquisa foi desenvolver formulação de pão com diferentes concentrações da farinha da castanha de munguba (FCM), avaliar as características físicas, físico-químicas, microbiológicas, compostos bioativos e o potencial antioxidante durante seu armazenamento. A metodologia consistiu na elaboração de 3 formulações distintas: PC (Pão controle sem adição da FCM), P50% (Pão adicionado de 50% da FCM) e P100% (Pão adicionado de 100% da FCM), que foram submetidas às análises anteriormente mencionadas em triplicata nos tempos 1, 3 e 6 de armazenamento (com início após 24h da fabricação) sob temperatura ambiente ($28\pm 2^{\circ}\text{C}$). Também foi realizado o cálculo do rendimento, a caracterização física e físico-química, compostos bioativos e atividade antioxidante da FCM no tempo 1 de armazenamento sob mesmas condições ambiente. A farinha da munguba apresentou rendimento de 35,22%, 0,37 de Aa, 5,43 de pH, 4,99% de umidade, 0,36 de acidez, 4,86% de cinzas, 14,10% de proteína, 26,99% de lipídeos, 49,07% de carboidratos, 1181,76 mg de EAG/100g de compostos fenólicos totais, 28,0 mg de EC/100g de flavonoides totais e atividade antioxidante de 3,73 μmol de ET/g (FRAP) e 28,94 μmol de ET/g (ABTS). Referente aos pães adicionados da FCM, apresentaram um teor de Aa entre 0,912 e 0,933), pH (6,0-7,0) e umidade (28,42-31,81%), sendo influenciados significativamente no aumento do teor desses parâmetros em relação a amostra controle. Ainda, os teores de cinzas dos pães com a FCM variaram entre 1,81 e 2,85%, acidez (0,14-0,21%), proteína (8,16-11,67%), lipídeos (12,40-16,79%), carboidratos (40,55-49,80%), compostos fenólicos totais (30,82-590,57 mg EAG/100g), flavonoides totais (4,56-6,56 mg EC/100g) e TBARS (0,021-0,031 mg MA/Kg). Em relação a atividade antioxidante, detectou-se cerca de 1,08 a 2,20 μmol ET/100g (FRAP) e 2,85 a 7,55 μmol ET/g (ABTS). Quanto as análises microbiológicas, não houve presença de *Salmonella*, a contagem de coliformes a 45°C e bolores e leveduras apresentaram $<1,00 \text{ UFC} \cdot \text{g}^{-1}$, enquanto que os mesófilos estiveram entre 3,10 e 4,60 $\text{UFC} \cdot \text{g}^{-1}$, e a medida em que houve o aumento da concentração da FCM, menor foi a contagem de microorganismos e deterioração aparente. Com base nessas informações, mostra-se que a adição da FCM na elaboração de pães oferta bom teor proteico e de minerais, reduzido teor de lipídios e valor calórico, elevado teor de compostos bioativos e atividade antioxidante, além do seu potencial antimicrobiano, logo sua incorporação na elaboração de pães oferta características satisfatórias e com possibilidade de comercialização.

Palavras-chave: Alimentos Funcionais. PANC. Farináceos. Antioxidantes. Celíacos.

ABSTRACT

Brazil has several species of native plants with food potential. Among them is the Munguba (*Pachira aquatica*), rich in nutrients and edible in its fresh, roasted or flour form. From this, the objective of the research was to develop a bread formulation with different concentrations of munguba chestnut flour (MCF), to evaluate the physical, physico-chemical, microbiological characteristics, bioactive compounds and the antioxidant potential during its storage. The methodology consisted in the elaboration of 3 different formulations: PC (Bread control without addition of MCF), P50% (Bread added of 50% of MCF) and P100% (Bread added of 100% of MCF), which were submitted to the analyzes previously mentioned in triplicate at times 1, 3 and 6 of storage (starting after 24h of manufacture) at room temperature ($28\pm 2^{\circ}\text{C}$). It was also performed the calculation of yield, physical and physicochemical characterization, bioactive compounds and antioxidant activity of MCF in time 1 of storage under the same ambient conditions. Munguba flour showed a yield of 35.22%, 0.37 of Aa, 5.43 of pH, 4.99% of moisture, 0.36 of acidity, 4.86% of ash, 14.10% of protein, 26.99% of lipids, 49.07% of carbohydrates, 1181.76 mg of GAE/100g of total phenolic compounds, 28.0 mg of CE/100g of total flavonoids and antioxidant activity of 3.73 μmol of TE/ g (FRAP) and 28.94 μmol TE/g (ABTS). Regarding the breads added from MCF, they presented an Aa content between 0.912 and 0.933), pH (6.0-7.0) and moisture (28.42-31.81%), being significantly influenced by the increase in the content of these parameters compared to the control sample. Still, the ash content of breads with MCF varied between 1.81 and 2.85%, acidity (0.14-0.21%), protein (8.16-11.67%), lipids (12, 40-16.79%), carbohydrates (40.55-49.80%), total phenolic compounds (30.82-590.57 mg GAE/100g), total flavonoids (4.56-6.56 mg CE/ 100g) and TBARS (0.021-0.031 mg MA/Kg). Regarding the antioxidant activity, it was detected about 1.08 to 2.20 μmol TE/100g (FRAP) and 2.85 to 7.55 μmol TE/g (ABTS). As for the microbiological analysis, there was no presence of *Salmonella*, the coliform count at 45°C and molds and yeasts showed <1.00 CFU- g^{-1} , while the mesophiles were between 3.10 and 4.60 CFU- g^{-1} , and as the concentration of MCF increased, the number of microorganisms and apparent deterioration decreased. Based on this information, it is shown that the addition of MCF in the preparation of breads offers good protein and mineral content, reduced lipid content and caloric value, high content of bioactive compounds and antioxidant activity, in addition to its antimicrobial potential, thus its incorporation in the production of bread offers satisfactory characteristics and with the possibility of commercialization.

Keywords: Functional Foods. UFP. Farinaceous. Antioxidants. Celiacs.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fruto da <i>Pachira aquatica</i>	20
Figura 2 - Delineamento experimental da pesquisa.....	25
Figura 3 - Fluxograma do processamento do pão.....	28

LISTA DE FIGURAS DO ARTIGO

Figura 1 – Fluxograma do processamento do pão.....	44
Figura 2 – Aspecto final dos pães elaborados	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ingredientes das formulações dos pães.....	27
--	----

LISTA DE TABELAS DO ARTIGO

Tabela 1 – Ingredientes das formulações dos pães.....	43
Tabela 2 – Resultados dos parâmetros físicos e físico-químicos da farinha da castanha de munguba (<i>Pachira aquatica</i>).....	51
Tabela 3 – Resultados para o teor de compostos fenólicos totais, flavonoides totais e atividade antioxidante da farinha da castanha de munguba (<i>Pachira aquatica</i>).....	52
Tabela 4 – Resultados dos parâmetros físicos e físico-químicos das diferentes formulações de pães durante o período de armazenamento em temperatura ambiente.....	55
Tabela 5 – Resultados para os compostos fenólicos totais, flavonoides totais, atividade antioxidante e oxidação das diferentes formulações de pães armazenadas em temperatura ambiente.....	59
Tabela 6 – Resultados das análises microbiológicas realizadas nas diferentes formulações de pães durante o armazenamento.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

Aa	Atividade De Água
ABTS	2,2'-azinobis- (3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico)
AOAC	<i>Association Of Official Analytical Chemists</i>
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APHA	<i>American Public Health Association</i>
BHT	Hidroxitolueno Butilado
CES	Centro de Educação e Saúde
CFT	Compostos Fenólicos Totais
EAG	Equivalentes de Ácido Gálico
EC	Equivalente Catequina
ET	Equivalente Trolox
FCM	Farinha da castanha de munguba
FOSHU	Alimentos para uso específico de saúde
FRAP	Potencial antioxidante férrico redutor
FT	Flavonoides Totais
g	Gramas
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
IDR	Ingestão Diária de Referência
kcal	Quilocaloria
Kg	Quilograma
LABMA	Laboratório de Microbiologia dos Alimentos
LABROM	Laboratório de Bromatologia
LTA	Laboratório de Tecnologia de Alimentos
MA	Malonaldeído
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Mg	Miligramas
ml	Mililitro
μ L	Microlitros
μ m	Micrômetro
μ mol	Micromol
nm	Nanômetro

PANC	Plantas Alimentícias Não Convencionais
PB	Paraíba
pH	Potencial Hidrogeniônico
ppm	Partes Por Milhão
TBARS	Ácido Tiobarbitúrico
TCA	Ácido Tricloroacético
TMP	1,1,3,3-tetrametoxipropano
UFC	Unidade Formadora de Colônia
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
VDR	Valor Diário De Referência
°C	Grau Célsius
%	Percentual
≤	Menor igual que
>	Maior que
±	Mais ou menos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL.....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
3.1 ALIMENTOS FUNCIONAIS.....	18
3.2 PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANC).....	18
3.3 MUNGUBA.....	20
3.4 PÃO.....	21
3.5 OXIDAÇÃO LIPÍDICA.....	22
3.6 ANTIOXIDANTES.....	23
4 MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1 MATÉRIA-PRIMA, INGREDIENTES, LOCAL DE EXECUÇÃO E DELINIAMENTO EXPERIMENTAL.....	25
4.2 OBTENÇÃO E RENDIMENTO DA FARINHA DA CASTANHA DE MUNGUBA.....	26
4.3 ELABORAÇÃO DO PÃO.....	27
4.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DA FARINHA DA CASTANHA DE MUNGUBA E DOS PÃES ELABORADOS	28
4.5 CARACTERIZAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS.....	29
4.5.1 Determinação dos Compostos Fenólicos Totais	29
4.5.2 Determinação de Flavonoides Totais	30
4.6 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE.....	30
4.6.1 Atividade Antioxidante - Método FRAP	30
4.6.2 Atividade Antioxidante - Método ABTS⁺	31
4.7 DETERMINAÇÃO DA OXIDAÇÃO LIPÍDICA.....	31
4.7.1 Teste das Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARs)	31
4.8 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	32
4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
REFERÊNCIAS	34

ARTIGO	40
ANEXOS	73
ANEXO A - Pedido de patente de invenção “Pão adicionado da farinha das sementes de monguba”.....	74

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país que apresenta uma extensa área territorial contendo uma das maiores biodiversidades de fauna e flora do mundo. Contudo, o atual sistema agroalimentar é sustentado por uma matriz agrícola convencional, onde a monocultura expandiu-se em extensas áreas substituindo as florestas naturais, consequentemente, reduzindo a biodiversidade e resultando em um padrão alimentar predominantemente limitado e industrializado, contribuindo para o desconhecimento e subutilização de centenas de espécies nativas com potencial econômico, tecnológico e nutricional (PASCHOAL; GOUVEIA; SOUZA, 2016; DE OLIVEIRA; DA CRUZ, SCHNEIDER, 2019).

De acordo com Narciso *et al.* (2017), existem inúmeras espécies de plantas silvestres no planeta que possuem variadas atribuições, dentre elas, a de servir como alimento. Sendo essas denominadas Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC), as quais possuem uma ou mais partes com potencial alimentício, tais como raízes tuberosas, tubérculos, bulbos, talos, folhas, brotos, flores, frutos e sementes, entre outras (KINUPP; LORENZI, 2014).

Entre as espécies de plantas nativas do Brasil, encontra-se a munguba (*Pachira aquatica*), uma planta frutífera de porte médio e galhos grandes. A referida espécie apresenta frutos envoltos por uma cápsula lenhosa pesando em torno de 1 a 1,5 kg com a coloração marrom, contendo muitas sementes (castanhas), as quais podem ser consumidas *in natura*, torradas ou como farinha na elaboração de pães, bolos, entre outros produtos alimentícios (KINUPP; LORENZI, 2014).

Pesquisas realizadas indicam que a castanha da munguba possui potencial ação antioxidante devido ao seu conteúdo de compostos fenólicos totais e flavonoides, além de um alto teor de lipídios e proteínas (RODRIGUES *et al.*, 2019; DA SILVA *et al.*, 2020). Ainda, Coe *et al.* (2012) relatam o uso da munguba para o tratamento de diarreia, infecções, erupções cutâneas e feridas, diabetes e anemia. Todavia, as castanhas da munguba são subutilizadas para fins alimentícios, este fato pode ser explicado pelo escasso conhecimento da população sobre ser um fruto comestível e sobre o seu potencial nutricional e tecnológico.

Considerando a riqueza de nutrientes dos frutos da munguba, questiona-se quais ações biotecnológicas podem ser desenvolvidas para que haja o aproveitamento desses componentes e a valorização dessa planta regional, a fim de auxiliar a melhora da alimentação da população e lhe atribuir valor comercial.

Uma das alternativas para elevar o consumo, agregar valor e disseminar conhecimento sobre a castanha da munguba é a elaboração de produtos alimentícios a partir do seu

processamento. Sendo assim, a farinha da castanha de munguba pode ser um ingrediente alternativo às farinhas tradicionais para o desenvolvimento de produtos de panificação, como a elaboração de pão sem glúten.

O pão caracteriza-se como um dos alimentos mais consumidos no mundo, tendo como principais ingredientes a farinha oriunda do trigo, água, sal e fermento biológico, embora outras farinhas possam ser utilizadas. Ainda, pães elaborados com a farinha de trigo apresentam o glúten, componente esse formado principalmente pela glutenina e gliadina, responsáveis pela elasticidade da massa (NGEMAKWE; ROES-HILL; JIDEANI, 2014; ROBERTO; TEIXEIRA; DE CARVALHO, 2020).

A produção de pão sem glúten tem sido de grande relevância na indústria de alimentos, tendo em vista que deu-se início a fim de atender um público específico, como o de pessoas com doença celíaca, e, atualmente, é consumido pela população de modo geral (HASSAN; AKADER, 2014; PARZANESE *et al.*, 2017).

Portanto, é com base no contexto exposto, no qual a elaboração de um produto inovador pode contribuir na expansão da economia regional, diversificação da alimentação e na promoção da saúde e prevenção de doenças do consumidor que este trabalho tem por objetivo desenvolver distintas formulações de pão do tipo forma sem glúten com diferentes concentrações da farinha da castanha de munguba, bem como avaliar suas características físicas, físico-químicas, microbiológicas, compostos bioativos e ação antioxidante.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver formulação de pão sem glúten com diferentes concentrações da farinha da castanha de munguba, bem como avaliar suas características físicas, físico-químicas, microbiológicas, compostos bioativos e o potencial antioxidante durante seu armazenamento.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Elaborar a farinha da castanha de munguba;
- ✓ Definir o rendimento da farinha da castanha de munguba;
- ✓ Determinar a composição física e físico-química da farinha da castanha de munguba;
- ✓ Avaliar os compostos bioativos e atividade antioxidante da farinha da castanha de munguba;
- ✓ Desenvolver formulação de pão sem glúten com diferentes concentrações da farinha da castanha de munguba;
- ✓ Caracterizar os pães quanto as suas propriedades físicas e físico-químicas;
- ✓ Determinar os compostos bioativos e atividade antioxidante dos pães;
- ✓ Avaliar o potencial antioxidante da farinha sobre a oxidação lipídica dos pães elaborados durante o armazenamento;
- ✓ Analisar a qualidade microbiológica dos pães desenvolvidos.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 ALIMENTOS FUNCIONAIS

Atualmente, no segmento alimentício, a intenção de compra de um determinado produto por parte do consumidor vai além de apresentar um sabor agradável ao seu paladar. Fatores como as características sensoriais, embalagem, praticidade e aspectos nutricionais são decisivos para o sucesso do produto; com isso, um dos principais pilares para a manutenção das empresas alimentícias no mercado é a inovação, possibilitando vantagem competitiva, mantendo-se a frente dos seus concorrentes (BIASI *et al.*, 2018).

Dentre as inovações da indústria de alimentos, destacam-se nos últimos anos os grupos alimentares para fins dietéticos específicos (*light*, diet, baixo teor de gordura, sem glúten e sem lactose), que apresentam expressivo crescimento no mercado (cerca de 12,1%/ano) em relação aos outros grupos e os denominados alimentos funcionais (GRANATO *et al.*, 2020; NUNES *et al.*, 2020).

O conceito de “alimentos funcionais” foi estabelecido a princípio no Japão, por volta da década de 80, sendo esse termo atribuído aos alimentos processados que apresentam em sua composição componentes com propriedades funcionais específicas além das propriedades nutricionais básicas, recebendo em 1991 a sigla FOSHU (Foods for Specified Health Use), em tradução literal: “Alimentos para uso específico de saúde” (MORAES; COLLA, 2006). Segundo Cañas e Braibante (2019), o interesse a cerca dos alimentos funcionais no Brasil surgiu por volta da década de 90.

Entre os fatores que levam os consumidores a buscar por alimentos saudáveis com potencial funcional encontram-se a preocupação com uma alimentação nutritiva e que promova a saúde e previna doenças (DA SILVA; ORLANDELLI, 2019). Os alimentos funcionais podem atuar reduzindo os riscos de patologias como câncer, diabetes tipo 2, hipertensão arterial, Alzheimer, dislipidemia, doenças ósseas, inflamatórias e intestinais (GRANATO *et al.*, 2020; VIDAL *et al.*, 2012).

Vale ressaltar que os alimentos funcionais não devem ser utilizados para substituir medicamentos, pois não apresentam o potencial de curar doenças; para que o referido grupo alimentar possa apresentar efeito benéfico ao organismo, deve-se consumir regularmente associado a uma alimentação saudável (VIDAL *et al.*, 2012).

3.2 PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANC)

O sistema agroalimentar, atualmente, está predominantemente ligado ao cultivo e consumo de poucas espécies vegetais, resultando em um padrão alimentar monótono, muitas vezes não contemplando todos os nutrientes básicos para o corpo humano (SARTORI *et al.*, 2020). Dentre as espécies vegetais subutilizadas, encontram-se as Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC), sendo sua utilização na alimentação humana de grande importância para a soberania alimentar e diversificação de nutrientes na alimentação (PADILHA *et al.*, 2020).

As PANC são definidas como espécies de plantas cujas partes como tubérculos, raízes, rizomas, folhas, talos, flores, frutos e sementes são aptos para serem incluídos na alimentação, contudo seu consumo não é conhecido em determinadas localidades (PADILHA *et al.*, 2020; BIONDO *et al.*, 2018).

Em algumas regiões determinada espécie não é considerada PANC, pois o seu consumo e de suas partes ocorre de forma habitual, enquanto que em outras regiões a mesma espécie pode ser conceituada como PANC, haja vista que seu consumo e de suas partes não é de conhecimento da população. Logo, o emprego do termo “Não Convencional” não se relaciona a planta em si, o mesmo é relativo à regionalidade e à cultura (BEZERRA; DE BRITO, 2020).

Dentre os fatores responsáveis pela subtutilização dessas espécies, estão a competição no mercado com espécies convencionais, aspectos econômicos, sociais e culturais, transição nutricional e, especialmente, a falta de informação acerca do seu conteúdo nutricional (BIONDO *et al.*, 2018).

A maioria das espécies de PANC não são cultivadas, crescem espontaneamente na natureza, muitas vezes sendo reconhecidas por termos como “mato”, “plantas do mato”, “ervas daninhas”, “pragas”, entre outras denominações; essas plantas são altamente adaptáveis em virtude da sua variação genética (LIBERATO; DE LIMA; DA SILVA, 2019; JUNQUEIRA; PERLINE, 2019).

Além de fornecer informações acerca das propriedades nutricionais dessas plantas, é necessário realizar ações de conscientização sobre estilo de vida mais saudáveis e valorização dos recursos vegetais locais, para então agregar valor de mercado e aumentar o consumo (LEAL; ALVES; HANAZAKI, 2018). Outra estratégia é o desenvolvimento de produtos alimentícios, a fim de demonstrar as diversas possibilidades de consumo além da sua forma *in natura*.

Em um estudo realizado por De Oliveira *et al.* (2019) com agricultores familiares, todos os entrevistados relataram que a forma do consumo de PANC dá-se por meio dos familiares,

passando de geração em geração; ainda, os agricultores revelaram que o seu consumo acontece por serem benéficas para a saúde e por possuir ação medicinal.

De fato algumas espécies de PANC apresentam as ações supramencionadas, devido a sua composição de nutrientes básicos e propriedades com potencial medicinal, tornando-as importantes para uma alimentação e estilo de vida mais saudável, além de atuar no tratamento de doenças infecciosas e inflamatórias (SARTORI *et al.*, 2020; PEISINO *et al.*, 2020).

3.3 MUNGUBA

A Munguba (*Pachira aquática*), pertence à família Bombacaceae e é nativa do sul do México à Guiana e Norte do Brasil (OLIVEIRA *et al.*, 2000), é conhecida por diferentes nomes populares no Brasil, alguns deles são “monguba”, “cacau-selvagem”, “castanheiro-do-maranhão”, “falso-cacau” e “mamorana”. É uma planta frutífera de porte médio e galhos grandes, que como seu próprio nome diz, é oriunda de regiões alagadas, preferindo as margens de rios e lagoas, contudo, tem a capacidade de adaptar-se a regiões secas, sendo muito encontrada como planta de arborização em centros urbanos de cidades nordestinas (PESCE, 2009; SILVA *et al.*, 2012).

O seu fruto apresenta a forma de uma cápsula ovalada lenhosa e com a coloração castanho escura/arruivada semelhante a ferrugem, que se abre quando madura e contém, geralmente, entre 18 e 40 sementes/castanhas (Figura 1); essas castanhas são oleaginosas, esbranquiçadas, recobertas com uma película que tem como característica uma consistência esponjosa e apresentam quantidade significativa de proteínas e quando secas são compostas de 10% de casca e 90% de castanha (PESCE, 2009; SILVA *et al.*, 2012; SILVA; BORA; DE AZEVEDO, 2010).

Figura 1 – Fruto da *Pachira aquática*.



No que se refere ao consumo dessas castanhas, as mesmas podem ser consumidas cruas, cozidas, torradas, apresentando sabor característicos de amendoim/castanha (OLIVEIRA *et al.*, 2000; PESCE, 2009). No entanto, de modo geral, a *Pachira aquatica* é pouco utilizada pela população brasileira, não ganhando importância para exploração econômica (SILVA; BORA; DE AZEVEDO, 2010), podendo ser classificada como uma PANC.

Dentre as outras funcionalidades encontradas na literatura para a utilização das castanhas de *Pachira aquatica*, encontra-se o seu potencial fungicida, que segundo Souza e seus colaboradores (2014), foi encontrado no extrato etanólico obtido das castanhas, apresentando ação inibitória e toxicidade sobre o crescimento de *Fusarium sp.*, sugerindo boas perspectivas para seu uso no controle biológico deste microorganismo.

Além disso, o óleo é empregado na fabricação de sabão, embora pudesse ser refinado para fins alimentícios (PESCE, 2009). Rodrigues *et al.* (2019) atribuem, parcialmente, às castanhas de *Pachira aquatica* o potencial antioxidante devido ao seu conteúdo de compostos fenólicos.

De acordo com Pantoja *et al.* (2020), a *Pachira aquatica* também é utilizada para fins medicinais pela comunidade ribeirinha do estado do Pará, levando o nome de “mamorana”; entre as finalidades encontram-se o uso para dor de ouvido, controle do diabetes mellitus, inflamação e hematomas nos olhos, conjuntivite, colesterol, entre outras aplicações. No leste da Nicarágua a munguba também é aplicada para fins medicinais como o tratamento de diarreia, diabetes, erupções cutâneas e feridas, infecções e anemia (COE *et al.*, 2012).

3.4 PÃO

Os produtos de panificação apresentam papel importante na nutrição humana, haja vista que são consumidos em grandes quantidades diariamente. Entre esses produtos, o pão é um dos mais consumidos, o seu uso na dieta humana é datado há milênios, encontrando-se registros na Mesopotâmia e Egito na época de construção das pirâmides (CAROCHO *et al.*, 2020).

De acordo com a ANVISA (BRASIL, 2005), pão define-se como: “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 [...]”. Segundo pesquisa realizada por Sajdakowska *et al.* (2019) com um grupo de 1.014 consumidores polacos adultos com mais de 21 anos, os motivos mais importantes que os levam a escolher um pão é a frescura, sabor e naturalidade, outros fatores

apontados foram os benefícios para a saúde, preço, familiaridade com o produto, aparência, entre outros.

Entre os diversos tipos de pães, o pão branco é o mais popular, embora no contexto atual, esse tipo de formulação venha sendo substituída por formulações enriquecidas com fibras alimentares e componentes funcionais (DE OLIVEIRA *et al.*, 2020). Um dos motivos para essa mudança é a tendência de mercado e escolha do consumidor por dietas sem glúten (CAROCHO *et al.*, 2020).

O glúten presente no pão de trigo pode causar diarreia, emagrecimento, desnutrição, anemia, osteopenia e irritabilidade em consumidores com doença celíaca sensíveis ao glúten, o qual é formado pelas proteínas gliadina e glutenina quando misturadas com água (KOURKOUTA *et al.*, 2017).

A partir disso, o uso de diferentes farinhas alternativas ao trigo está se tornando predominante em produtos de panificação, seja pela busca dos consumidores por alimentos mais saudáveis, bem como pela própria indústria, em busca inovação tecnológica para aumentar a competitividade e lucros (CAROCHO *et al.*, 2020). Alguns tipos de pão, como os que têm alto teor de fibras, potencializam a ação do sistema digestivo, ainda, boa parte dos pães apresentam em sua composição nutricional proteína vegetal, baixo teor de gordura, vitaminas B, vitamina E, ferro, potássio, cálcio e selênio (KOURKOUTA *et al.*, 2017).

3.5 OXIDAÇÃO LIPÍDICA

Os lipídios são importantes componentes dos alimentos e de grande parte dos sistemas biológicos. Eles apresentam diversas funções, entre elas: fonte de energia, nutrientes lipossolúveis, ácidos graxos essenciais e componentes estruturais; e quando presentes em produtos alimentícios lhes conferem sabor e textura (GUO *et al.*, 2020). Esse grupo de macronutrientes provém de oleaginosas, frutas, algas, animais terrestres, peixes, entre outras fontes; e pode-se referir a diversificados compostos como os triacilgliceróis, fosfolipídios, ácidos graxos, esteróis, entre outros (SHAHIDI; ZHONG, 2010).

A partir dos lipídios que compõem os alimentos, a oxidação lipídica é uma das principais reações químicas responsáveis pela deterioração de um alimento, resultando em alterações do valor nutricional, do sabor (ranço), deterioração da aparência e da textura do alimento, desestabilização de emulsões e formação de compostos potencialmente tóxicos (SCHAICH, 2020; MARIUTTI; BRAGAGNOLO, 2009), o que afeta a comercialização desses produtos por tornar-los impróprios para o consumo e serem rejeitados pelo consumidor.

A oxidação ocorre devido a fatores como autooxidação, fotooxidação e oxidação enzimática, gerando uma reação em cadeia envolvendo estágios como iniciação, propagação e terminação, havendo a necessidade da presença de oxigênio, geralmente envolvendo radicais livres e/ou outras espécies reativas de oxigênio, sendo a concentração mínima de oxigênio variável entre diferentes tipos de alimentos (O'CONNOR; O'BRIEN, 2006; YANG *et al.*, 2018; DE LIMA JÚNIOR *et al.*, 2013).

O controle da oxidação pode ocorrer através do uso de antioxidantes que atuam por diferentes vias, como a inibição de enzimas pró-oxidantes e do oxigênio singlete, desintoxicação enzimática e estabilização de espécies reativas de oxigênio, quelação de metais de transição e filtração UV (LAGUERRE; LECOMTE; VILLENEUVE, 2007). Entre as estratégias para inibir os problemas provenientes da oxidação lipídica, a indústria de alimentos tem utilizado amplamente antioxidantes sintéticos, bem como o crescente uso de antioxidantes naturais (O'CONNOR; O'BRIEN, 2006; LOBO *et al.*, 2010).

3.6 ANTIOXIDANTES

Os alimentos os quais ingerimos na nossa dieta podem nos fornecer além dos seus nutrientes essenciais para a manutenção da nossa vida, componentes que apresentam ações específicas no nosso organismo, assim promovendo diversos benefícios para a nossa saúde, os quais podemos citar os compostos fenólicos (SHAHIDI; PENG; 2018). Estes componentes dos alimentos têm demonstrado importante papel como agentes antioxidantes, logo, uma alimentação rica em compostos antioxidantes é de fundamental importância para manter a homeostase do organismo (MOSCA; SANCHES; COMUNE, 2017).

A importância dos antioxidantes para a vida humana dá-se devido a produção de radicais livres e espécies reativas de oxigênio produzidos naturalmente pelo organismo, os quais são essenciais para algumas funções do organismo, como a sinalização celular, que em condições normais não são prejudiciais, mas quando há a presença excessiva, pode contribuir para o surgimento de diversas desordens e enfermidades (LOURENÇO; MOLDÃO-MARTINS; ALVES, 2019; MOSCA; SANCHES; COMUNE, 2017). O organismo humano apresenta meios de defesa antioxidante contra esse desequilíbrio de radicais, podendo ser de origem endógena (produção de antioxidantes) ou exógena (antioxidantes através da alimentação) neutralizando-os (SOARES *et al.*, 2015).

Esse desequilíbrio tem grande envolvimento na patogênese e agravamento de algumas enfermidades, como em doenças neurodegenerativas, doenças inflamatórias intestinais, úlcera

gástrica, câncer, doenças cardiovasculares, diabetes mellitus e hipercolesterolemia (AHER *et al.*, 2011; SOARES *et al.*, 2015; YANG *et al.*, 2018).

Além da importância à vida humana, os antioxidantes, sejam eles naturais ou sintéticos, são importantes estratégias, quando usados em produtos alimentícios, para prevenir ou retardar a deterioração dos mesmos, por exemplo, devido a oxidação, que podem levar à perda de nutrientes, geração de sabores indesejáveis nos alimentos (rancidez) ou a até mesmo a produção de substâncias tóxicas (LOURENÇO; MOLDÃO-MARTINS; ALVES, 2019).

Grande parte dos compostos naturais com potencial antioxidantes são originários de fontes vegetais (YANG *et al.*, 2018). Entre os grupos de antioxidantes, os compostos fenólicos são importantes componentes naturais. Este grupo inclui os ácidos fenólicos, estilbenos, flavonóides e lignanas, os quais atuam como sequestrantes de radicais livres, quelantes de metais e agentes redutores, além da interação com outros agentes antioxidantes (SHAHIDI; ZHONG, 2010).

Os compostos fenólicos, constituídos pelos ácidos fenólicos, flavonóides, cumarinas, lignanas, ligninas, entre outros, além de serem um dos principais grupos responsáveis pela ação antioxidante, são responsáveis por fornecer a adstringência, cor e amargor ao fruto (SHAHIDI; PENG; 2018; SOARES *et al.*, 2015). Diversos extratos de plantas tem ganhando notoriedade no setor alimentício devido a sua composição de compostos fenólicos, sendo investigados para a aplicação não só na indústria alimentícia, bem como na cosmética e farmacêutica (SHAHIDI; ZHONG, 2010).

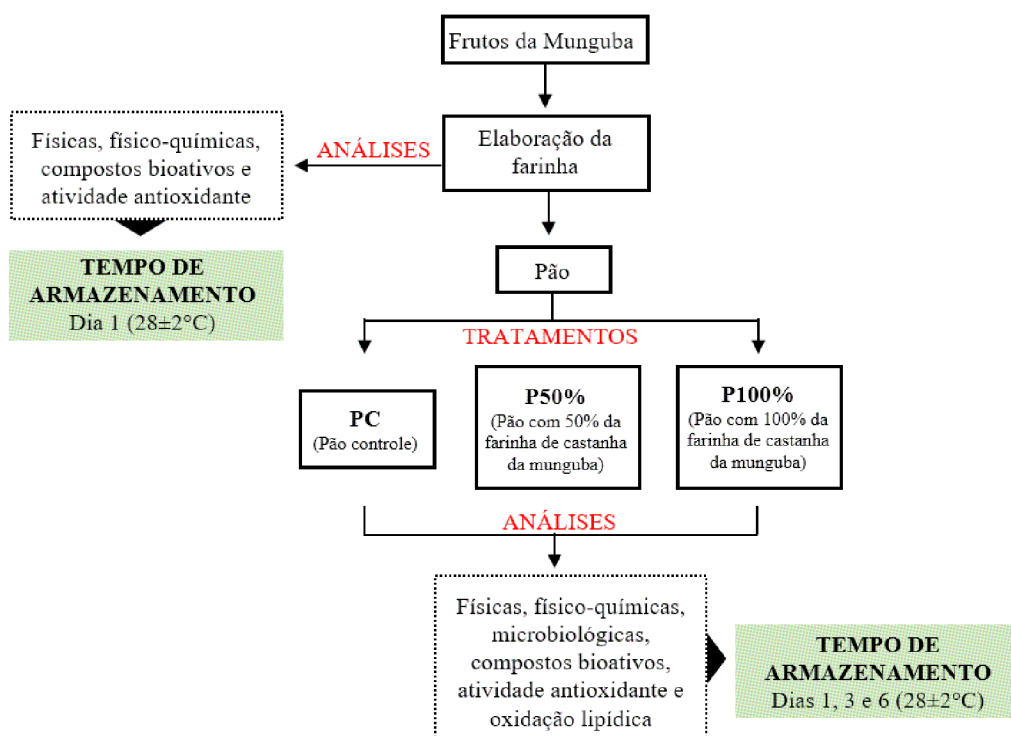
4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATÉRIA-PRIMA, INGREDIENTES, LOCAL DE EXECUÇÃO E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

As castanhas da munguba (*Pachira aquatica*) foram obtidas em espaço público de Cuité, município localizado no estado da Paraíba, Brasil (6° 29' 08.4" S, 36° 09' 30.1" O); os demais ingredientes utilizados para a elaboração dos pães foram adquiridos do comércio local da referida cidade e armazenados em temperatura ambiente até a fabricação dos pães ocorrida no dia subsequente.

A elaboração da farinha da castanha de munguba (FCM) e dos pães foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA/CES/UFCG), as análises das características físicas, físico-químicas, compostos bioativos, oxidação lipídica e atividade antioxidante foram realizadas no Laboratório de Bromatologia (LABROM/CES/UFCG), exceto a análise de proteína, sendo esta realizada no Laboratório de Bromatologia da Universidade Federal da Paraíba (LABROM/UFPB). Quanto as análises microbiológicas, foram executadas no Laboratório de Microbiologia (LABMA/CES/UFCG). Sendo possível visualizar o delineamento experimental na Figura 2.

Figura 2 – Delineamento experimental da pesquisa.



Para o processamento dos pães foram aplicados 3 tratamentos distintos, sendo:

- **PC:** Pão controle sem adição da farinha da castanha de munguba;
- **P50%:** Pão adicionado de 50% da farinha da castanha de munguba;
- **P100%:** Pão adicionado de 100% da farinha da castanha de munguba.

Os produtos elaborados foram analisados em triplicata. A farinha foi avaliada no dia 1 e os pães foram avaliados nos dias 1, 3 e 6 de armazenamento, com início após 24h da fabricação, ambos sob temperatura ambiente ($28\pm 2^{\circ}\text{C}$).

4.2 OBTENÇÃO E RENDIMENTO DA FARINHA DA CASTANHA DE MUNGUBA (FCM)

Para obtenção da farinha foram coletados cerca de 2,5 kg de castanhas da munguba no período de março a maio de 2021. Após a coleta, as castanhas foram selecionadas manualmente e descascadas (separação da película da castanha). A seguir, as castanhas e as películas foram higienizadas em água corrente e sanitizadas por imersão em solução de hipoclorito de sódio (200 ppm) por 15 minutos. Em seguida, foram enxaguadas em água potável e dispostas em bandejas de aço inox, sendo levadas para a secagem em estufa de ar forçado (Biopar, modelo S480 AD, Porto Alegre – RS, Brasil) na temperatura de $50\pm 2^{\circ}\text{C}$, para melhor conservação dos compostos fenólicos (FARIAS, 2016), durante 24 horas.

Após esse procedimento, as castanhas e as películas foram resfriadas sob temperatura ambiente de $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ por 8 horas para o melhor processamento da farinha, visto que em temperatura mais elevada (pós secagem) a castanha apresenta maior facilidade em liberar óleo. Posteriormente foram trituradas em liquidificador doméstico (Mondial, modelo Power Red Filter, Conceição do Jacuípe - BA, Brasil) e tamisadas com auxílio de uma peneira doméstica a fim de obter uma farinha fina e uniforme. Posteriormente, a farinha foi pesada e armazenada em saco de polipropileno estéril e armazenado em freezer convencional a $-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ até o momento das análises e elaboração dos pães.

Para o rendimento da FCM foi utilizada a seguinte equação (SANTOS *et al.*, 2010):

$$R = \frac{F}{C} \cdot 100$$

Sendo:

R = rendimento (%)

F = quantidade de farinha obtida

C = quantidade de castanha de munguba utilizada

4.3 ELABORAÇÃO DO PÃO

Foram elaboradas 3 formulações de pães sem glúten (Tabela 1) codificadas de acordo com as especificações descritas no item 4.1. O processamento dos pães teve início com a pesagem dos ingredientes em uma balança semianalítica, em seguida, os ingredientes foram homogeneizados, iniciando pela mistura dos secos e posteriormente com a adição dos demais ingredientes.

Tabela 1 – Ingredientes das formulações dos pães.

INGREDIENTES	FORMULAÇÕES		
	PC	P50%	P100%
Farinha da castanha de munguba (g)	-	80	160
Farinha de amêndoas (g)	160	80	-
Fécula de mandioca (g)	40	40	40
Fécula de batata (g)	40	40	40
Açúcar demerara (g)	60	60	60
Goma xantana (g)	6	6	6
Psyllium (g)	4	4	4
Fermento biológico instantâneo (g)	6	6	6
Sal (g)	5	5	5
Manteiga (g)	60	60	60
Ovos (g)	150	150	150
Água (mL)	100	100	100

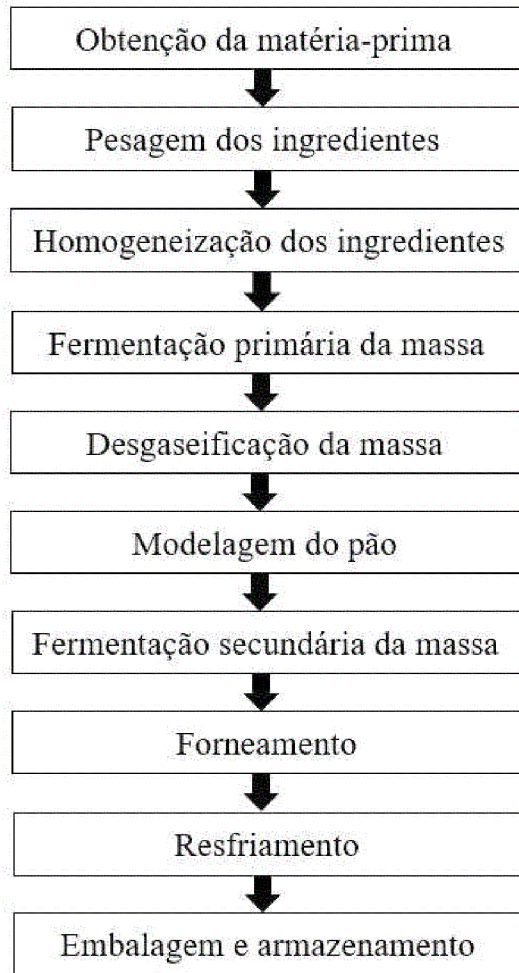
PC - pão controle sem adição da farinha da castanha de munguba; P50% - pão adicionado de 50% da farinha da castanha de munguba; P100% - pão adicionado de 100% da farinha da castanha de munguba. Fonte: Próprio Autor (2022).

Seguidamente, a massa homogeneizada foi reservada sob temperatura ambiente de $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ para a fermentação primária por 30 minutos. Após a realização da fermentação primária, desgaseificou-se a massa pressionando-a, brevemente, de forma suave, sendo posteriormente modelada para dar formato aos pães. A massa modelada passou por uma segunda fermentação sob temperatura ambiente de $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 60 minutos.

Após a fermentação, a massa foi forneada a uma temperatura de 180°C por 40 minutos. Por fim, após forneamento, os pães foram resfriados em temperatura ambiente de $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ sobre grade de resfriamento, seguidamente embalados em saco de polipropileno estéril e armazenados

sob temperatura ambiente de $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ até o momento da realização das análises que iniciaram após 24 da fabricação. O fluxograma do processamento do pão pode ser visualizado na Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma do processamento do pão.



Fonte: Próprio Autor (2022).

4.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DA FARINHA DA CASTANHA DE MUNGUBA E DOS PÃES ELABORADOS

As análises físicas e físico-químicas foram realizadas na farinha da castanha de munguba e nas diferentes formulações do pão sem glúten. A umidade foi determinada por secagem em estufa (Medclave, modelo n° 4, Brasil) estabilizada a 105°C , o teor de cinzas foi avaliado por incineração em forno mufla (JUNG, modelo 0612, Blumenau - SP, Brasil) estabilizado a 405°C , a atividade de água foi determinada utilizando AQUALAB (DECAGON, modelo AQUALAB 4TE, USA), o pH foi estabelecido por pHmetro digital (GEHAKA, modelo

PG1800, São Paulo - SP, Brasil) e a acidez foi determinada por titulação com hidróxido de sódio a 0,1N de acordo com a *Association of Official Analytical Chemists* – AOAC (2016).

A determinação da proteína foi realizada em destilador de nitrogênio (SOLAB, modelo SL-74, Piracicaba – SP, Brasil) (AOAC, 2016), os lipídeos foram determinados pelo método de Folch, Less e Sloane-Stanley (1957) e o teor de carboidratos foi obtido pela diferença entre o total da amostra (100%) e os teores de proteína, lipídios, umidade e cinzas. O valor calórico foi calculado a partir dos teores da fração proteica, lipídica e de carboidratos, utilizando-se os coeficientes específicos que levam em consideração o calor de combustão 4, 9 e 4 kcal, respectivamente, segundo Dutra de Oliveira e Marchini (1998).

4.5 CARACTERIZAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS

As análises de compostos fenólicos totais (CFT) e flavonoides totais (FT) foram realizadas na farinha da castanha de munguba e nas diferentes formulações de pão sem glúten.

Para quantificar os compostos bioativos da farinha e dos pães foi obtido um extrato das formulações. Inicialmente foi pesado 2g de cada amostra em uma balança analítica (RADWAG) com auxílio de um becker e adicionado 15 mL de metanol a 80%, sendo essa mistura submetida a agitação em chapa aquecedora por 20 minutos sem a utilização de temperatura.

Em seguida, a mistura foi acondicionada em tubos falcom e centrifugada por 10 minutos a 3000 g em centrífuga (Novatecnica[®]). Logo após, a fase superior foi vertida em uma proveta graduada e o volume obtido foi completado para 15 mL com metanol a 80%. Por fim, os extratos obtidos foram novamente adicionados em tubos falcom devidamente codificados, cobertos com papel alumínio e armazenados a $-18 \pm 1^\circ\text{C}$ até o momento das análises.

4.5.1 Determinação dos Compostos Fenólicos Totais

Para determinar o teor de compostos fenólicos totais foi utilizado o método de Folin-Ciocalteu descrito por Liu *et al.* (2002) com algumas modificações. Sumariamente, 250 μL de cada extrato (farinha e pães) foram misturados em tubo de ensaio com 1250 μL do reagente Folin-Ciocalteu 10%. As soluções foram agitadas em vórtex e armazenadas em temperatura ambiente ($23 \pm 1^\circ\text{C}$) na ausência da luz por 6 minutos.

Seguidamente, adicionou-se 1000 μL da solução de carbonato de sódio a 7,5%. A mistura foi levada ao banho maria a uma temperatura de $50 \pm 1^\circ\text{C}$, durante 5 min. Após, a absorbância foi medida a 765 nm utilizando espectrofotômetro. Realizou-se um branco com a ausência dos

extratos para zerar o espectrofotômetro. O teor de compostos fenólicos totais foi determinado a partir da utilização de uma curva padrão preparada com ácido gálico. Os resultados foram expressos em mg de equivalentes de ácido gálico (EAG) por cem gramas de amostra (mg EAG/100 g).

4.5.2 Determinação de Flavonoides Totais

O conteúdo de flavonoides totais foi determinado a partir da metodologia de Zhishen, Mengcheng e Jianming (1999). Uma alíquota de 0,5 mL dos extratos (farinha e pães) foram adicionados a 2 mL de água destilada em um tubo de ensaio. Posteriormente, foi adicionado 150 µL de nitrito de sódio a 5%. Após 5 min, 150 µL de cloreto de alumínio a 10% foram adicionados e, após 6 min, 1 mL de hidróxido de sódio a 1M, seguido pela adição de 1,2 mL de água destilada.

A absorvância da amostra foi medida a 510 nm usando um espectrofotômetro contra um branco na ausência dos extratos. O teor de FT dos extratos foi determinado usando uma curva padrão de equivalentes de catequina (EC). Os resultados foram expressos em mg de EC por cem gramas de amostra (mg EC/100 g).

4.6 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Previamente, para a determinação da atividade antioxidante da farinha e dos pães, foi obtido um extrato das formulações como descrito no item 4.5.

4.6.1 Atividade Antioxidante - Método FRAP

Para determinação da atividade antioxidante através do método da capacidade redutora de ferro (FRAP) foi utilizada metodologia descrita por Benzie e Strain (1996), adaptada por Pulido, Bravo e Saura-Calixto (2000). O reagente FRAP foi preparado somente no momento da análise, através da mistura de 11 mL de tampão acetato (0,3 M, pH 3,6), 1,1 mL de solução TPTZ (10 mM em HCl 40 mM) e 1,1 mL de solução aquosa de cloreto férrico (20 mM).

Para a análise, 200 µL dos extratos (da farinha e dos pães) foram adicionados a 1800 µL do reagente FRAP em um tubo de ensaio e levados ao banho maria a 37±1°C por 30 minutos. Para cada extrato elaborado foi realizado uma amostra em branco, sem adição do extrato. Após esses procedimentos, as absorvâncias foram medidas em espectrofotômetro a 593 nm. Para determinar

a atividade antioxidante (FRAP) dos extratos foi utilizada curva de calibração com Trolox e os resultados foram expressos em μmol de trolox por 100 gramas de amostra ($\mu\text{mol ET}/100\text{g}$).

4.6.2 Atividade Antioxidante - Método ABTS⁺

Para a execução do método ABTS foi utilizada a metodologia de Surveswaran *et al.* (2007) contendo algumas modificações. Iniciou-se com a formação do radical ABTS através da reação da solução ABTS⁺ a 7 mM com a solução de persulfato de potássio 140 mM incubados a temperatura de 25°C, no escuro durante 12-16 horas. Após formado o radical, o mesmo foi diluído em água destilada até obter o valor de absorvância de 0,800 ($\pm 0,020$) a 734 nm. A partir de cada extrato (da farinha e dos pães) foram preparadas quatro diluições diferentes, em triplicatas. Em ambiente escuro foi transferido para um tubo de ensaio uma alíquota de 100 μL dos extratos e adicionado 500 μL do radical ABTS.

Após os procedimentos anteriormente expostos, os tubos de ensaio foram mantidos na ausência de luz por 6 minutos. Em seguida, foi realizada a leitura a 734 nm em espectrofotômetro. Também foi feita uma solução “controle” que consistiu em uma alíquota de 100 μL do solvente extrator dos extratos adicionada de 500 μL do radical ABTS. A solução “branco” foi o solvente extrator de cada extrato, utilizada para zerar o espectrofotômetro. Como referência, foi utilizado o Trolox e os resultados expressos em μmol de trolox por grama de amostra ($\mu\text{mol ET}/\text{g}$).

4.7 DETERMINAÇÃO DA OXIDAÇÃO LIPÍDICA

4.7.1 Teste das Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)

O nível de oxidação lipídica na farinha e nos pães foi mensurado através do teste com o ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) de acordo com metodologia descrita por Raharjo, Sofos e Schmidt (1992). O reagente ácido 2-tiobarbitúrico foi preparado no momento das análises através da mistura de 0,13 g de ácido tiobarbitúrico, 10 mL de ácido acético a 50% e 0,5 g de hidróxido de sódio em micropérolas, que foram agitadas em chapa aquecedora até o momento de sua utilização.

Para a análise das formulações, inicialmente foram pesados em uma balança analítica 2 g da farinha e das formulações de pão trituradas em tubo falcon. Em seguida foram adicionados 100 μL de BHT a 0,15% e 8 mL de TCA a 5% em cada uma das amostras, que foram agitadas

em um vórtex para homogeneização. Logo após, as amostras foram submetidas a filtragem com auxílio de papel filtro 125 mm e uma proveta graduada.

Sequencialmente, o filtrado obtido foi completado para obter 10 mL com TCA a 5%, sendo transferido para um tubo falcon. A seguir, 500 µL de cada amostra foram misturados com 500 µL do ácido tiobarbitúrico em tubos de ensaio codificados, a mistura obtida foi levada ao banho maria a uma temperatura de $40\pm 1^\circ\text{C}$ durante 80 minutos. Em seguida a absorbância foi medida a 531 nm utilizando espectrofotômetro.

Um “branco” foi preparado nas mesmas condições, porém, sem a presença das amostras para zerar o espectrofotômetro. Para a quantificação de malonaldeído foi feita uma curva de calibração com concentrações conhecidas de malonaldeído (MA), utilizando o padrão 1,1,3,3-tetrametoxipropano (TMP). Os resultados foram expressos em mg de MA/Kg de amostra.

4.8 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas de controle de qualidade dos pães foram realizadas de acordo com a metodologia descrita pela *American Public Health Association* (APHA, 2015). Sendo realizadas análises de *Salmonella* sp, Coliformes a 45°C , bolores e leveduras e contagem de microrganismos mesófilos (BRASIL, 2019).

4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos como uma média dos dados obtidos. Os resultados foram analisados com testes de estatística descritiva (média e desvio padrão) e análise de variância (ANOVA) seguida de teste de Tukey para determinação de diferenças significativas entre as médias, considerando o nível de significância de 95% ($p\leq 0,05$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes aos resultados e discussões da presente dissertação serão apresentados a seguir sob forma de artigo científico, o qual, posteriormente, será submetido para Revista Qualis A1 na área de Biotecnologia e Ciência dos Alimentos. A formatação do artigo de acordo com as normas da revista ocorrerá após a tradução para o idioma inglês.

Ressalta-se que esta pesquisa resultou em um depósito de patente de invenção ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), tendo como título “Pão adicionado da farinha das sementes de monguba” (Anexo A).

REFERÊNCIAS

- AHER, V. D. *et al.* Antioxidants as immunomodulator: an expanding research avenue. **International Journal of Current Pharmaceutical Research**, v. 3, n. 1, p. 8-10, 2011.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 20. ed. Gaithersburg: Maryland, 2016.
- APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 5. ed. Washington: Armer Public Health assn, 2015. 995 p.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 184, p. 368-369, 22 set. 2005. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_263_2005.pdf/d6f557da-7c1a-4bc1-bb84-fddf9cb846c3?version=1.0. Acesso em: 11 out. 2021.
- BENZIE, I. F. F; STRAIN, J. J. Ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, vol. 239, n. 1, p. 70-76, 1996.
- BEZERRA, J. A.; DE BRITO, M. M. Potencial nutricional e antioxidantes das Plantas alimentícias não convencionais (PANCs) e o uso na alimentação: Revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, 2020.
- BIASI, N. B. *et al.* Inovação como vantagem competitiva na indústria alimentícia. **Revista da FAE**, Curitiba, v. 21, n. 2, p. 7-20, jul./dez. 2018. Disponível em: <https://revistafae.fae.edu/revistafae/article/view/543/473>. Acesso em: 27 nov. 2021.
- BIONDO, E. *et al.* Diversidade e potencial de utilização de plantas alimentícias não convencionais ocorrentes no Vale do Taquari, RS. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 4, n. 1, p. 61-90, 2018. Disponível em: <http://revista.uergs.edu.br/index.php/revuergs/article/view/1005>. Acesso em: 1 dez. 2021.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 331, de 23/12/2019. Regulamento Técnico Sobre os Padrões de Microbiologia Para Alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 26/12/2019. p. 96, 2019.
- CAÑAS, G. J. S.; BRAIBANTE, M. E. F. A Química dos Alimentos Funcionais. **Química nova escola**, São Paulo, v. 41, n. 3, p. 216-223, ago. 2019.
- CAROCHO, M. *et al.* Comparison of Different Bread Types: Chemical and Physical Parameters. **Food Chemistry**, v. 310, abr. 2020.
- COE, F. G. *et al.* The good and the bad: Alkaloid screening and brineshrimp bioassays of aqueous extracts of 31 medicinal plants of eastern Nicaragua. **Pharmaceutical Biology**, v. 50, n. 3, p. 384-392, 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22117166/>. Acesso em: 4 dez. 2020.

- DA SILVA, V. S.; ORLANDELLI, R. C. Desenvolvimento de alimentos funcionais nos últimos anos: uma revisão. **Revista UNINGÁ**, Maringá, v. 56, n. 2, p. 182-194, abr./jun. 2019. Disponível em: <http://revista.uninga.br/index.php/uninga/article/view/1110>. Acesso em: 2 out. 2020.
- DA SILVA, S. M. T. *et al.* Caracterização físico-química, compostos bioativos e atividade antioxidante de amêndoas de *Pachira aquatica* Aublet. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, 2020.
- DE LIMA JÚNIOR, D. M. *et al.* Oxidação lipídica e qualidade da carne ovina. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 7, n. 1 p. 14-28, 2013.
- DE OLIVEIRA, A. L. A.; DA CRUZ, F. T.; SCHNEIDERC, S. Sustentabilidade e escolhas alimentares: por uma biografia ambiental dos alimentos. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 146-158, abr. 2019.
- DE OLIVEIRA, H. A. B. *et al.* Hábitos e culturas alimentares no consumo de hortaliças não convencionais por agricultores familiares. **Revista Agrária Acadêmica**, v. 2, n. 3, p. 17-32, maio/jun. 2019.
- DE OLIVEIRA, I. M. *et al.* Utilização de farinhas alternativas em produtos de panificação: uma revisão literária. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, 2020.
- DUTRA-DE-OLIVEIRA, J. E.; MARCHINI, J. S. **Ciências nutricionais**. São Paulo: Sarvier, p. 133- 165, 1998.
- FARIAS, S. M. O. C. **Avaliação da Secagem em Diferentes Temperaturas sobre o Teor de Licopeno, Carotenoides Totais, Compostos Fenólicos e Propriedades Tecnológicas do Resíduo Sólido do Beneficiamento da Goiaba (*Psidium Guajava*)**. 2016. 136 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2016.
- FOLCH, J., LESS, M., SLOANE-STANLEY, G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, n. 1, p. 497-509, 1957.
- GRANATO, D. *et al.* Functional Foods: Product Development, Technological Trends, Efficacy Testing, and Safety. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 11, n. 1, p. 93-118, 2020.
- GUO, Y. *et al.* Synthesis, physicochemical properties, and health aspects of structured lipids: A review. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, v. 19, n. 2, p. 759-800, 2020.
- HASSAN, K.; A-KADER, H. Celiac disease: the search for adjunctive or alternative therapies. **Expert Review of Gastroenterology & Hepatology**, v. 8, n. 3, p. 313-321, 2014.

- JUNQUEIRA, A. H.; PERLINE, E. A. Gosto, ideologia e consumo alimentar: práticas e mudanças discursivas sobre Plantas Alimentícias Não Convencionais – PANC. **Cadernos de Linguagem e Sociedade**, v. 20, n. 2, p. 17-35, 2019.
- KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014. 768 p.
- KOURKOUTA, L. *et al.* Bread and Health. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 5, n. 11, p. 821-826, 2017.
- LAGUERRE, M.; LECOMTE, J.; VILLENEUVE, P. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. **Progress in lipid research**, v. 46, n. 5, p. 244-282, 2007.
- LEAL, M. L.; ALVES, R. P.; HANAZAKI, N. Knowledge, use, and disuse of unconventional food plants. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 14, n. 6, 2018.
- LIBERATO, P. S.; DE LIMA, D. V. T.; DA SILVA, G. M. B. PANCs - Plantas Alimentícias Não Convencionais e seus benefícios nutricionais. **Environmental Smoke**, v. 2, n. 2, p. 102-111, 2019. Disponível em: <https://environmentalsmoke.com.br/index.php/EnvSmoke/article/view/64>. Acesso em: 17 dez. 2020.
- LIU, M. *et al.* Antioxidant and antiproliferative activities of raspberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 10, p. 2926-2930, 2002.
- LOURENÇO, S. C.; MOLDÃO-MARTINS, M.; ALVES, V. D. Antioxidants of Natural Plant Origins: From Sources to Food Industry Applications. **Molecules**, v. 24, n. 22, nov. 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6891691/>. Acesso em: 23 jun. 2021.
- MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N. A oxidação lipídica em carne de frango e o impacto da adição de sálvia (*Salvia officinalis*, L.) e de alho (*Allium sativum*, L.) como antioxidantes naturais. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, n. 1, p. 1-11, 2009.
- MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutraceuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 3, n. 2, p. 109-122, 2006. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/REF/article/view/2082>. Acesso em: 14 abr. 2021.
- MOSCA, S. S.; SANCHES, R. A.; COMUNE, A. C. A importância dos antioxidantes na neutralização dos radicais livres: uma revisão. **Revista saúde em foco**, p. 563-574, 2017.
- NARCISO, G. *et al.* Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) na gastronomia: A Capeba (*Pothomorphe Umbellata*) como base para elaboração de pratos. **Revista Pensar Gastronomia**, v. 3, n. 1, abr. 2017.
- NGEMAKWE, P. H. N.; ROES-HILL, M. L.; JIDEANI, V. A. Advances in gluten-free bread technology. **Food Science and Technology International**, v. 21, n. 4, p. 256-276, 2014.

Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1082013214531425>. Acesso em: 27 out. 2020.

NUNES, R. *et al.* Assessing global changing food patterns: A country-level analysis on the consumption of food products with health and wellness claims. **Journal of Cleaner Production**, v. 264, ago. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652620316607>. Acesso em: 13 jan. 2022.

O'CONNOR, T. P. O'BRIEN, N. M. Lipid Oxidation. **Advanced Dairy Chemistry**, v. 2, p. 557-600, 2006.

OLIVEIRA, J. T. A. *et al.* Composition and nutritional properties of seeds from *Pachira aquatica* Aubl, *Sterculia striata* St Hil et Naud and *Terminalia catappa* Linn. **Food Chemistry**, v. 70, p. 185-191, 2000.

PADILHA, M. R. F. *et al.* Plantas Alimentícias não Convencionais presentes em Feiras Agroecológicas em Recife: Potencial Alimentício. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 9, p. 64928-64940, set. 2020.

PANTOJA, G. F. *et al.* Uso e aplicações medicinais da mamorana (*Pachira aquatica* Aublet) pelos ribeirinhos de São Lourenço, Igarapé-Miri, estado do Pará, Amazônia. **Interações**, Campo Grande, v. 21, n. 3, p. 647-662, jul./set. 2020.

PARZANESE, I. *et al.* Celiac disease: From pathophysiology to treatment. **World Journal of Gastrointestinal Pathophysiology**, v. 8, n. 2, p. 27-38, maio 2017.

PASCHOAL, V.; GOUVEIA, I.; SOUZA, N. S. Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs): o potencial da biodiversidade brasileira. **Revista Brasileira De Nutrição Funcional**, v. 33, n. 68, p. 8-14, 2016. Disponível em: <https://www.vponline.com.br/portal/noticia/pdf/69c8eaa376fded1bf13a053e868facf0.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2021.

PEISINO, M. C. O. *et al.* Health-Promoting Properties of Brazilian Unconventional Food Plants. **Waste and Biomass Valorization**, v. 11, p. 4691-4700, 2020.

PESCE, C. **Oleaginosas da Amazônia**. 2. ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, 2009. 334 p.

PULIDO, R.; BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, vol. 48, n. 8, p. 396-402, 2000.

ROBERTO, C. D.; TEIXEIRA, L. J. Q.; DE CARVALHO, R. V. (org.). **Tópicos especiais em ciência e tecnologia de alimentos**. v. 1. Vitória: EDUFES, 2020. 334 p.

RODRIGUES, A. P. *et al.* Chemical Composition and Antioxidant Activity of Monguba (*Pachira aquatica*) Seeds. **Food Research International**, v. 121, p. 880-887, jul. 2019.

RAHARJO, S.; SOFOS, J. N.; SCHMIDT, G. R. Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acid extraction thiobarbituric acid – C18 method for measuring lipid peroxidation in beef. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 40, n. 11, p. 2182-2185, 1992.

SAJDAKOWSKA, M. *et al.* Willingness to eat bread with health benefits: habits, taste and health in bread choice. **Public Health**, v. 167, p. 78-87, fev. 2019.

SANTOS, J. C. *et al.* Processamento e avaliação da estabilidade da farinha de banana verde. **Exacta**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 219-224, 2010. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81016917011>. Acesso em: 22 mar. 2022.

SARTORI, V. C. *et al.* (org.). **Plantas Alimentícias Não Convencionais – PANC: resgatando a soberania alimentar e nutricional**. 2. ed. Caxias do Sul: Educs, 2020. 118 p.

SCHAICH, K. M. Lipid Oxidation: New Perspectives on an Old Reaction. **Bailey's industrial oil and fat products**, fev. 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/047167849X.bio067.pub2#>. Acesso em: 3 mar. 2022.

SHAHIDI, F.; PENG, H. Bioaccessibility and bioavailability of phenolic compounds. **Journal of Food Bioactives**, v. 4, p. 11-68, 2018.

SHAHIDI, F.; ZHONG, Y. Lipid oxidation and improving the oxidative stability. **Chemical Society Reviews**, v. 39, n. 11, p. 4067-4079, 2010.

SILVA, B. L. A.; BORA, P. S.; DE AZEVEDO, C. C. Caracterização química parcial das Proteínas das Amêndoas da Munguba (*Pachira aquatica* Aubl). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, n. 3, p. 333-340, 2010.

SILVA, K. B. *et al.* Caracterização morfológica de frutos, sementes e fases da germinação de *Pachira aquatica* Aubl. (Bombacaceae). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 891-898, 2012.

SOARES, E. R. *et al.* Compostos bioativos em alimentos, estresse oxidativo e inflamação: uma visão molecular da nutrição. **Revista HUPE**, v. 3, n. 3, p. 64-72, 2015.

SOUZA, D. K. *et al.* Potencial fungicida do extrato etanólico obtido das sementes de *Pachira aquatica* AUBL. sobre *Fusarium sp.* **Ciência e Natura**, v. 36, n. 2, p. 114-119, maio/ago. 2014.

SURVESWARAN, S.; CAI, Y. Z.; CORKE, H.; SUN, M. Systematic evaluation of natural phenolic antioxidants from 133 Indian medicinal plants. **Food Chemistry**, v. 102, n. 3, p. 938-953, 2007.

VIDAL, A. M. *et al.* A ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição da incidência de doenças. **Cadernos de Graduação - Ciências Biológicas e da Saúde**, Aracaju, v. 1, n. 15, p. 43-52, out. 2012.

YANG, C. S. *et al.* Antioxidants: Differing Meanings in Food Science and Health Science. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 66, p. 3063-3068, 2018.

ZHISHEN, J.; MENGCHENG, T.; JIANMING, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. **Food chemistry**, vol. 64, p. 555-559, 1999.

EFEITO DA UTILIZAÇÃO DA FARINHA DA CASTANHA DE MUNGUBA (*Pachira aquatica*) NA QUALIDADE FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E ANTIOXIDANTE DE PÃO SEM GLÚTEN DURANTE O ARMAZENAMENTO

RESUMO

A *Pachira aquatica* é rica em nutrientes e comestível *in natura*, torrada ou farinha. O objetivo foi desenvolver pães com diferentes concentrações da farinha da castanha de munguba (FCM), avaliar suas características físicas, físico-químicas, microbiológicas, compostos bioativos e potencial antioxidante durante seu armazenamento. A metodologia consistiu na elaboração das formulações: PC (controle), P50% (adição de 50% da FCM) e P100% (adição de 100% da FCM), submetidas às análises anteriormente mencionadas em triplicata nos tempos 1, 3 e 6 de armazenamento sob temperatura ambiente ($28\pm 2^{\circ}\text{C}$). Também realizou-se o cálculo do rendimento, caracterização física, físico-química, compostos bioativos e atividade antioxidante da FCM no tempo 1 de armazenamento. A farinha da munguba apresentou rendimento de 35,22%, Aa (0,37), pH (5,43), acidez (0,36), umidade (4,99%), cinzas (4,86%), proteína (14,10%), lipídeos (26,99%), carboidratos (49,07%), fenólicos (1181,76 mg EAG/100g), flavonoides (28,0 mg EC/100g), FRAP (3,73 $\mu\text{mol ET}/100\text{g}$) e ABTS (28,94 $\mu\text{mol ET}/\text{g}$). Referente aos pães adicionados da FCM, apresentaram Aa de 0,912 a 0,933, pH (6,0-7,0), umidade (28,42-31,81%), cinzas (1,81-2,85%), acidez (0,14-0,21%), proteína (8,16-11,67%), lipídeos (12,40-16,79%), carboidratos (40,55-49,80%), fenólicos (30,82-590,57), flavonoides (4,56-6,56), FRAP (1,08-2,20 $\mu\text{mol ET}/100\text{g}$), ABTS (2,85-7,55 $\mu\text{mol ET}/\text{g}$) e TBARS (0,021-0,031 mg MA/Kg). Ausência de *Salmonella*, coliformes, bolores e leveduras apresentaram $<1,00 \text{ UFC}^{-1}$, e mesófilos 3,60-4,60 UFC^{-1} ao final do armazenamento. Mostra-se que a adição da FCM na elaboração de pães oferta bom teor proteico e de minerais, elevado teor de compostos bioativos e atividade antioxidante e potencial antimicrobiano, logo sua incorporação na elaboração de pães oferta características satisfatórias e com possibilidade de comercialização.

Palavras-chave: Alimentos Funcionais. PANC. Farináceos. Antioxidantes. Celíacos.

INTRODUÇÃO

Existem diversas espécies de plantas silvestres com variadas atribuições, como a de servir como alimento (NARCISO *et al.*, 2017). Sendo essas espécies denominadas Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC), as quais possuem uma ou mais partes com potencial alimentício, tais como raízes tuberosas, tubérculos, bulbos, talos, folhas, brotos, flores, frutos e sementes, entre outras (KINUPP; LORENZI, 2014).

Entre as espécies nativas do Brasil, encontra-se a munguba (*Pachira aquatica*). Caracterizada como uma planta frutífera de porte médio pertencente à família Bombacaceae, é nativa do sul México à Guiana e Norte/Nordeste do Brasil (OLIVEIRA *et al.*, 2000). Como seu próprio nome diz, é oriunda de regiões alagadas, preferindo as margens de rios e lagoas, contudo, tem a capacidade de adaptar-se a regiões secas, sendo muito encontrada como planta de arborização em centros urbanos (PESCE, 2009; SILVA *et al.*, 2012).

Ainda, a referida espécie apresenta frutos envoltos por uma cápsula lenhosa pesando em torno de 1 a 1,5 kg com a coloração marrom, contendo muitas sementes (castanhas), as quais podem ser consumidas *in natura*, torradas ou como farinha na elaboração de pães, bolos, entre outros produtos alimentícios (KINUPP; LORENZI, 2014).

Pesquisas realizadas indicam que a castanha da munguba possui potencial ação antioxidante devido ao seu conteúdo de compostos fenólicos totais e flavonoides, além de um alto teor de lipídios e proteínas (RODRIGUES *et al.*, 2019; DA SILVA *et al.*, 2020). Ainda, Coe *et al.* (2012) relatam o uso da munguba para o tratamento de diarreia, infecções, erupções cutâneas e feridas, diabetes e anemia. Segundo Sousa (2021) a expansão do consumo das PANC está relacionada a sua utilização como ingrediente na elaboração de produtos. A partir disso, o processamento das castanhas da munguba pode ser uma estratégia viável para elevar o seu consumo e agregar valor.

O pão caracteriza-se como um dos alimentos mais consumidos no mundo, tendo como principal ingrediente a farinha oriunda do trigo, embora outras farinhas possam ser utilizadas. Os pães de trigo apresentam em sua composição o glúten, componente esse formado principalmente pela glutenina e gliadina, responsáveis pela elasticidade da massa (NGEMAKWE; ROES-HILL; JIDEANI, 2014; ROBERTO; TEIXEIRA; DE CARVALHO, 2020).

A produção de pão sem glúten tem sido de grande relevância na indústria de alimentos, tendo em vista que deu-se início a fim de atender um público específico, como o de pessoas

com doença celíaca, e, atualmente, é consumido pela população de modo geral (HASSAN; AKADER, 2014; PARZANESE *et al.*, 2017).

Portanto, considerando que a elaboração de um produto alimentício inovador pode contribuir na expansão da economia regional, diversificação da alimentação e na promoção da saúde, objetivou-se com este trabalho desenvolver formulação de pão sem glúten com diferentes concentrações da farinha da castanha de munguba a fim de avaliar seus efeitos nas características físicas, físico-químicas, microbiológicas, compostos bioativos e ação antioxidante.

MATERIAL E MÉTODOS

MATÉRIA-PRIMA, ELABORAÇÃO E RENDIMENTO DA FARINHA DA CASTANHA DE MUNGUBA (FCM)

As castanhas da munguba (*Pachira aquatica*) foram obtidas em espaço público de Cuité, município localizado no estado da Paraíba, Brasil (6° 29' 08.4" S, 36° 09' 30.1" O); os demais ingredientes utilizados para a elaboração dos pães foram adquiridos do comércio local da referida cidade e armazenados em temperatura ambiente até a fabricação dos pães ocorrida no dia subsequente. Para a obtenção da FCM foram coletados cerca de 2,5 kg de castanhas no período de março a maio de 2021.

Após a coleta, as castanhas foram selecionadas manualmente e descascadas (separação da película da castanha). A seguir, as castanhas e as películas foram higienizadas em água corrente e sanitizadas por imersão em solução de hipoclorito de sódio (200 ppm) por 15 minutos. Em seguida, foram enxaguadas em água potável e dispostas em bandejas de aço inox, sendo levadas para a secagem em estufa de ar forçado na temperatura de $50 \pm 2^\circ\text{C}$, para melhor conservação dos compostos fenólicos (FARIAS, 2016), durante 24 horas.

Após esse procedimento, as castanhas e as películas foram resfriadas sob temperatura ambiente de $28 \pm 2^\circ\text{C}$ por 8 horas para o melhor processamento da farinha, visto que em temperatura mais elevada (pós secagem) a castanha apresenta maior facilidade em liberar óleo. Mais adiante foram trituradas em liquidificador doméstico e a farinha obtida foi peneirada com o intuito de obter uma farinha fina e uniforme. Posteriormente, a farinha foi pesada e armazenada em saco de polipropileno estéril e armazenado a $-18 \pm 1^\circ\text{C}$ até o momento das análises e elaboração dos pães.

Para calcular o rendimento da FCM foi utilizada a seguinte equação (SANTOS *et al.*, 2010):

$$R = \frac{F}{C} \cdot 100$$

Sendo:

R = rendimento (%)

F = quantidade de farinha obtida

C = quantidade de castanha de munguba utilizada

ELABORAÇÃO DO PÃO

Para o processamento dos pães sem glúten foram elaboradas 3 formulações distintas (Tabela 1):

Tabela 1 – Ingredientes das formulações dos pães.

INGREDIENTES	FORMULAÇÕES		
	PC	P50%	P100%
Farinha da castanha de munguba (g)	-	80	160
Farinha de amêndoas (g)	160	80	-
Fécula de mandioca (g)	40	40	40
Fécula de batata (g)	40	40	40
Açúcar demerara (g)	60	60	60
Goma xantana (g)	6	6	6
Psyllium (g)	4	4	4
Fermento biológico instantâneo (g)	6	6	6
Sal (g)	5	5	5
Manteiga (g)	60	60	60
Ovos (g)	150	150	150
Água (mL)	100	100	100

PC - pão controle sem adição da farinha da castanha de munguba; P50% - pão adicionado de 50% da farinha da castanha de munguba; P100% - pão adicionado de 100% da farinha da castanha de munguba. Fonte: Próprio Autor (2022).

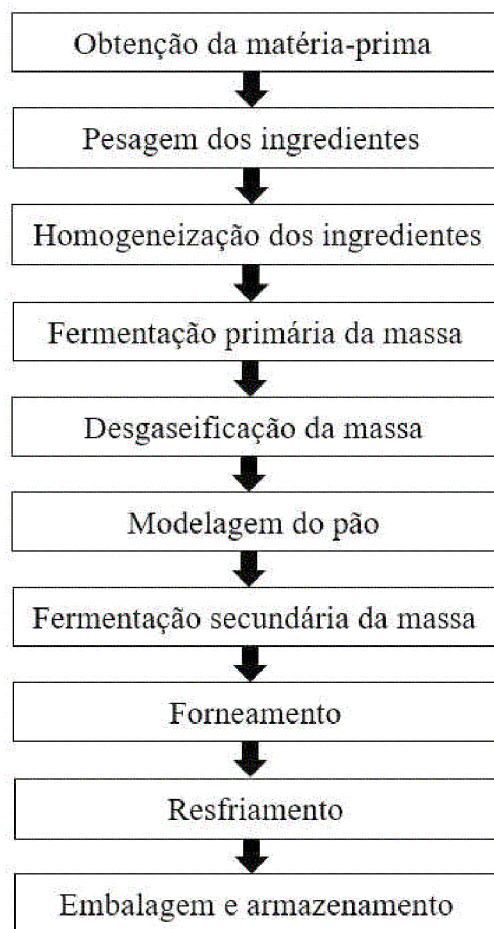
Sendo codificadas de acordo com as seguintes especificações:

- **PC:** Pão controle sem adição da farinha da castanha de munguba;
- **P50%:** Pão adicionado de 50% da farinha da castanha de munguba;

- **P100%:** Pão adicionado de 100% da farinha da castanha de munguba.

O processamento dos pães teve início com a pesagem dos ingredientes em uma balança semianalítica, em seguida, os ingredientes foram homogeneizados, iniciando pela mistura dos secos e posteriormente com a adição dos demais ingredientes. Seguidamente, a massa homogeneizada foi reservada sob temperatura ambiente de $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ para a fermentação primária por 30 minutos. Após a realização da fermentação primária, desgaseificou-se a massa pressionando-a, brevemente, de forma suave, sendo posteriormente modelada para dar formato aos pães. O fluxograma do processamento do pão pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma do processamento do pão.



Fonte: Próprio Autor (2022).

A massa modelada passou por uma segunda fermentação sob temperatura ambiente de $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 60 minutos. Após a fermentação, a massa foi forneada a 180°C por 40 minutos. Por fim, os pães foram resfriados em temperatura ambiente de $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ sobre grade de resfriamento, seguidamente sendo embalados em saco de polipropileno estéril e armazenados sob temperatura ambiente de $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ até o momento da realização das análises ocorridas no dia subsequente.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DA FARINHA DA CASTANHA DE MUNGUBA E DOS PÃES ELABORADOS

Para todas as análises, os produtos elaborados foram analisados em triplicata. Enquanto que a farinha foi avaliada no dia 1, os pães foram avaliados nos dias 1, 3 e 6 de armazenamento, ambos sob temperatura ambiente ($28\pm 2^\circ\text{C}$). A umidade foi determinada por secagem em estufa estabilizada a 105°C , o teor de cinzas foi avaliado por incineração em forno mufla estabilizado a 405°C , a atividade de água foi determinada utilizando AQUALAB, o pH foi estabelecido por pHmetro digital e a acidez foi determinada por titulação com hidróxido de sódio a 0,1N de acordo com a metodologia descrita pela *Association of Official Analytical Chemists - AOAC* (2016).

A determinação da proteína foi realizada em destilador de nitrogênio (AOAC, 2016), os lipídeos foram determinados pelo método de Folch, Less e Sloane-Stanley (1957) e o teor de carboidratos foi obtido pela diferença entre o total da amostra (100%) e os teores de proteína, lipídios, umidade e cinzas. O valor calórico foi calculado a partir dos teores da fração proteica, lipídica e de carboidratos, utilizando-se os coeficientes específicos que levam em consideração o calor de combustão 4, 9 e 4 kcal, respectivamente, segundo Dutra de Oliveira e Marchini (1998).

CARACTERIZAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS

As análises de compostos fenólicos totais (CFT) e flavonoides totais (FT) foram realizadas na FCM e nas diferentes formulações de pão sem glúten. Para quantificar os compostos bioativos, bem como a atividade antioxidante da farinha e dos pães foi obtido um extrato das formulações. Inicialmente foi pesado 2 g de cada amostra em uma balança analítica com auxílio de um becker e adicionado 15 mL de metanol a 80%, sendo essa mistura submetida a agitação em chapa aquecedora por 20 minutos sem a utilização de temperatura.

Em seguida, a mistura foi acondicionada em tubos falcon e centrifugada por 10 minutos a 3000 g em centrífuga. Logo após, a fase superior foi vertida em uma proveta graduada e o volume obtido foi completado para 15 mL com metanol a 80%. Por fim, os extratos obtidos foram novamente adicionados em tubos falcon devidamente codificados, cobertos com papel alumínio e armazenados a $-18\pm 1^\circ\text{C}$ até o momento das análises.

Determinação dos Compostos Fenólicos Totais

Para determinar o teor de compostos fenólicos totais foi utilizado o método de Folin-Ciocalteu descrito por Liu *et al.* (2002) com algumas modificações. Sumariamente, 250 µL de cada extrato (farinha e pães) foram misturados em tubo de ensaio com 1250 µL do reagente Folin-Ciocalteu 10%. As soluções foram agitadas em vórtex e armazenadas em temperatura ambiente ($22\pm 1^\circ\text{C}$) na ausência da luz por 6 minutos.

Seguidamente, adicionou-se 1000 µL da solução de carbonato de sódio a 7,5%. A mistura foi levada ao banho maria a uma temperatura de $50\pm 1^\circ\text{C}$, durante 5 min. Após, a absorvância foi medida a 765 nm utilizando espectrofotômetro. Realizou-se um branco com a ausência dos extratos para zerar o espectrofotômetro. O teor de compostos fenólicos totais foi determinado a partir da utilização de uma curva padrão preparada com ácido gálico. Os resultados foram expressos em mg de equivalentes de ácido gálico (EAG) por cem gramas de amostra (mg EAG/100 g).

Determinação de Flavonoides Totais

O conteúdo de flavonoides totais foi determinado a partir da metodologia de Zhishen, Mengcheng e Jianming (1999). Uma alíquota de 0,5 mL dos extratos (farinha e pães) foram adicionados a 2 mL de água destilada em um tubo de ensaio. Posteriormente, foi adicionado 150 µL de nitrito de sódio a 5%. Após 5 min, 150 µL de cloreto de alumínio a 10% foram adicionados e, após 6 min, 1 mL de hidróxido de sódio a 1M, seguido pela adição de 1,2 mL de água destilada.

A absorvância da amostra foi medida a 510 nm usando um espectrofotômetro contra um branco na ausência dos extratos. O teor de FT dos extratos foi determinado usando uma curva padrão de equivalentes de catequina (EC). Os resultados foram expressos em mg de EC por cem gramas de amostra (mg EC/100 g).

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL

Previamente, para a determinação da atividade antioxidante da farinha e dos pães, foi obtido um extrato das formulações como descrito anteriormente.

Método FRAP

Para determinação da atividade antioxidante através do método da capacidade redutora de ferro (FRAP) foi utilizada metodologia descrita por Benzie e Strain (1996), adaptada por Pulido, Bravo e Saura-Calixto (2000). O reagente FRAP foi preparado somente no momento da análise, através da mistura de 11 mL de tampão acetato (0,3 M, pH 3,6), 1,1 mL de solução TPTZ (10 mM em HCl 40 mM) e 1,1 mL de solução aquosa de cloreto férrico (20 mM).

Para a análise, 200 μ L dos extratos (da farinha e dos pães) foram adicionados a 1800 μ L do reagente FRAP em um tubo de ensaio e levados ao banho maria a $37\pm 1^\circ\text{C}$ por 30 minutos. Para cada extrato elaborado foi realizado uma amostra em branco, sem adição do extrato. Após esses procedimentos, as absorvâncias foram medidas em espectrofotômetro a 593 nm. Para determinar a atividade antioxidante (FRAP) dos extratos foi utilizada curva de calibração com Trolox e os resultados foram expressos em μmol de trolox por 100 gramas de amostra ($\mu\text{mol ET}/100\text{g}$).

Método ABTS⁺

Para a execução do método ABTS foi utilizada a metodologia de Surveswaran *et al.* (2007) contendo algumas modificações. Iniciou-se com a formação do radical ABTS através da reação da solução ABTS⁺ a 7 mM com a solução de persulfato de potássio 140 mM incubados a temperatura de 25°C , no escuro durante 12-16 horas. Após formado o radical, o mesmo foi diluído em água destilada até obter o valor de absorvância de 0,800 ($\pm 0,020$) a 734 nm. A partir de cada extrato (da farinha e dos pães) foram preparadas quatro diluições diferentes, em triplicatas. Em ambiente escuro foi transferido para um tubo de ensaio uma alíquota de 100 μ L dos extratos e adicionado 500 μ L do radical ABTS.

Após os procedimentos anteriormente expostos, os tubos de ensaio foram mantidos na ausência de luz por 6 minutos. Em seguida, foi realizada a leitura a 734 nm em espectrofotômetro. Também foi feita uma solução “controle” que consistiu em uma alíquota de 100 μ L do solvente extrator dos extratos adicionada de 500 μ L do radical ABTS. A solução “branco” foi o solvente extrator de cada extrato, utilizada para zerar o espectrofotômetro. Como referência, foi utilizado o Trolox e os resultados expressos em μmol de trolox por grama de amostra ($\mu\text{mol ET}/\text{g}$).

DETERMINAÇÃO DA OXIDAÇÃO LIPÍDICA

Teste das Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)

O nível de oxidação lipídica na farinha e nos pães foi mensurado através do teste com o ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) de acordo com metodologia descrita por Raharjo, Sofos e Schmidt (1992). O reagente ácido 2-tiobarbitúrico foi preparado no momento das análises através da mistura de 0,13 g de ácido tiobarbitúrico, 10 mL de ácido acético a 50% e 0,5 g de hidróxido de sódio em micropérolas, que foram agitados em chapa aquecedora até o momento de sua utilização.

Para a análise das formulações, inicialmente foram pesados em uma balança analítica 2 g da farinha e das formulações de pão trituradas em tubo falcon. Em seguida foram adicionados 100 µL de BHT a 0,15% e 8 mL de TCA a 5% em cada uma das amostras, que foram agitadas em um vórtex para homogeneização. Logo após, as amostras foram submetidas a filtragem com auxílio de papel filtro 125 mm e uma proveta graduada.

Sequencialmente, o filtrado obtido foi completado para obter 10 mL com TCA a 5%, sendo transferido para um tubo falcon. A seguir, 500 µL de cada amostra foram misturados com 500 µL do ácido tiobarbitúrico em tubos de ensaio codificados, a mistura obtida foi levada ao banho maria a uma temperatura de $40\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 80 minutos. Em seguida a absorbância foi medida a 531 nm utilizando espectrofotômetro.

Um “branco” foi preparado nas mesmas condições, porém, sem a presença das amostras para zerar o espectrofotômetro. Para a quantificação de malonaldeído foi feita uma curva de calibração com concentrações conhecidas de malonaldeído (MA), utilizando o padrão 1,1,3,3-tetrametoxipropano (TMP). Os resultados foram expressos em mg de MA/Kg de amostra.

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

As análises microbiológicas de controle de qualidade dos pães foram realizadas de acordo com a metodologia descrita pela *American Public Health Association* (APHA, 2015). Sendo realizadas análises de *Salmonella* sp, Coliformes a 45°C, bolores e leveduras e contagem de microrganismos mesófilos (BRASIL, 2019).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos como uma média dos dados obtidos. Os resultados foram analisados com testes de estatística descritiva (média e desvio padrão) e análise de variância (ANOVA) seguida de teste de Tukey para

determinação de diferenças significativas entre as médias, considerando o nível de significância de 95% ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

RENDIMENTO, CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA, COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA FARINHA DA CASTANHA DE MUNGUBA (*Pachira aquatica*)

No que se refere ao rendimento, a farinha da castanha de munguba (FCM) obteve um rendimento total de 35,22%. Este rendimento mostrou-se superior ao de diversas farinhas como a farinha de banana verde obtida da polpa (29,81%), a farinha da amêndoa de manga (24%), a farinha da casca de abacaxi (19,07%) e a farinha parcialmente desengordurada da Castanha-do-Brasil (14%) (SANTOS *et al.*, 2010; RAMOS *et al.*, 2021; LEONEL; LEONEL; SAMPAIO, 2014; COHEN; CHISTE; MATHIAS, 2006).

O rendimento inferior das farinhas de banana verde, casca de abacaxi e amêndoa de manga em relação a FCM, pode-se justificar por pertencerem ao grupo das frutas. As frutas apresentam um alto teor de umidade (CANO-CHAUCA *et al.*, 2004), logo no processo de secagem há a perda mais elevada de umidade, conseqüentemente reduzindo o volume. Já a superioridade do rendimento da FCM em relação a farinha da castanha-do-Brasil explica-se por se tratarem de uma farinha integral e uma parcialmente desengordurada, respectivamente.

A partir dos dados obtidos, observou-se que a farinha da castanha de munguba apresentou baixa atividade de água (Aa) ($0,37 \pm 0,00$) (Tabela 2). Essa característica é de grande importância para a prolongação da sua vida de prateleira, haja vista que uma menor Aa diminui a atividade enzimática e a ação de microrganismos deteriorantes (DE MENEZES FILHO *et al.*, 2019). A Aa da FCM se mostrou melhor diante da farinha da semente de jatobá encontrada por De menezes filho *et al.* (2019), ($0,60$).

Referente ao teor de umidade, a FCM apresentou um percentual de $4,99 \pm 0,02\%$ (Tabela 2), sendo inferior aos 12,40% encontrados na farinha da castanha de caju analisada por Aloba, Agbo e Ilesanmi (2009). Silva, Bora e De Azevedo (2010) também desenvolveram uma farinha integral de munguba, encontrando um percentual de 5,53% de umidade, superior ao do presente estudo; a temperatura de secagem utilizada pelos referidos autores foi menor, mais precisamente 10°C abaixo, este fato por ter influenciado o seu maior teor de umidade.

A FCM também apresentou menor teor de umidade em comparativa a farinha de trigo estudada por Cardoso *et al.* (2019) (13,6%). Ainda, o percentual de umidade da FCM esteve dentro do valor máximo permitido de 15% de umidade para farinhas, amido de cereais e farelos, determinado pela legislação vigente (BRASIL, 2005). As condições de Aa e umidade anteriormente citadas ofertam a FCM estabilidade microbiológica.

Quanto a acidez, a FCM apresentou um teor de $0,36 \pm 0,04$ (Tabela 2), inferior ao valor encontrado por Ocloo *et al.* (2010) na farinha da semente de jaca (1,12 %) e por Santos *et al.* (2010) na farinha de banana verde obtida da polpa (0,91%). O pH encontrado da FCM foi de $5,43 \pm 0,06$ (Tabela 2), inferior ao da castanha da munguba torrada (6,72) a partir dos dados obtidos no estudo de Da Silva *et al.* (2020).

Do mesmo modo ocorre em comparação ao pH da farinha da semente do jatobá (6,44) estudada por De Menezes Filho *et al.* (2019) e da farinha de trigo (6,04) analisada por Cardoso *et al.* (2019). O teor reduzido de acidez encontrado na castanha de munguba torrada, determinado pelo pH, em relação a FCM, pode-se atribuir ao processo de torrefação, o qual contribui na redução da acidez (KRYSIK, 2002).

No que se refere ao conteúdo de cinzas, foi encontrado um teor de $4,86 \pm 0,16\%$ na FCM (Tabela 2). Em um estudo com a farinha integral de munguba realizado por Silva, Bora e De Azevedo (2010), foi identificado um teor de cinzas de 4,89% (SILVA; BORA; DE AZEVEDO, 2010) semelhante ao da presente pesquisa. Ainda, o conteúdo de cinzas da FCM mostrou-se superior ao da farinha da semente de jatobá e da farinha do bagaço da laranja, sendo 1,84% e 4,58%, respectivamente (DE MENEZES FILHO *et al.*, 2019; STORRER *et al.*, 2017).

Baseado nestes dados, pode-se atribuir a FCM um elevado conteúdo de minerais. Conforme estudo realizado por Rodrigues *et al.* (2019) com a munguba, o mineral mais abundante encontrado na castanha foi o potássio com uma concentração de 1461,84 mg/100g, seguido pelo magnésio (304,00 mg/100g) e o cálcio (158,37 mg/100g).

Em relação a composição de macronutrientes, a FCM possui um conteúdo de $26,99 \pm 0,47\%$ de lipídios e $14,10 \pm 0,76\%$ de proteína (Tabela 2). Quando comparada a farinha da castanha de caju, com um percentual de lipídios de 45,17% e 20,23% de proteína, a FCM exibe conteúdo inferior (ALOBO; AGBO; ILESANMI, 2009). O contrário acontece em comparativa a farinha de pinhão estudada por Reineri, Simsen e Bernardi (2017), a qual apresenta um teor inferior ao da FCM de lipídeos (5,66%) e proteínas (5,52%).

Pesquisas realizadas por Jorge e Luzia (2012) e Rodrigues *et al.* (2019) com a munguba, identificaram um percentual de lipídios de 38,39% e 43,42%, respectivamente, demonstrando potencial para extração do óleo e aproveitamento industrial, seja de alimentos, farmacêutica

e/ou cosméticos. As diferenças das regiões de colheita da munguba, como o clima, podem ter influenciado as distinções nos teores lipídicos encontrados entre os referidos estudos e a presente pesquisa. Jorge e Luzia (2012) e Rodrigues *et al.* (2019) ainda relataram elevadas porcentagens de ácidos graxos com predominância dos ácidos palmítico, oleico e linoleico.

Tabela 2 – Resultados dos parâmetros físicos e físico-químicos da farinha da castanha de munguba (*Pachira aquatica*).

Farinha da Castanha de Munguba (<i>Pachira aquatica</i>)	
Rendimento	35,22%
Atividade de água	0,37 ± 0,00
pH	5,43 ± 0,06
Acidez	0,36 ± 0,04
Umidade (g/100g)	4,99 ± 0,02
Cinzas (g/100g)	4,86 ± 0,16
Proteína (g/100 g)	14,10 ± 0,76
Lipídios (g/100 g)	26,99 ± 0,47
Carboidratos (g/100g)	49,07 ± 1,20
Valor energético (kcal/100g)	495,57 ± 2,58

Valores expressos em média±desvio-padrão. Fonte: Próprio Autor (2022).

Conforme Silva, Bora e De Azevedo (2010), através da elaboração de farinha para a caracterização parcial das proteínas das amêndoas da Munguba, encontrando 13,75%, as castanhas de munguba apresentam a globulina como a principal fração proteica, seguida da albumina, glutelinas e prolamina; apresentando altos teores de aminoácidos essenciais como a leucina, valina e lisina, e não essenciais como o ácido aspártico e o ácido glutâmico. O teor proteico da FCM mostrou-se superior diante de uma farinha desenvolvida com o caroço da jaca (7,54%) elaborada por Dos Santos *et al.* (2012).

O conteúdo de carboidratos da FCM é de 49,07± 1,20% (Tabela 2) superior ao da farinha da castanha de caju (11,39%) avaliada por Aloba, Agbo e Ilesanmi (2009) e inferior ao da farinha de semente de jaca (79,34%) estudada por Ocloo *et al.* (2010). A composição de macronutrientes da FCM resultou em um valor energético total de 495,57 Kcal/100g.

No que se refere ao teor de Compostos Fenólicos Totais (CFT), Flavonoides Totais (FT) e atividade antioxidante da FCM, os resultados obtidos podem ser visualizados na Tabela 3. Nota-se que o teor de CFT encontrado na FCM foi de 1181,76±1,82 mg de EAG/100g; valor

semelhante ao encontrado na castanha da munguba torrada, a qual apresenta 1191,00 mg de EAG/100g, de acordo com estudo realizado por Da Silva *et al.* (2020).

O alto teor de CFT da FCM fica evidente ao comparar com a farinha de amendoim que contém cerca de 12 mg de EAG/100g (ASEN *et al.*, 2021) e com a farinha integral de amaranto com 62 a 128,00 mg de EAG/100g (DE MAGALHÃES; DOS SANTOS, 2020). Segundo Rodrigues *et al.* (2019) o componente fenólico em maior quantidade presente nas castanhas de munguba é o ácido cafeico correspondendo a 57,5% da composição fenólica total. O elevado conteúdo de CFT da FCM pode lhe ofertar um maior tempo de conservação, tendo em vista a ação antioxidante e antimicrobiana dos CFT (ALBUQUERQUE *et al.*, 2020).

Em relação aos flavonoides totais, foram identificados 28,0±0,83 mg de EC/100g (Tabela 3). Da Silva *et al.* (2020) encontraram um conteúdo de 33,70 mg/100g na castanha da munguba torrada, próximo ao valor da FCM. Diferente da farinha de amendoim estudada por Asen e colaboradores (2021) onde foi encontrada 0,21µg de EQ/g e da farinha de baru com 8,22 a 13,82 mg de EP/100g encontrado por Silva *et al.* (2022), tornando-as inferiores a FCM quanto ao teor de flavonoides.

Para a avaliação da atividade antioxidante da FCM e dos pães elaborados, foram realizados dois ensaios distintos, o método de capacidade de redução de ferro (FRAP) e o ABTS⁺. Os referidos ensaios estão entre os mais utilizados para determinar a capacidade antioxidante (SUCUPIRA *et al.*, 2012). O FRAP consiste na redução do complexo férrico-tripiridiltriazina (FeIII-TPZ) em complexo ferroso (FeII-TPZ) diante de antioxidante e condições ácidas (SUCUPIRA *et al.*, 2012).

Tabela 3 – Resultados para o teor de compostos fenólicos totais, flavonoides totais e atividade antioxidante da farinha da castanha de munguba (*Pachira aquatica*).

Farinha da Castanha de Munguba (<i>Pachira aquatica</i>)	
Compostos fenólicos totais (mg EAG/100g)	1181,76 ± 1,82
Flavonoides totais (mg EC/100g)	28,00 ± 0,83
FRAP (µmol ET/100g)	3,73 ± 0,02
ABTS (µmol ET/g)	28,94 ± 0,37

EAG: Equivalente Ácido Gálico; EC: Equivalente Catequina; ET: Equivalente Trolox. Valores expressos em média±desvio-padrão. Fonte: Próprio Autor (2022).

A partir do método FRAP, observou-se uma média de 3,73± 0,02 µmol de ET/100g (Tabela 3), estes resultados foram inferiores aos encontrados por De Barros *et al.* (2020) com a

farinha de pinhão e por Li *et al.* (2015) em um estudo com farinha de trigo integral, onde os valores encontrados foram de 42,77 mM de ET/g e 44,4 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de ET/g, respectivamente.

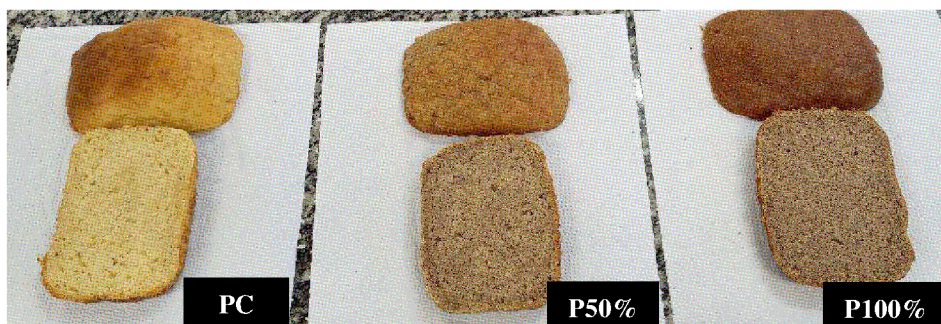
Já o método ABTS⁺, baseia-se na capacidade dos antioxidantes capturarem o cátion ABTS^{•+}, reduzindo-o a ABTS (SUCUPIRA *et al.*, 2012). Em relação a esse método, foi detectado uma média de 28,94± 0,37 μmol de ET/g (Tabela 3). Silva *et al.* (2022) encontraram um valor de 6,94 a 16,07 $\mu\text{mol trolox/g}^{-1}$ em farinha de baru, sendo inferior a FCM.

Ikeda *et al.* (2021) realizou um estudo com a farinha da semente de achachairu obtida pelo método de liofilização. A partir desse estudo foi possível observar que embora apresente um conteúdo inferior de CFT (957 mg de EAG/100g) em comparativa a FCM, a farinha da semente de achachairu apresentou atividade antioxidante superior, sendo 1273 μmol de ET/100g (FRAP) e 3188 μmol de ET/100g (ABTS). Assim, infere-se que a temperatura empregada no processo de secagem das castanhas da munguba afetou a atividade antioxidante da farinha.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DOS PÃES ELABORADOS

A determinação da atividade de água é importante para avaliar a qualidade e estabilidade dos alimentos, pois é determinante para o crescimento microbiano, relaciona-se com diversas reações de deterioração, como as químicas, enzimáticas e físicas, e também é mais fácil de avaliar do que a umidade (MALTINI *et al.*, 2003). Ao analisar a atividade de água dos pães, foi possível observar que as médias obtidas ficaram entre 0,894 e 0,933 (Tabela 4) e que todas as amostras apresentaram diferença significativa entre si ($p \leq 0,05$). O aspecto final dos pães elaborados pode ser visualizado na Figura 2.

Figura 2 – Aspecto final dos pães elaborados.



Fonte: Próprio Autor (2022).

Vieira *et al.* (2010), com duas formulações de pão do tipo chá, sendo um com 100% de farinha de trigo e outro com substituição de 10% por fécula de mandioca, encontraram uma Aa de 0,86 e 0,89, respectivamente, mostrando um melhor perfil de Aa em relação a FCM. As formulações adicionadas da FCM estiveram com a Aa acima de 0,9, como consequência disso podem estar mais propensas a ação de agentes deteriorantes. Ao longo do período de armazenamento entre o 1º e o 6º dia, as amostras P50% e P100% mostraram a tendência em reduzir a Aa, enquanto a PC foi a única a apresentar aumento, embora tenha sido a que teve menor Aa em comparativa com as demais.

Referente ao pH dos pães, as médias obtidas variaram entre 5,8 e 7,0 (Tabela 4). O pH baseia-se na concentração de íons de hidrogênio, e é utilizado como uma escala para classificar o nível de acidez de um determinado alimento (SADLER; MURPHY, 2010). Baseado neste parâmetro, os pães elaborados podem ser classificados no grupo de alimentos de baixa acidez e podem estar mais propensos a deterioração, considerando que um pH inferior a 4,5 é importante para a conservação e segurança do alimento (GOULD, 2000).

No 1º dia de armazenamento, o PC foi a formulação com menor valor de pH quando comparado aos demais tratamentos que não diferiram entre si ($p > 0,05$). No 6º e último dia do armazenamento as formulações P50% e P100% não obtiveram diferença significativa entre si ($p > 0,05$), apresentando os maiores valores de pH, sendo a P100% a que obteve a maior média com 7,0.

Ainda, foram observadas na amostra P50% mudanças significativas no pH, onde os valores encontrados mantiveram um crescente aumento no decorrer do período de armazenamento e todas as médias diferiram entre si ($p \leq 0,05$). Valores semelhantes de pH foram encontrados por Mudau *et al.*, (2021) com o desenvolvimento de pão com adição de farinha de milho (5,91-6,02) e por Gomes, Ferreira e Pimentel (2016) com a elaboração de pão com adição de farinha de banana verde com casca (5,69-5,83). Embora o pH dos pães anteriormente apresentados seja levemente inferior aos elaborados com a FCM, ainda é classificado como baixa acidez (DE SOUSA *et al.*, 2012).

Quanto ao parâmetro umidade, as médias obtidas foram de 25,96% a 31,81% (Tabela 4), onde a menor média foi obtida no 1º dia de armazenamento na formulação PC e a maior foi observada no 6º dia de armazenamento da P100%. Em comparativa ao pão elaborado com farinha de trigo do estudo de Borges *et al.* (2011), onde foi encontrado um percentual de 30,99% de umidade, nota-se que as formulações com menor conteúdo da FCM (PC e P50%) apresentaram condições melhores de umidade, já comparando ao pão adicionado de 15% de farinha de linhaça (34,03%), todas as formulações apresentaram melhor perfil de umidade.

Tabela 4 – Resultados dos parâmetros físicos e físico-químicos das diferentes formulações de pães durante o período de armazenamento em temperatura ambiente.

PARÂMETROS	DIAS	PÃES		
		PC	P50%	P100%
Atividade de água (Aa)	1	0,900±0,00 ^{cB}	0,933±0,00 ^{aA}	0,914±0,00 ^{bA}
	3	0,894±0,00 ^{cC}	0,933±0,00 ^{aA}	0,912±0,00 ^{bB}
	6	0,905±0,00 ^{cA}	0,924±0,00 ^{aB}	0,912±0,00 ^{bB}
Ph	1	5,8±0,06 ^{bB}	6,0±0,06 ^{aC}	6,0±0,00 ^{aB}
	3	6,6±0,23 ^{aA}	6,7±0,06 ^{aB}	6,2±0,12 ^{bB}
	6	6,6±0,06 ^{bA}	6,8±0,00 ^{bA}	7,0±0,17 ^{aA}
Umidade (g/100g)	1	25,96 ±0,33 ^{cB}	29,38±0,15 ^{bA}	31,26 ±0,13 ^{aB}
	3	26,36±0,17 ^{cB}	29,08±0,14 ^{bA}	30,54 ±0,10 ^{aC}
	6	27,43±0,16 ^{cA}	28,42 ±0,13 ^{bB}	31,81±0,13 ^{aA}
Cinzas (g/100g)	1	2,60±0,02 ^{bA}	1,85±0,02 ^{cA}	2,85±0,01 ^{aA}
	3	2,59±0,02 ^{bA}	1,82±0,01 ^{cB}	2,83±0,01 ^{aAB}
	6	2,51±0,01 ^{bB}	1,81±0,03 ^{cB}	2,79±0,03 ^{aB}
Acidez	1	0,13±0,01 ^{cA}	0,16±0,01 ^{bA}	0,21±0,01 ^{aA}
	3	0,13±0,01 ^{bA}	0,14±0,01 ^{abA}	0,17±0,01 ^{aB}
	6	0,13±0,01 ^{bA}	0,16±0,01 ^{aA}	0,17±0,01 ^{aB}
Proteína (g/100 g)	1	12,34±0,37 ^{aA}	11,02±0,15 ^{bA}	8,16±0,17 ^{cB}
	3	12,34±0,21 ^{aA}	11,06±0,59 ^{bA}	8,48±0,18 ^{cB}
	6	11,97±0,11 ^{aB}	11,67±0,36 ^{aA}	10,43±0,18 ^{bA}
Lipídios (g/100 g)	1	16,35±0,07 ^{aC}	12,72±0,28 ^{bC}	12,40±0,16 ^{bC}
	3	19,91±0,23 ^{aA}	16,79±0,13 ^{bA}	13,34±0,18 ^{cB}
	6	18,23±0,18 ^{aB}	16,02±0,08 ^{bB}	14,42±0,16 ^{cA}
Carboidratos (g/100g)	1	42,75±0,34 ^{cA}	49,80 ±0,52 ^{aA}	45,33±0,22 ^{bA}
	3	38,80±0,26 ^{cC}	41,24±0,51 ^{bB}	44,81±0,43 ^{aA}
	6	39,85±0,28 ^{bB}	42,08±0,45 ^{aB}	40,55±0,30 ^{bB}
Valor energético (kcal/100g)	1	367,51±1,58 ^{aC}	338,67±0,93 ^{bB}	325,56±0,29 ^{cB}
	3	383,75±1,81 ^{aA}	360,32±0,85 ^{bA}	333,21±0,53 ^{cA}
	6	371,35±0,42 ^{aB}	359,18±0,62 ^{bA}	333,71±0,62 ^{cA}

PC - pão controle sem adição da farinha da castanha de munguba; P50% - pão adicionado de 50% da farinha da castanha de munguba; P100% - pão adicionado de 100% da farinha da castanha de munguba. Valores expressos em média ± desvio-padrão. Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos; letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) ao longo do período de armazenamento.

Todas as formulações apresentaram diferença entre si para a umidade ($p \leq 0,05$), onde as amostras PC e P100% apresentaram aumento no teor de umidade ao final do período de armazenamento e a P50% foi a única que apresentou redução. A partir disso, demonstra-se que a FCM influencia no aumento do teor de umidade da preparação, podendo comprometer a vida de prateleira.

No que tange o conteúdo de cinzas das formulações de pães, verifica-se que as médias encontradas partiram de 1,81 a 2,85% (Tabela 4) com ocorrência, novamente, de diferença

estatística entre todas as amostras ($p \leq 0,05$). O P100% apresentou conteúdo de cinzas (2,79 a 2,85%) superior aos valores encontrados em pão adicionado de farinha de semente de jaca (1,64 a 2,10%) e pão adicionado de farinha de linhaça (2,30%), conforme os estudos de Hossain *et al.* (2014) e Borges *et al.* (2011). Em todos os dias de análise, o P100% apresentou os maiores teores de cinzas, evidenciando que a adição da FCM na elaboração dos pães interferiu significativamente em sua composição de minerais.

Resultados encontrados por Yadav *et al.* (2013), com o desenvolvimento de pães com adição da farinha de amendoim desengordurada, demonstraram um teor de 2,10% na amostra de 20%, sendo inferior aos observados na amostra P100% do presente estudo. No último dia do período de armazenamento, em comparativa ao primeiro, todas as formulações apresentaram redução considerável do seu conteúdo de cinzas.

Juntamente com o pH, a acidez titulável ou acidez total é outro tipo de método utilizado para avaliar a acidez, ocorrendo através da mensuração da concentração total de ácido contida no alimento (SADLER; MURPHY, 2010). Os valores de acidez mensurados nas amostras estiveram entre 0,13 e 0,21% (Tabela 4). No estudo de Gomes, Ferreira e Pimentel (2016) com pão elaborado com adição da farinha de banana verde com casca, os valores de acidez foram mais elevados (0,27 a 0,31).

Verifica-se que o teor de acidez da amostra PC diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) em relação as demais formulações durante todos os dias de armazenamento, apresentando os menores valores de acidez; já as amostras P50% e P100% apenas apresentaram diferença entre si no 1º dia de armazenamento ($p \leq 0,05$). Ainda, a amostra P100% apresentou as maiores médias e foi a única a apresentar redução da acidez ao final das análises, enquanto as demais mantiveram-se. Constata-se, a partir da análise conjunta do pH e acidez titulável, que a FCM oferta aos pães elaborados um conteúdo baixo de acidez, podendo ficar suscetível a deterioração por ação microbiana.

Em relação ao conteúdo proteico, as médias variaram entre 6,26 e 12,34% (Tabela 4), no 1º dia de armazenamento houve diferença significativa entre todos os tratamentos ($p \leq 0,05$), tendo o PC apresentado o maior teor proteico entre as formulações, assim como nos demais dias de análise. No 6º dia, P50% e P100% apresentaram aumento no conteúdo de proteínas, ao passo que a PC apresentou redução, embora ainda tenha apresentado a maior média e não diferido da amostra P50% ($p > 0,05$).

Embora a adição da FCM não ter contribuído significativamente para elevar o conteúdo de proteínas das formulações de pães em comparação a formulação padrão, os pães adicionados da FCM são considerados fonte de proteína (BRASIL, 1998). Os valores neles observados

foram próximos ao encontrado em pão com adição de farinha de bagaço da laranja (9,01%) elaborado por Storrer *et al.* (2017), e superiores aos do pão com adição de farinha de milho (6,75-7,77%) de Mudau *et al.* (2021).

Quanto aos lipídios, os valores encontrados estiveram entre 12,40 e 19,91% (Tabela 4). A medida em que houve o aumento da concentração de FCM nas formulações, o teor de lipídios foi decrescendo gradativamente, onde apenas no 1º dia de armazenamento as amostras P50% e P100% não diferiram entre si ($p > 0,05$). Os valores de lipídios encontrados nos pães enriquecidos com FCM demonstraram ser superiores ao conteúdo lipídico de um pão com farinha de trigo (2,17%) elaborado por Alobó; Agbo e Ilesanmi (2009); contudo, essa diferença é esperada ao comparar grupos alimentares distintos, oleaginosas e cereais.

Relacionando-os com o mesmo grupo de alimentos (oleaginosas), o conteúdo de lipídios dos pães elaborados com a FCM foi superior ao de pães elaborados com a adição de 20% da farinha de amendoim (7,43%) por Yadav *et al.* (2013); todavia, considerando a concentração da FCM nos pães (50-100%), o seu perfil lipídico total pode-se considerar inferior ao pão com farinha de amendoim.

Os menores percentuais lipídicos, incluindo a menor média obtida (12,40%), foram encontrados na formulação com adição de 100% da FCM (P100%), evidenciando que a FCM oferta redução do teor lipídico para o produto elaborado, em comparativa a farinha de amêndoas utilizada na formulação do PC e P50%. Este fato justifica-se por a FCM ser composta predominantemente por carboidratos (49,07%); diferente da farinha de amêndoas, onde os lipídios são predominantes (58,7%) (DE PILLI *et al.*, 2008). Considerando o 1º e o 6º dia de armazenamento, todas as formulações apresentaram aumento do conteúdo lipídico.

Referente aos carboidratos, os valores médios obtidos variaram entre 38,80 e 49,80% (Tabela 4), onde o PC apresentou a menor concentração de carboidrato (3º dia) e o P50% apresentou a maior concentração (1º dia). No 1º e 3º dia todas as formulações apresentaram diferenças entre si no conteúdo de carboidratos ($p \leq 0,05$), apenas no 6º dia não foi visualizada diferença entre o PC e o P100% ($p > 0,05$) que diferiram do P50% ($p \leq 0,05$). Ao analisar o impacto do período de armazenamento, foi possível observar que o mesmo provocou modificações no teor de carboidratos, apresentando redução significativa de sua concentração nas formulações ($p \leq 0,05$), comparando o 1º e o 6º dia de análises.

Ainda em relação ao conteúdo de carboidratos, considerando o pão com adição total de FCM (P100%), apresenta um conteúdo inferior aos valores encontrados em pães elaborados com farinha de trigo (48,67%) e com farinha do bagaço da laranja (53,58); e conteúdo

semelhante (44,5%) ao pão elaborado com farinha de milho integral (BORGES *et al.*, 2011; STORRER *et al.*, 2017; PESSANHA *et al.*, 2021).

O conteúdo de macronutrientes resultou em um valor energético total com variações entre 325,56 e 383,75 Kcal (Tabela 3), e durante todo o período de análise as amostras apresentaram diferença significativa em si ($p \leq 0,05$), seguindo o mesmo padrão, onde o PC apresentou as maiores médias, seguido por P50% e, por fim, o P100% com os menores valores de energia, demonstrando a influência da FCM na redução das calorias em pães elaborados com farinha de oleaginosas. O tempo de conservação se mostrou influente sobre o valor energético de todas as formulações, havendo um aumento significativo comparando o 1º e o 6º dia de armazenamento ($p \leq 0,05$).

Ainda em relação ao valor energético dos pães elaborados com a FCM; a Instrução Normativa-IN Nº 75, de 8 de outubro de 2020 (BRASIL, 2020) estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados, onde determina que em uma tabela de informação nutricional o Valor Diário de Referência (VDR) considerado seja de 2.000 Kcal. Logo, considerando que o tamanho da porção destinada para pães embalados fatiados ou não, com ou sem recheio é de 50g (2 fatias), constata-se que a amostra P100% representa de 8,14% a 8,34% do VDR.

CARACTERIZAÇÃO BIOATIVA, ANTIOXIDANTE E OXIDAÇÃO DOS PÃES

A respeito do conteúdo de compostos fenólicos totais avaliados nos pães elaborados, verifica-se variações entre 24,53 e 590,57 mg de EAG/100g (Tabela 5). O P100% apresentou os maiores teores de compostos fenólicos totais ($p \leq 0,05$) em comparativa com as demais formulações em todo o período de armazenamento. Ao final do período de análises (6º dia), em relação ao início (1º dia), todas as formulações obtiveram redução significativa no teor de compostos fenólicos totais ($p \leq 0,05$).

Ainda, todas as formulações diferiam entre si ($p \leq 0,05$) seguindo o padrão de P100% com os maiores teores, seguido por P50% e, posteriormente, PC com os menores teores, embora no 6º dia não tenha diferido do P50% ($p > 0,05$). De modo geral, observa-se o impacto positivo da FCM, onde o aumento da sua concentração resulta em um maior teor de CFT nos pães enriquecidos. Considerando as propriedades e ação protetora dos CFT quando consumidos regularmente na dieta (ALBUQUERQUE *et al.*, 2020) o consumo dos pães enriquecidos com a FCM pode contribuir para a manutenção da saúde consumidor.

Comparando o teor de CFT do P100% com os resultados de um pão com farinha de trigo, estudado por Li *et al.* (2015), observa-se que mesmo considerando a menor média encontrada no P100% (395,60 mg de EAG/100g), ainda é muito superior aos 226,4 $\mu\text{g EAG/g}^{-1}$ de CFT encontrados no pão com a farinha de trigo. Resultados inferiores de CFT também foram observados no estudo de Saccotelli *et al.* (2018) com pães adicionados de 15% de farinha de vegetais, com médias entre 2,40 e 2,58 mg de EAG/g⁻¹, referentes aos pães desenvolvidos com farinha de cogumelo e de abobrinha, respectivamente.

Tabela 5 – Resultados para os compostos fenólicos totais, flavonoides totais, atividade antioxidante e oxidação das diferentes formulações de pães armazenadas em temperatura ambiente.

Compostos Bioativos, Atividade Antioxidante e Oxidação	DIAS	PÃES		
		PC	P50%	P100%
Compostos fenólicos totais (mg EAG/100g)	1	213,21±0,00 ^{cA}	370,44±10,89 ^{bA}	590,57 ±18,87 ^{aA}
	3	24,53 ± 0,00 ^{cB}	232,08± 18,87 ^{bB}	489,94 ±10,89 ^{aB}
	6	24,53±0,00 ^{bB}	30,82±10,89 ^{bC}	395,60±10,89 ^{aC}
Flavonóides totais (mg EC/100g)	1	3,94 ± 0,00 ^{cA}	4,58±0,04 ^{bA}	6,56±0,17 ^{aA}
	3	3,94 ± 0,00 ^{cA}	4,56 ± 0,00 ^{bA}	6,46±0,04 ^{aA}
	6	3,94 ± 0,00 ^{cA}	4,56 ± 0,00 ^{bA}	6,17 ±0,31 ^{aB}
Atividade antioxidante FRAP ($\mu\text{mol ET}/100\text{g}$)	1	1,41±0,01 ^{aA}	1,08±0,00 ^{bC}	1,10±0,01 ^{bB}
	3	0,93±0,00 ^{cB}	1,97±0,01 ^{bA}	2,20±0,01 ^{aA}
	6	0,91 ± 0,00 ^{cC}	1,73 ± 0,01 ^{bB}	2,19 ± 0,01 ^{aA}
ABTS ($\mu\text{mol ET}/\text{g}$)	1	1,28 ±0,04 ^{cA}	3,16 ±0,05 ^{bA}	7,55 ±0,09 ^{aA}
	3	1,20±0,02 ^{cB}	2,85±0,02 ^{bB}	5,97±0,07 ^{aB}
	6	0,71 ± 0,02 ^{cC}	2,80 ± 0,01 ^{bB}	5,78 ± 0,09 ^{aB}
TBARS (mg de MA/Kg de amostra)	1	0,031±0,00 ^{aA}	0,031±0,00 ^{aA}	0,031±0,00 ^{aA}
	3	0,031±0,00 ^{aA}	0,031±0,00 ^{aA}	0,031±0,00 ^{aA}
	6	0,021±0,01 ^{aB}	0,021±0,01 ^{aB}	0,021±0,01 ^{aB}

PC - pão controle sem adição da farinha da castanha de munguba; P50% - pão adicionado de 50% da farinha da castanha de munguba; P100% - pão adicionado de 100% da farinha da castanha de munguba. Valores expressos em média \pm desvio-padrão. Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos; letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) ao longo do período de armazenamento.

Em relação aos flavonoides totais, as médias obtidas partiram de 3,94 a 6,56 mg de EC/100g (Tabela 5), e todas as formulações apresentaram diferença significativa em todo o período de armazenamento ($p \leq 0,05$), onde os maiores teores de FT foram encontrados no 1º dia

de armazenamento, decrescendo de P100% (6,56mg de EC/100g), P50% (4,58mg de EC/100g) a PC (3,94 mg de EC/100g). Ao final do armazenamento (6º dia), apenas o P100% apresentou redução significativa no teor de flavonoides totais ($p \leq 0,05$), mas mantendo as maiores médias.

Li e colaboradores (2015) encontraram uma média de 85.3 μg de ER/ g^{-1} de FT em pão desenvolvido com farinha de trigo, valor superior aos encontrados no presente estudo para todas as formulações avaliadas que tem como ponto em comum, serem elaboradas com farinha de oleaginosas (FCM e farinha de amêndoas). Outras formulações em que o conteúdo de FT mostrou-se superior aos dos pães elaborados com FCM foram as estudadas por Saccotelli *et al.* (2018), onde o menor teor foi encontrado no pão com 15% de farinha de funcho (0,40 mg EQ/ g^{-1}) e o maior no pão com 15% de farinha de alcachofra (0,70 mg EQ/ g^{-1}).

A avaliação da atividade antioxidante dos pães também ocorreu através dos métodos FRAP e ABTS⁺. Quanto aos resultados obtidos pelo método FRAP, as médias variaram entre 0,91 e 2,20 μmol de ET/100g (Tabela 5), e as formulações diferiram estatisticamente entre si durante todo o período de armazenamento ($p \leq 0,05$), exceto no 1º dia de análise, onde P50% e P100% não apresentaram diferença significativa entre si ($p > 0,05$).

A maior atividade antioxidante FRAP foi detectada no 3º dia de armazenamento na formulação P100% (2,20 μmol ET/100g). É importante destacar que o P50% e o P100%, quando os resultados do 1º dia de armazenamento foram comparados aos do 6º dia, apresentaram um aumento significativo no potencial antioxidante, em contrapartida, o PC mostrou considerável redução ($p \leq 0,05$).

Valor de atividade antioxidante superior ao P100% foi encontrado em um pão de farinha de trigo desenvolvido por Li *et al.* (2015) (27.8 $\mu\text{mol L}^{-1}$ ET/ g^{-1}). Chlopicka *et al.* (2012) também encontraram valores superiores da atividade antioxidante pelo método FRAP em pães desenvolvidos com 30% de farinha de trigo-sarraceno (150,8 mg Trolox/100 g), amaranto (114,1 mg Trolox/100 g) e quinoa (76,5 mg Trolox/100 g).

Quanto ao método ABTS⁺, a menor atividade antioxidante detectada (0,71 μmol ET/g) foi observada no PC no 6º dia de armazenamento, ao passo que a maior média foi encontrada no P100% (7,55 μmol ET/g) no 1º dia (Tabela 5). Resultados superiores foram encontrados por Li *et al.* (2015) em um pão desenvolvido com farinha de trigo (8.8 mmol L^{-1} FeSO₄ g^{-1}).

Em pães desenvolvidos por Saccotelli *et al.* (2018) com 15% de farinha de vegetais, a menor e a maior atividade antioxidante encontrada através do método ABTS foram 0,46 mg Trolox/ g^{-1} para pão com farinha de alcachofra e 1,03 mg Trolox/ g^{-1} para pão com farinha de abobrinha. Ressalta-se que tanto no ensaio ABTS⁺, quanto no FRAP, as distinções encontradas podem ser influenciadas pelas diferentes técnicas de análises dos estudos.

Todas as formulações diferiram entre si ao decorrer de todo o período de análises ($p \leq 0,05$) no ensaio ABTS⁺, apresentando um mesmo padrão sequencial, partindo de P100%, P50% ao PC. O tempo de conservação influenciou no potencial antioxidante de todas as formulações, havendo redução significativa ao final do período de armazenamento ($p \leq 0,05$).

Analisando os resultados de ambos os métodos, nota-se que a adição da FCM afetou significativamente a atividade antioxidante dos pães elaborados, tendo em vista que a medida em que a concentração da FCM aumentou, elevou-se a atividade antioxidante; Wahyono e colaboradores (2020) também observaram um aumento na atividade antioxidante em relação ao pão controle ao elevar a concentração de farinha de abóbora em um pão.

Ao observar o conteúdo de CFT, FT e atividade antioxidante em conjunto, constata-se que os pães adicionados da FCM obtiveram um valor reduzido de todos esses parâmetros em relação a farinha. Situação semelhante ocorreu no estudo de Li *et al.* (2015), onde foi demonstrado que macarrão e pão cozido no vapor elaborados com farinha de trigo reduziram em 70,1% e 79,7%, respectivamente, o conteúdo de CFT em relação a farinha, bem como houve redução de flavonoides e atividade antioxidante; concluindo-se que o processamento afeta a sua capacidade de ação antioxidante.

A partir disso, infere-se que o processamento com o emprego de calor afeta o conteúdo de compostos bioativos e capacidade antioxidante, degradando-os durante o forneamento. Outras razões que podem explicar essa redução em relação a farinha estão relacionadas com o acréscimo dos ingredientes, resultando na redução da concentração da farinha e ação degradante das enzimas presentes neles que iniciam com a adição da água, por fim, a incorporação de oxigênio durante a manipulação (CHLOPICKA *et al.*, 2012).

No que se refere ao método de reação de substâncias ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), é um dos métodos mais utilizado quando se deseja verificar os efeitos da oxidação lipídica, ocorrendo através da quantificação do malonaldeído (MDA) formado durante o processo oxidativo a partir da decomposição dos hidroperóxidos dos ácidos graxos poli-insaturados - AGPI (DE LIMA JÚNIOR *et al.*, 2013).

Os resultados da análise de TBARS podem ser observados na Tabela 5, os quais variaram de 0,021 a 0,031mg de MA/Kg, onde nota-se que as formulações não apresentaram diferença entre si ($p > 0,05$). Durante o armazenamento, apenas o 6º diferiu do 1º e 3º dia de análises ($p \leq 0,05$), apresentando redução significativa da oxidação em todas as amostras. Olagunju, Oluwajuyitan e Oyeleye (2021) e Rodrigues (2021) também identificaram redução nos valores de MA em pães adicionados de farinha de amaranto e biscoitos de polvilho com adição de coproduto da própolis, respectivamente, assim sugerindo redução da oxidação

lipídica. A inibição da oxidação dos lipídios facilita a digestão, bem como oferta estabilidade na vida de prateleira do produto (OLAGUNJU; OLUWAJUYITAN; OYELEYE, 2021).

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DOS PÃES

Avaliar a qualidade microbiológica dos alimentos é de suma importância para verificar se está apto para o consumo e se não oferta riscos a saúde do consumidor (MOREIRA *et al.*, 2013), ainda, é possível inferir a partir dos resultados obtidos se o processamento e manipulação dos pães elaborados ocorreram em adequadas condições higiênico-sanitárias, a fim de suceder uma qualidade microbiológica em conformidade com os padrões microbiológicos da legislação vigente.

As análises microbiológicas ocorreram nos tempos 1, 3 e 6, excetuando a de *Salmonella*, a qual foi avaliada apenas no dia 1. Ao que refere a análise de *Salmonella*, em todas as formulações não fora detectada (Tabela 6), correspondendo ao exigido pela legislação vigente, a qual determina que o padrão seja a ausência de *Salmonella* em 25g para pães e outros produtos de panificação estáveis à temperatura ambiente (BRASIL, 2019).

Gomes *et al.* (2020) também não detectaram a presença de *Salmonella* em pão enriquecido com farinha a base de buriti. Esses dados são satisfatórios, tendo em vista que a *Salmonella* é um importante agente causador de doenças transmitidas por alimentos, ocasionando taxas significativas de morbidade e mortalidade (FORSYTHE, 2013).

Já a respeito dos coliformes a 45°C, bolores e leveduras, todas as formulações apresentaram o mesmo padrão microbiológico com $<1,00 \text{ UFC} \cdot \text{g}^{-1}$ (Tabela 6). Anang *et al.* (2018) com pão com 25% de farinha de semente de melancia desengordurada e Khateeb e Hussaini (2020) com pão com 65% de farinha de trigo e 35% farelo de trigo também detectaram a presença de coliformes em suas formulações, identificando $1,0 \times 10^2 \text{ UFC} \cdot \text{g}^{-1}$ e 19 UFC, respectivamente.

Referente a bolores e leveduras, as formulações desenvolvidas apresentaram valores inferiores ($<1,00 \text{ UFC} \cdot \text{g}^{-1}$) aos encontrados por Bhat *et al.* (2015) que identificaram de 2,23 a $2,61 \times 10^2 \text{ UFC/g}$ em pães de trigo suplementados com diferentes concentrações de farinha de castanha d'água; e por De Oliveira e Marinho (2010) com panetone de farinha de trigo com substituição de 25% por farinha de pupunha, encontrando $< 10 \text{ UFC/g}$.

Tabela 6 – Resultados das análises microbiológicas realizadas nas diferentes formulações de pães durante o armazenamento.

MICROORGANISMOS	DIAS	PÃES		
		PC	P50%	P100%
<i>Salmonella</i> (Ausência em 25g)	1	Ausência	Ausência	Ausência
Coliformes a 45°C (UFC·g ⁻¹)	1	<1,00	<1,00	<1,00
	3	<1,00	<1,00	<1,00
	6	<1,00	<1,00	<1,00
Bolores e leveduras (UFC·g ⁻¹)	1	<1,00	<1,00	<1,00
	3	<1,00	<1,00	<1,00
	6	<1,00	<1,00	<1,00
Mesófilos (UFC·g ⁻¹)	1	4,20± 0,02 ^{aC}	3,95± 0,00 ^{bC}	3,10± 0,02 ^{cC}
	3	4,56± 0,03 ^{aB}	4,30± 0,01 ^{bB}	3,29± 0,01 ^{cB}
	6	4,60± 0,00 ^{aA}	4,37± 0,01 ^{bA}	3,60± 0,05 ^{cA}

PC - pão controle sem adição da farinha da castanha de munguba; P50% - pão adicionado de 50% da farinha da castanha de munguba; P100% - pão adicionado de 100% da farinha da castanha de munguba. Valores expressos em média ± desvio-padrão. Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos; letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) ao longo do período de armazenamento.

Após o processamento os pães estão livres de contaminação por alguns MO devido à inativação térmica na etapa de forneamento, entretanto, a explicação da presença desses MO nas formulações de pães pode estar relacionada a contaminação após esse processo, nas etapas de resfriamento e/ou embalagem (MIÑARRO *et al.*, 2012). Apesar disso, a detecção de coliformes, bolores e leveduras nos pães elaborados é inferior a contagem máxima permitida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001, 2019).

O potencial antimicrobiano da FCM pode ser reforçado a partir da análise dos resultados acerca dos MO mesófilos expostos na Tabela 6, onde quanto maior a concentração de FCM no pão, menor a quantidade de MO detectados. As médias variaram entre 3,10 e 4,60 UFC·g⁻¹, onde todas as formulações apresentaram diferença significativa entre si quanto a esse tipo de MO ($p \leq 0,05$) e a P100% obteve as menores médias. Tendo a P100% como referência, apresentou médias inferiores as encontradas por Miñarro *et al.* (2012), detectando de 3,94 a 4,95 UFC em pães com farinha de leguminosas.

Moreira *et al.* (2013) elucidam que a presença de MO mesófilos nos alimentos provoca deterioração, ocasionando efeitos indesejáveis as características organolépticas. Os resultados

obtidos para mesófilos na presente pesquisa estiveram abaixo do padrão máximo permitido de 5×10^2 UFC/g. Houve um aumento considerável na contagem dos MO mesófilos em todas as formulações ao final do período de armazenamento ($p \leq 0,05$).

Outro fator que pode elucidar a quantidade reduzida de microorganismos na formulação com maior concentração da FCM, é o seu conteúdo de compostos fenólicos, dado que conforme Cabral *et al.* (2009) em um estudo com própolis vermelha, atribui-se, em parte, a ação antimicrobiana ao teor de compostos fenólicos. Ao avaliar a aparência dos pães elaborados, observou-se que a amostra P100% apresentou um melhor estado de conservação no 6º dia do período de armazenamento, em relação a deterioração fúngica aparente, demonstrando mais uma vez a ação antimicrobiana da FCM.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os resultados anteriormente expostos, a FCM apresenta riqueza de nutrientes, como o conteúdo de proteínas e minerais (cinzas), bom perfil de Aa e umidade, ofertando-lhe estabilidade microbiológica; além de um alto teor de compostos bioativos e atividade antioxidante, especialmente ao que se refere aos compostos fenólicos. Ainda, o processamento das castanhas de munguba resultaram em um bom rendimento de farinha. Assim, a FCM apresenta potencial tecnológico para a incorporação em produtos alimentícios.

No que se refere a adição da FCM na formulação dos pães, ofertou redução do teor de lipídios e no valor calórico. Embora não tenha afetado significativamente no aumento do teor de proteínas, diferente do conteúdo de minerais (cinzas) que foi influenciado positivamente pela adição da FCM, ainda considera-se os pães como produtos fonte de proteínas. A adição da FCM nos pães ofertou um bom percentual de compostos bioativos, além de influenciar positividade no aumento da atividade antioxidante dos pães a medida em que elevou-se a sua concentração.

Ao avaliar os aspectos microbiológicos, após a elaboração dos pães, constatou-se uma influência positiva da FCM na adequação de níveis seguros de microorganismos, revelando potencial antimicrobiano, haja vista que a medida em que houve o aumento da concentração da FCM, menor foi a contagem de microorganismos e deterioração aparente. De modo geral, ao analisar as informações anteriormente expostas e ao comparar a FCM com outras farinhas, mostra-se que a sua incorporação na elaboração de pães oferta características satisfatórias e com possibilidade de comercialização, além de uma alternativa para celíacos e dietas especiais.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, B. R. *et al.* Phenolic compounds: Current industrial applications, limitations and future challenges. **Food & Function**, v. 12, n. 1, 2021. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2020/fo/d0fo02324h>. Acesso em: 28 jun. 2022.
- ALOBO, A. P.; AGBO, B. N.; ILESANMI, S. A. Physicochemical and functional properties of full fat and defatted cashew kernel flours. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, n. 3, p. 581-585, 2009.
- ANANG, D. A. *et al.* Nutritional, microbial and sensory attributes of bread fortified with defatted watermelon seed flour. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 6, p. 1468-1475, jun. 2018.
- AOAC - Association of Official Agricultural Chemists. **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 20. ed. Gaithersburg: Maryland, 2016.
- APHA - American Public Health Association. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 5. ed. Washington: Armer Public Health assn, 2015. 995 p.
- ASEN, N. D.; *et al.* Comparative Evaluation of the Antioxidant Properties of Whole Peanut Flour, Defatted Peanut Protein Meal, and Peanut Protein Concentrate. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 5, 2021. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fsufs.2021.765364>. Acesso em: 2 fev. 2022.
- BHAT, J. *et al.* Physical Characteristics and Microbial Analysis of Water Chest nut Supplemented Bread. **American Journal of Food Science and Nutrition Research**, v. 2, n. 4, p. 115-118, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Amir-Gull/publication/278032170_Physical_Characteristics_and_Microbial_Analysis_of_Water_Chest_nut_Supplemented_Bread/links/557ab41308aee4bf82d4f313/Physical-Characteristics-and-Microbial-Analysis-of-Water-Chest-nut-Supplemented-Bread.pdf. Acesso em: 28 jun. 2022.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, edição 249, p. 133, 26 dez. 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356>. Acesso em: 3 mar. 2022.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução normativa-in nº 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, edição 195, p. 113, 9 out. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-75-de-8-de-outubro-de-2020-282071143>. Acesso em: 4 jan. 2022.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada - RDC Nº 12, de 02 de Janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**: nº 1, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao->

1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-12-de-2-de-janeiro-de-2001.pdf/view. Acesso em: 21 mar. 2022.

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. Ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, vol. 239, n. 1, p. 70-76, 1996.

BORGES, J. T. S. *et al.* Caracterização físico-química e sensorial de pão de sal enriquecido com farinha integral de linhaça. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 29, n. 1, p. 83-96, jan./jun. 2011. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/22758>. Acesso em: 13 jan. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263, de 22 set. 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, n. 184, p. 368-369, 23 set. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 331, de 23 dez. 2019. Regulamento Técnico Sobre os Padrões de Microbiologia Para Alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 dez. 2019. p. 96, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27, de 13 jan. 1998. 1998. Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar. **Diário Oficial da União**, Brasília. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs/1/1998/prt0027_13_01_1998.html. Acesso em: 10 abr. 2022.

CABRAL, I. S. R. *et al.* Composição fenólica, atividade antibacteriana e antioxidante da própolis vermelha brasileira. **Química Nova**, v. 32, n. 6, p. 1523-1527, 2009.

CANO-CHAUCA, M. *et al.* Curvas de secagem e avaliação da atividade de água da banana passa. **Boletim do centro de pesquisa de processamento de alimentos**, Curitiba, v. 22, n. 1, p. 121-132, jan./jun., 2004. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/viewFile/1184/985>. Acesso em: 12 jun. 2022.

CARDOSO, R. V. C. *et al.* Physicochemical characterization and microbiology of wheat and rye flours. **Food Chemistry**, v. 280, p. 123-129, maio 2019.

CHLOPICKA, J. *et al.* Total phenolic and total flavonoid content, antioxidant activity and sensory evaluation of pseudocereal breads. **LWT - Food Science and Technology**, v. 46, maio 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643811003641>. Acesso em: 24 mar. 2022.

COE, F. G. *et al.* The good and the bad: Alkaloid screening and brineshrimp bioassays of aqueous extracts of 31 medicinal plants of eastern Nicaragua. **Pharmaceutical Biology**, v. 50, n. 3, p. 384-392, 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22117166/>. Acesso em: 4 dez. 2020.

COHEN, K. O.; CHISTE, R. C.; MATHIAS, E. A. Obtenção de farinha parcialmente desengordurada de castanha-do-brasil. Circular técnica 42, 2006. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/409321/producao-de-farinha-parcialmente-desengordurada-de-castanha-do-brasil>. Acesso em: 17 fev. 2022.

DA SILVA, S. M. T. *et al.* Caracterização físico-química, compostos bioativos e atividade antioxidante de amêndoas de *Pachira aquatica* Aublet. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, 2020.

DE BARROS, M. *et al.* Estudo da ação antioxidante da Farinha de Pinhão em Biscoitos tipo cookie. **Brazilian Journal of health Review**, Curitiba, v. 3, n. 6, p. 16166-16185, nov./dez. 2020.

DE LIMA JÚNIOR, D. M. *et al.* Oxidação lipídica e qualidade da carne ovina. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 7, n. 1 p. 14-28, 2013.

DE MAGALHÃES, B. E. A.; DOS SANTOS, W. N. L. Conteúdo fenólico e atividade antioxidante de farinha integral de amaranto. *In*: NARDELI, J. V. (org.). **Atividades de ensino e de pesquisa em química 3**. Ponta Grossa: Editora Atena, 2020. cap. 11, p. 87-94.

DE MENEZES FILHO, A. C. P. *et al.* Parâmetros físico-químicos, tecnológicos, atividade antioxidante, conteúdo de fenólicos totais e carotenóides das farinhas dos frutos do jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne). **Multi-Science Journal**, v. 2, n. 1, p. 93-100, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ifgoiano.edu.br/index.php/multiscience/article/view/900>. Acesso em: 24 mar. 2022.

DE OLIVEIRA, A. L. A.; DA CRUZ, F. T.; SCHNEIDER, S. Sustentabilidade e escolhas alimentares: por uma biografia ambiental dos alimentos. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 146-158, abr. 2019.

DE OLIVEIRA, A. M. M. M.; MARINHO, H. A. Desenvolvimento de panetone à base de farinha de pupunha (*Bactris gasipaes* kunth). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 4, p. 595-605, out./dez. 2010.

DE PILLI, T. *et al.* Study on formation of starch–lipid complexes during extrusion-cooking of almond flour. **Journal of Food Engineering**, v. 87, n. 4, p. 495-504, 2008.

DE SOUSA, F. C. *et al.* Parâmetros físicos e físico-químicos da polpa de pequi. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 1, p. 12-15, jan./mar. 2012.

DOS SANTOS, D. *et al.* Desenvolvimento de pão francês com a adição de farinha de caroço de jaca (*Artocarpus integrifolia* L.). **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 597-602, 2012. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/ciencias%20agrarias/desenvolvimento%20de%20pao.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2022.

DUTRA-DE-OLIVEIRA, J. E.; MARCHINI, J. S. **Ciências nutricionais**. São Paulo: Sarvier, p. 133- 165, 1998.

FARIAS, S. M. O. C. **Avaliação da Secagem em Diferentes Temperaturas sobre o Teor de Licopeno, Carotenoides Totais, Compostos Fenólicos e Propriedades Tecnológicas do**

Resíduo Sólido do Beneficiamento da Goiaba (*Psidium Guajava*). 2016. 136 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2016.

FERREIRA NETO, C. J.; DE FIGUEIRÊDO, R. M.; QUEIROZ, A. J. M. Avaliação sensorial e da atividade de água em farinhas de mandioca temperadas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 4, p. 795-802, jul./ago. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/PHgN3hVksCChWhrxBQ4JQnc/?lang=pt>. Acesso em: 1 abr. 2022.

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

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. Tradução: Andréia Bianchini [et al.]. revisão técnica: Eduardo Cesar Tondo. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

GOMES, A. A. B.; FERREIRA, M. E.; PIMENTEL, T. C. Bread with flour obtained from green banana with its peel as partial substitute for wheat flour: Physical, chemical and microbiological characteristics and acceptance. **International Food Research Journal**, v. 23, n. 5, p. 2214-2222, 2016.

GOMES, R. C. *et al.* Elaboração e caracterização do pão enriquecido com farinha a base de buriti (*Mauritia flexuosa* L.). **PUBVET**, v. 14, n. 1, p. 1-5, Jan. 2020. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/artigo/6121/elaboraccedilatildeo-e-caracterizaccedilatildeo-do-patildeo-enriquecido-com-farinha-a-base-de-buriti-mauritia-flexuosa-l>. Acesso em: 21 mar. 2022.

GOULD, G. W. Preservation: past, present and future. **British medical bulletin**, v. 56, n. 1, p. 84-96, 2000. Disponível em: <https://academic.oup.com/bmb/article/56/1/84/388080?login=false>. Acesso em: 18 jun. 2022.

HASSAN, K.; A-KADER, H. Celiac disease: the search for adjunctive or alternative therapies. **Expert Review of Gastroenterology & Hepatology**, v. 8, n. 3, p. 313-321, 2014.

HOSSAIN, M. T. *et al.* Development and quality evaluation of bread supplemented with jackfruit seed flour. **International Journal of Nutrition and Food Sciences**, v. 3, n. 5, p. 484-487, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Manobendro-Sarker/publication/312200331_Development_and_Quality_Evaluation_of_Bread_Supplemented_with_Jackfruit_Seed_Flour/links/5e33f886299bf1cdb9ffadbd/Development-and-Quality-Evaluation-of-Bread-Supplemented-with-Jackfruit-Seed-Flour.pdf. Acesso em: 29 jun. 2022.

IKEDA, M. *et al.* Nutritional and bioactive composition of achachairu (*Garcinia humilis*) seed flour: A potential ingredient at three stages of ripening. **LWT - Food Science and Technology**, v. 152, p. 112251, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643821014043>. Acesso em: 26 jun. 2022.

JORGE, N.; LUZIA, D. M. M. Caracterização do óleo das sementes de *Pachira aquatica* Aublet para aproveitamento alimentar. **Acta Amazonica**, v. 42, n.1, p. 149-156, mar. 2012.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/aa/a/fjHC7WdsZRR8vjYPkckRmzq/?lang=pt#:~:text=O%20teor%20de%20%C3%B3leo%20nas,de%2027%2C4%20g%20I2>. Acesso em: 13 fev. 2022.

KHATEEB, S. M.; HUSSAINI, S. Z. Assessment of microbial quality of wheat bran fortified bread. **The Pharma Innovation Journal**, v. 9, n. 1, p. 341-344, 2020. Disponível em: <https://www.thepharmajournal.com/archives/?year=2020&vol=9&issue=1&ArticleId=4304>. Acesso em: 22 mar. 2022.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014. 768 p.

KRYSIAK, W. Roasting conditions and cocoa bean quality. **Acta Agrophysica**, v. 77, p. 51-60, 2002. Disponível em: <https://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.agro-article-33ca5a23-d577-4467-9e2c-7b9c76084880>. Acesso em: 26 jun. 2022.

LEONEL, S.; LEONEL, M.; SAMPAIO, A. C. Processamento de frutos de abacaxizeiro cv smooth cayenne: perfil de açúcares e ácidos dos sucos e composição nutricional da farinha de cascas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 2, p. 433-439, jun. 2014.

LI, Y. *et al.* Total phenolic, flavonoid content, and antioxidant activity of flour, noodles, and steamed bread made from different colored wheat grains by three milling methods. **The Crop Journal**, v. 3, n. 4, p. 328-334, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214514115000471>. Acesso em: 13 fev. 2022.

LIU, M. *et al.* Antioxidant and antiproliferative activities of raspberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 10, p. 2926-2930, 2002.

MAPA- Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 8/2005. Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, p. 91. 3 jun. 2005. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/636754/pg-91-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-03-06-2005>. Acesso em: 29 jan. 2022.

MALTINI, E. *et al.* Water activity and the preservation of plant foods. **Food Chemistry**, v. 82, n. 1, p. 79-86, jul. 2003.

MIÑARRO, B. *et al.* Effect of legume flours on baking characteristics of gluten-free bread. **Journal of Cereal Science**, v. 56, n. 2, p. 476-481, set. 2012.

MOREIRA, I. S. *et al.* Avaliação microbiológica e nutricional de biscoito e pão de mel. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 8, n. 1, p. 313-317, jan./mar. 2013.

MUDAU, M. *et al.* Physicochemical characteristics of bread partially substituted with finger millet (*Eleusine corocana*) flour. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/TMz7cB4b8tFJggbkQ3nrNqx/?lang=en>. Acesso em: 20 abr. 2022.

NARCISO, G. *et al.* Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) na gastronomia: A Capeba (*Pothomorphe Umbellata*) como base para elaboração de pratos. **Revista Pensar Gastronomia**, v. 3, n. 1, abr. 2017.

NGEMAKWE, P. H. N.; ROES-HILL, M. L.; JIDEANI, V. A. Advances in gluten-free bread technology. **Food Science and Technology International**, v. 21, n. 4, p. 256-276, 2014. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1082013214531425>. Acesso em: 27 out. 2020.

OCLOO, F. C. K. *et al.* Physico-chemical, functional and pasting characteristics of flour produced from Jackfruits (*Artocarpus heterophyllus*) seeds. **Agriculture and biology journal of North America**, v. 1, n. 5, p. 903-908, 2010.

OLAGUNJU, A. I.; OLUWAJUYITAN, T. D.; OYELEYE, S. I. Multigrain bread: dough rheology, quality characteristics, in vitro antioxidant and antidiabetic properties. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 15, p. 1851-1864, 2021.

OLIVEIRA, J. T. A. *et al.* Composition and nutritional properties of seeds from *Pachira aquatica* Aubl, *Sterculia striata* St Hil et Naud and *Terminalia catappa* Linn. **Food Chemistry**, v. 70, p. 185-191, 2000.

PARZANESE, I. *et al.* Celiac disease: From pathophysiology to treatment. **World Journal of Gastrointestinal Pathophysiology**, v. 8, n. 2, p. 27-38, maio 2017.

PASCHOAL, V.; GOUVEIA, I.; SOUZA, N. S. Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs): o potencial da biodiversidade brasileira. **Revista Brasileira De Nutrição Funcional**, v. 33, n. 68, p. 8-14, 2016. Disponível em: <https://www.vponline.com.br/portal/noticia/pdf/69c8eaa376fded1bf13a053e868facf0.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2021.

PESCE, C. **Oleaginosas da Amazônia**. 2. ed., rev. e atual. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, 2009. 334 p.

PESSANHA, K. L. F. *et al.* Impact of whole millet extruded flour on the physicochemical properties and antihyperglycemic activity of gluten free bread. **LWT - Food Science and Technology**, v. 147, jul. 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643821006484>. Acesso em: 26 fev. 2022.

PULIDO, R.; BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, vol. 48, n. 8, p. 396-402, 2000.

RAHARJO, S.; SOFOS, J. N.; SCHMIDT, G. R. Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acidextraction thiobarbituric acid – C18 method for measuring lipid peroxidation in beef. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 40, n. 11, p. 2182-2185, 1992.

- RAMOS, S. A. *et al.* Development and characterization of the profile of volatile compounds of ice cream cone produced with Tommy Atkins mango peel and kernel flour. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. e11310313006, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13006>. Acesso em: 22 mar. 2022.
- REINERI, D.; SINSEN, A. C.; BERNARDI, N. C. Obtenção e caracterização da farinha de amêndoa da semente de *Araucaria angustifolia*. **Synergismus scyentifica UTFPR**, Pato Branco, v. 12, n. 1, p. 81-87, 2017.
- ROBERTO, C. D.; TEIXEIRA, L. J. Q.; DE CARVALHO, R. V. (org.). **Tópicos especiais em ciência e tecnologia de alimentos**. v. 1. Vitória: EDUFES, 2020. 334 p.
- RODRIGUES, A. P. *et al.* Chemical Composition and Antioxidant Activity of Monguba (*Pachira aquatica*) Seeds. **Food Research International**, v. 121, p. 880-887, jul. 2019.
- RODRIGUES, R. **Coproduto da própolis como inibidor da oxidação lipídica em biscoitos de polvilho**. 2020. 93 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2021.
- SACCOTELLI, M. *et al.* Gluten-Free Bread Enriched with Vegetable Flours. **Food and Nutrition Sciences**, v. 9, n. 4, p. 356-368, abr. 2018. Disponível em: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=84113>. Acesso em: 24 mar. 2022.
- SADLER, G. D.; MURPHY, P. A. pH and Titratable Acidity. *In*: Food Analysis. **Food Analysis**. Boston: Editora Springer, 2010. cap. 13. p. 219-238. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1478-1_13. Acesso em: 14 fev. 2022.
- SANTOS, J. C. *et al.* Processamento e avaliação da estabilidade da farinha de banana verde. **Exacta**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 219-224, 2010. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81016917011>. Acesso em: 22 mar. 2022.
- SILVA, B. L. A.; BORA, P. S.; DE AZEVEDO, C. C. Caracterização química parcial das Proteínas das Amêndoas da Munguba (*Pachira aquatica* Aubl). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, n. 3, p. 333-340, 2010.
- SILVA, D. V. *et al.* Nutritional properties of baru almond (*Dipteryx alata* Vogel) flours produced from fruits subjected to drying. **Australian Journal of Crop Science**, v. 16, n. 2, p. 171-176, 2022.
- SILVA, K. B. **et al.** Caracterização morfológica de frutos, sementes e fases da germinação de *Pachira aquatica* Aubl. (Bombacaceae). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 891-898, 2012.
- SOUSA, D. O. **Produção e aplicação da farinha de ora-pro-nóbis (*pereskia aculeata* mill.) para o desenvolvimento de novos produtos: uma revisão**. 2021. 42 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2021.

STORRER, D. *et al.* Desenvolvimento de pão com adição de farinha de bagaço de laranja: análises sensoriais, físico-químicas e microbiológicas. **Revista Eletrônica Biociências, Biotecnologia e Saúde**, v. 9, n. 18, p. 43-50, maio-ago. 2017.

SUCUPIRA, N. R. *et al.* Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos. **UNOPAR Científica - Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 14, n. 4, p. 263-269, 2012. Disponível em: <https://journalhealthscience.pgsskroton.com.br/article/view/885>. Acesso em: 22 dez. 2021.

SURVESWARAN, S.; CAI, Y. Z.; CORKE, H.; SUN, M. Systematic evaluation of natural phenolic antioxidants from 133 Indian medicinal plants. **Food Chemistry**, v. 102, n. 3, p. 938-953, 2007.

VIEIRA, U. C. *et al.* Influência da adição de fécula de mandioca nas características do pão tipo chá. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 28, n. 1, p. 37-48, jan./jun. 2010. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/17895>. Acesso em: 29 jan. 2022.

WAHYONO, A. *et al.* Antioxidant activity and Total Phenolic Contents of Bread Enriched with Pumpkin Flour. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 411, 2020. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/411/1/012049>. Acesso em: 20 jan. 2022.

YADAV, D. N. *et al.* Effect of de-oiled peanut meal flour (DPMF) on the textural, organoleptic and physico chemical properties of bread. **International Food Research Journal**, v. 20, n. 3, p. 1307-1312, 2013.

ZHISHEN, J.; MENGCHENG, T.; JIANMING, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. **Food chemistry**, vol. 64, p. 555-559, 1999.

ANEXOS

ANEXO A – Depósito de patente de invenção “Pão adicionado da farinha das sementes de monguba”.



Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT

Número do Processo: BR 10 2021 017803 5

Dados do Depositante (71)

Depositante 1 de 1

Nome ou Razão Social: UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - PB

Tipo de Pessoa: Pessoa Jurídica

CPF/CNPJ: 05055128000176

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Jurídica: Instituição de Ensino e Pesquisa

Endereço: AV. APRIGIO VELOSO, 882 - UNIVERSITÁRIO

Cidade: Campina Grande

Estado: PB

CEP: 58429900

País: Brasil

Telefone: (83) 2011601

Fax: (83) 21011601

Email: nitt@ufcg.edu.br

**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em 08/09/2021 às 18:21, Petição 870210082828

Dados do Pedido

Natureza Patente: 10 - Patente de Invenção (PI)

Título da Invenção ou Modelo de Utilidade (54): PÃO ADICIONADO DA FARINHA DAS SEMENTES DE MONGUBA (Pachira aquatica)

Resumo: Trata-se da elaboração de pão adicionado da farinha das sementes de monguba (Pachira aquatica), um produto atrativo e, diferenciado por ser constituído de ingredientes naturais como a fécula de mandioca, fécula de batata, goma xantana, psyllium e a farinha das sementes de monguba, que possui características sensoriais agradáveis em vista de seu sabor e aroma evidentes, além de apresentar considerável conteúdo de nutrientes como proteínas, lipídeos e compostos bioativos, substâncias que podem contribuir na promoção da saúde e prevenção de doenças no consumidor. A invenção se destaca principalmente pela incorporação da farinha das sementes de monguba, um vegetal ainda pouco explorado na alimentação popular, mas que pode contribuir de forma significativa para a nutrição e saúde humana, já que é rico em proteínas, aminoácidos essenciais, compostos fenólicos, e que também pode ser benéfico para o próprio produto, pois possui compostos com evidências de atividade antifúngica, ação que pode contribuir com o prolongamento do tempo de vida útil do pão. É importante ressaltar que a formulação possui metodologia de fácil reprodutibilidade e execução, priorizando ingredientes naturais e de fácil acesso, bem como o uso de equipamentos simples utilizados rotineiramente no processamento de produtos de panificação, garantindo um produto final com qualidade nutricional e tecnológica adequadas. Por fim, pode-se salientar, que por incorporar um ingrediente pouco utilizado como a farinha das sementes da monguba, a referida formulação pode contribuir de forma considerável na expansão da economia regional, além da diversificação da alimentação e segurança alimentar da população.

Figura a publicar: 1

**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em 08/09/2021 às 18:21, Petição 870210082828