



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

MATHEUS BARBOSA SANTIAGO

**CLADÓDIO DE FACHEIRO (*Pilosocereus Pachycladus*): OBTENÇÃO
DE FARINHA E ELABORAÇÃO DE BISCOITOS TIPO COOKIES**

JOÃO PESSOA

2025

MATHEUS BARBOSA SANTIAGO

**CLADÓDIO DE FACHEIRO (*Pilosocereus Pachycladus*): OBTENÇÃO
DE FARINHA E ELABORAÇÃO DE BISCOITOS TIPO COOKIES**

Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido e apresentado no âmbito do Curso de Graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba como requisito obrigatório para obtenção do título de Tecnólogo de Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro
Coorientadora: M.Sc Fabrícia de Souza Ferreira

JOÃO PESSOA

2025

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S235c Santiago, Matheus Barbosa.

Cladódio de facheiro (*Pilosocereus Pachycladus*):
obtenção de farinha e elaboração de biscoito tipo
cookies / Matheus Barbosa Santiago. - João Pessoa,
2025.

36 f. : il.

Orientação: Angela Maria Tribuzy de Magalhães
Cordeiro Cordeiro, Fabricia de Souza Ferreira Ferreira.
TCC (Graduação) - UFPB/CTDR.

1. Caatinga. 2. Cookies funcionais. 3. Farinha de
cactos. 4. PANCs. I. Cordeiro, Angela Maria Tribuzy de
Magalhães Cordeiro. II. Ferreira, Fabricia de Souza
Ferreira. III. Título.

UFPB/CTDR

CDU 664.641:582.661.56

MATHEUS BARBOSA SANTIAGO

**CLADÓDIO DE FACHEIRO (*Pilosocereus Pachycladus*): OBTENÇÃO DE
FARINHA E ELABORAÇÃO DE BISCOITOS TIPO COOKIES**

João Pessoa, 06 de maio de 2025

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro
Orientadora

M.Sc Fabrícia de Souza Ferreira
Coorientadora

MSc. Natasha Carolina Melo Diniz
Avaliadora Interna

Mariana Esther Diniz Rabelo
Avaliadora externa

RESUMO

As cactáceas, em especial o facheiro (*Pilosocereus pachycladus*), destacam-se como recursos alimentares estratégicos para o semiárido brasileiro, devido ao seu perfil nutricional rico em fibras, antioxidantes e compostos bioativos. Este estudo teve como objetivo obter a farinha do cladódio do facheiro e desenvolver biscoitos tipo *cookies* com substituição parcial da farinha de trigo por farinha de facheiro, nas proporções de 25%, 50% e 75%, e avaliar suas características físico-químicas e tecnológicas. A farinha foi obtida por desidratação a 50 °C por 24 horas, seguida de moagem. Quatro formulações de *cookies* foram elaboradas: F0 (controle), F25 (25% de substituição), F50 (50% de substituição) e F75 (75% de substituição). As amostras (farinha e cookies) foram submetidas a análises de pH, umidade, acidez, cinzas, proteínas, lipídios e carboidratos. Ainda, as amostras de cookies foram submetidas as análises de textura, incluindo os parâmetros de dureza, coesividade, elasticidade, gomosidade, mastigabilidade e adesividade. A farinha de facheiro apresentou 5,72% de umidade, 11,08% de acidez, pH 3,99, 24,45% de cinzas e 37,73% de NaCl. Observou-se que o aumento da proporção de farinha de facheiro nos *cookies* resultou em elevação dos teores de umidade, acidez, cinzas, lipídeos e sódio, além da redução nos teores de proteínas e carboidratos. Na análise de textura, a dureza aumentou de 238,8 N (F50) para 623,1 N (F75), enquanto a mastigabilidade variou de 3,28 mJ (F50) para 8,44 mJ (F75). Conclui-se que a farinha de facheiro apresenta potencial funcional e tecnológico na panificação, sendo viável em níveis de substituição de até 50% sem prejuízo à qualidade do produto final. No entanto, recomenda-se a realização de estudos complementares voltados à avaliação sensorial e aos impactos nutricionais a longo prazo.

Palavras-chave: Caatinga; *cookies* funcionais; farinha de cactos; PANCs.

ABSTRAT

Cacti, particularly the facheiro (*Pilosocereus pachycladus*), stand out as strategic food resources for Brazil's semi-arid region due to their nutritional profile, which is rich in fiber, antioxidants, and bioactive compounds. This study aimed to obtain flour from facheiro cladodes and develop cookie-type biscuits with partial replacement of wheat flour by facheiro flour at levels of 25%, 50%, and 75%, as well as to evaluate their physicochemical and technological characteristics. The flour was produced by dehydration at 50 °C for 24 hours, followed by grinding. Four cookie formulations were prepared: F0 (control), F25 (25% replacement), F50 (50% replacement), and F75 (75% replacement). The samples (flour and cookies) were analyzed for pH, moisture, titratable acidity, ash, protein, lipid, and carbohydrate contents. Additionally, the cookie samples were subjected to texture analysis, including measurements of hardness, cohesiveness, springiness, gumminess, chewiness, and adhesiveness. The facheiro flour showed 5.72% moisture, 11.08% acidity, pH 3.99, 24.45% ash, and 37.73% NaCl. Increasing the proportion of facheiro flour in the cookies led to higher levels of moisture, acidity, ash, lipids, and sodium, along with a reduction in protein and carbohydrate contents. In the texture analysis, hardness increased from 238.8 N (F50) to 623.1 N (F75), while chewiness ranged from 3.28 mJ (F50) to 8.44 mJ (F75). It is concluded that facheiro flour presents functional and technological potential for baking applications and is viable at substitution levels of up to 50% without compromising the final product's quality. However, further studies are recommended to assess sensory attributes and long-term nutritional impacts.

Keywords: Caatinga; functional cookies; cactus flour; unconventional food plants (UFPs).

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	6
2	OBJETIVOS.....	8
3	REFERENCIAL TEÓRICO	9
3.1	PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS.....	10
3.2	<i>FAMÍLIA CACTACEAE.....</i>	11
3.3	<i>FACHEIRO (Pilosocereus Pachycladus)</i>	12
3.4	<i>BISCOITO OU BOLACHA</i>	12
4.	METODOLOGIA	16
4.1	<i>OBTENÇÃO DA FARINHA DO FACHEIRO.....</i>	15
4.2	<i>ELABORAÇÃO DO BISCOITO TIPO COOKIE.....</i>	17
4.3	<i>DETERMINAÇÃO DE PH.....</i>	18
4.4	<i>DETERMINAÇÃO DE UMIDADE.....</i>	18
4.5	<i>DETERMINAÇÃO DE CINZAS</i>	19
4.5	<i>DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNAS PELO MÉTODO DE KJELDAHL.....</i>	20
4.5.1	<i>ETAPA DE DIGESTÃO.....</i>	20
4.5.2	<i>ETAPA DE DESTILAÇÃO</i>	20
4.5.3	<i>ETAPA DE TITULAÇÃO.....</i>	21
4.6	<i>DETERMINAÇÃO DE LIPÍDEOS – MÉTODO FOLCH.....</i>	21
4.7	<i>DETERMINAÇÃO DE ACIDEZ</i>	22
4.8	<i>DETERMINAÇÃO DE CARBOIDRATOS</i>	20
4.9	<i>DETERMINAÇÃO DE NaCl PELO MÉTODO DE MOHR.....</i>	21
4.10	<i>ANÁLISE DE TEXTURA EM ALIMENTOS (TEA).....</i>	22
4.11	<i>ANÁLISE ESTATÍSTICAS.....</i>	24
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
6.	CONCLUSÃO.....	29
	REFERÊNCIAS	

1 INTRODUÇÃO

As cactáceas têm ganhado destaque como matérias-primas valiosas para a indústria alimentícia, sendo utilizadas na produção de diversos produtos, como bolos (Chahdoura *et al.*, 2018), bebidas (Barba *et al.*, 2017), farinha de cladódios, picles (Du toit *et al.*, 2018) e biscoitos sem glúten (Dick *et al.*, 2020). Além disso, pesquisas relatam seu emprego na elaboração de sucos, bebidas alcoólicas, geleias e adoçantes naturais (Abdel-hammed *et al.*, 2014; Gurrieri *et al.*, 2000; Lee *et al.*, 2002; Pawar *et al.*, 2017), bem como no estudo de farinhas ricas em fibras, cálcio e potássio (Sáenz, 2002).

A literatura também ressalta que essas plantas são fontes importantes de antioxidantes, fibras, minerais (Du toit *et al.*, 2018), mucilagens e pigmentos (Otálora *et al.*, 2016). Estudos ainda indicam que os cactos possuem propriedades medicinais, como ação anti-inflamatória, cicatrizante e antimicrobiana, além de serem úteis no tratamento de diabetes, gastrite e obesidade (Elmostafa *et al.*, 2014). Essas características os tornam ideais para o desenvolvimento de alimentos funcionais (Du toit, 2018).

No Nordeste brasileiro, as espécies da família *Cactaceae* desempenham um papel fundamental no Bioma Caatinga, tanto do ponto de vista cultural quanto econômico (Lucena *et al.*, 2015). No entanto, seu potencial ainda é pouco explorado industrialmente. Devido às condições climáticas adversas, essas plantas desenvolveram adaptações que incluem a síntese de compostos bioativos, como alcaloides, flavonoides, terpenos e taninos, os quais apresentam efeitos antitumorais (Harlev *et al.*, 2012a) e antidiabéticos (Harlev *et al.*, 2013b).

Pilosocereus pachycladus F. Ritter é uma das espécies de cactácea endêmica na Caatinga, popularmente conhecida como facheiro. São comumente empregadas na medicina tradicional para tratar inflamações, viroses e como cicatrizantes utópicos (Carvalho *et al.*, 2019). Além disso, pesquisas científicas comprovaram suas propriedades antimicrobianas (Brito-Filho *et al.*, 2017) e antioxidantes (Souza *et al.*, 2015).

A incorporação do facheiro na alimentação humana constitui uma estratégia promissora para o fornecimento de nutrientes e compostos bioativos à população. A produção de farinha a partir dos cladódios dessa cactácea apresenta-se como uma

alternativa viável para sua inserção em diversas receitas (Drakos *et al.*, 2017; Campuzano; Rosell; Cornejo, 2018). Entre elas, destaca-se a aplicação na formulação de *cookies*, um dos produtos de maior consumo e acessíveis em nível global (Oliveira; Feiten; Barros, 2023).

Os *cookies* são uma fonte energética prática, de fácil armazenamento e distribuição (Zucco, Borsuk; Arntfield, 2011) tornando-os uma matriz alimentar adequada para a incorporação desse ingrediente. Com isso, objetivou-se obter a farinha de facheiro, desenvolver biscoitos tipo *cookies* com substituição parcial da farinha de trigo e avaliar suas propriedades físico-químicas e tecnológicas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL:

Obter a farinha de facheiro e desenvolver biscoitos tipo *cookies* com substituição parcial da farinha de trigo, avaliando suas propriedades físico-químicas e tecnológicas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Obter a farinha do cladódio de facheiro;
- Caracterizar a farinha de facheiro quanto à composição proximal e às propriedades tecnológicas;
- Desenvolver formulações de biscoito tipo *cookies* com diferentes concentrações de farinha de facheiro;
- Avaliar as características físico-química e propriedades tecnológicas dos *cookies*.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS

Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) são classificadas como espécies comestíveis, que podem ser nativas, exóticas, silvestres ou cultivadas, apresentando propriedades terapêuticas e nutritivas em diferentes culturas. Muitas dessas plantas desenvolvem-se espontaneamente em diversos ecossistemas, inclusive em condições climáticas desfavoráveis, enquanto outras exigem poucos cuidados, demonstrando alta resiliência e dispensando o uso de agroquímicos (Menezes e Bueno, 2020). Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) existem cerca de 6 mil espécies vegetais cultivadas para fins alimentícios. Contudo, menos de 200 possuem relevância na produção global, e apenas nove representam cerca de 66% do total colhido mundialmente (FAO, 2019).

Diante dessa realidade, torna-se urgente ampliar pesquisas e divulgações sobre as características nutricionais, funcionais, técnicas de cultivo e formas de consumo das PANC. Essa iniciativa é crucial para que essas plantas possam ser incorporadas em larga escala, contribuindo para uma produção alimentar mais diversificada e sustentável (Kinupp; Lorenz, 2014).

O Brasil, reconhecido por sua biodiversidade única, abriga uma flora e fauna ricas e variadas. Dentro desse contexto, destaca-se a família *Cactaceae*, típica do Nordeste brasileiro, que inclui diversas espécies comestíveis e de alto valor nutricional. No entanto, apesar dessa abundância, o potencial alimentício dessas plantas ainda é subutilizado. Uma exploração adequada poderia trazer benefícios tanto para a segurança alimentar quanto para o desenvolvimento econômico, especialmente em regiões onde essas espécies são nativas e adaptadas às condições ambientais locais (Heliodoro, 2021; Pereira *et al.*, 2013).

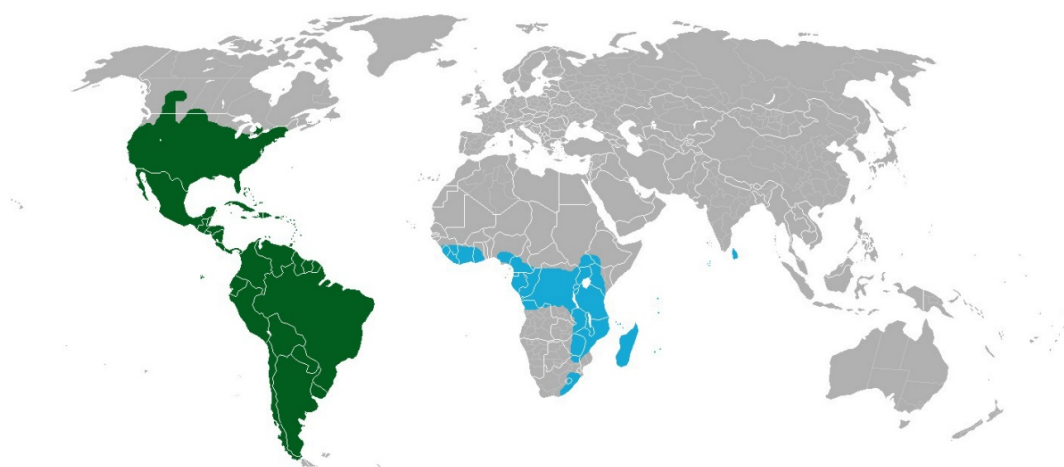
3.2 FAMÍLIA *Cactaceae*

A família *Cactaceae* é notável por sua diversidade e adaptabilidade ecológica, sendo amplamente estudada na botânica e em pesquisas aplicadas. Estudos recentes indicam que a família é composta por aproximadamente 124 gêneros e 1.438

espécies, distribuídas predominantemente nas Américas, desde o Canadá até a Patagônia. No Brasil, a família *Cactaceae* está representada em todos os estados e domínios fitogeográficos, com destaque para a Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (Gonzaga, Zappi & Taylor, 2017). A família *Cactaceae* é reconhecida por sua diversidade e adaptabilidade ecológica. De acordo com Zappi e Taylor (2023), no Brasil, essa família é representada por quatro subfamílias: *Pereskioideae*, *Opuntioideae*, *Cactoideae* e *Leuenbergerioideae*, sendo a subfamília *Maihuenioideae* ausente no país.

Essa classificação evidencia a notável capacidade evolutiva dessas plantas, que colonizaram desde ambientes desérticos até regiões tropicais. Apesar de sua relevância ecológica e potencial econômico, muitas espécies ainda necessitam de pesquisas aprofundadas, principalmente no que se refere ao seu aproveitamento sustentável e composição nutricional (Araújo *et al.*, 2022).

O termo *Cactaceae*, derivado do latim, refere-se à família botânica que engloba os cactos, plantas originárias das Américas. Sua distribuição natural concentra-se em países como Estados Unidos, México, Peru, Bolívia, Equador, Chile, Argentina e Brasil, onde ocupam desde regiões áridas até zonas úmidas. Contudo, registros indicam a presença de cactos em outras partes do mundo, possivelmente devido à dispersão antrópica (ação humana) ou ao transporte por aves migratórias (Cavalcante; Teles; Machado, 2013). Essa expansão geográfica permitiu que algumas espécies se estabelecessem além de seu habitat original, como ilustrado na **Figura 1**.



Fonte: Cavalcante; Teles; Machado, 2013

Figura 1- Distribuição das cactáceas no mundo

Cavalcante *et al.* (2013) identificaram a ocorrência de 254 espécies nativas de cactáceas no território brasileiro, sendo que 85 delas estão presentes exclusivamente na vegetação xerófila do semiárido. Essa riqueza biológica ressalta a importância ecológica e econômica dessas espécies para a região.

Estudos recentes demonstram que as cactáceas são fontes promissoras de compostos bioativos: Betalaínas, Polifenóis, Flavonoides, Vitamina C e Fibras (Gaballah *et al.*, 2016), os quais apresentam propriedades benéficas à saúde. Esse potencial tem atraído a atenção tanto da comunidade científica quanto da indústria, impulsionando pesquisas sobre suas aplicações.

Algumas espécies já são amplamente utilizadas na medicina tradicional e na alimentação (Smida *et al.*, 2017), com evidências científicas que comprovam sua eficácia. Pesquisas destacam seu uso como matéria-prima para alimentos funcionais e produtos de alto valor agregado (Abdel-Hameed *et al.*, 2014; Gurrieri *et al.*, 2000; Lee *et al.*, 2002; Park *et al.*, 2017), reforçando seu potencial para inovações tecnológicas e nutricionais.

De acordo com a Flora do Brasil (2020), o Brasil abriga uma rica diversidade de espécies de cactáceas, muitas das quais estão presentes em território Paraibano. Dentre as espécies mais destacadas estão:

- 1 **Coroa de frade** (*Melocactus zehntneri*)
- 2 **Facheiro ou Facheiro-azul** (*Pilosocereus pachycladus*)
- 3 **Mandacaru** (*Cereus jamacaru*)
- 4 **Palma forrageira ou Figo-da-índia** (*Opuntia ficus-indica*)
- 5 **Quipá** (*Tacinga inamoena*)
- 6 **Xique-Xique** (*Pilosocereus gounellei*)

3.3 FACHEIRO (*Pilosocereus Pachycladus*)

O Facheiro é uma espécie de cactácea endêmica do semiárido nordestino, originalmente descrita por Braga (1976). Morfologicamente, apresenta-se como uma planta perene, arbustiva e de porte robusto, com arquitetura colunar pouco ramificada, constituída por um caule principal ereto e ramificações laterais esparsas. Sua

superfície apresenta coloração verde-escura, recoberta por aréolas com espinhos rígidos e aciculados (**Figura 2**).

Um dos atributos mais distintos desta espécie reside em sua floração: produz inflorescências solitárias de grande porte, com pétalas alvas e estrutura campanulada, conferindo notável valor paisagístico além de sua importância ecológica. Do ponto de vista adaptativo, o facheiro demonstra excelente resiliência em ambientes xerófilos, destacando-se como componente chave da vegetação da Caatinga e ecossistemas similares no Nordeste brasileiro.



Figura 2: Facheiro

Sua combinação única de características morfo-fisiológicas e plasticidade ecológica torna esta espécie objeto de relevante interesse científico, tanto para pesquisas botânicas quanto para investigações aplicadas visando seu aproveitamento sustentável em diversos setores econômicos (Barbosa *et al.*, 2023).

3.4 BISCOITO OU BOLACHA

Dados consolidados pela Nielsen e IBGE, divulgados pela ABIMAPI, indicam um consumo anual per capita de 7,021 kg de biscoitos pela população brasileira. Do ponto de vista regulatório, a legislação brasileira (CNNPA, 1978) define esses produtos como obtidos através do processamento de massas preparadas com

farinhas, amidos ou féculas, podendo ou não sofrer fermentação. A Resolução RDC nº 263/2005 complementa essa definição, especificando que são produtos derivados da mistura desses ingredientes com outros componentes alimentícios, submetidos a processos de amassamento e cocção (BRASIL, 2005).

A categoria "biscoitos" engloba uma diversidade de produtos, incluindo *cookies* e crackers, que compartilham como característica comum o reduzido teor de umidade. Esta propriedade inibe o desenvolvimento microbiano e prolonga a vida útil do produto, desde que mantidas condições adequadas de embalagem que previnam a reidratação e contaminação (Gisslen, 2014). Especificamente no caso dos *cookies*, sua textura caracteristicamente crocante resulta do menor teor de líquidos em sua formulação quando comparado a outros tipos de biscoitos.

Do ponto de vista mercadológico, esses produtos destacam-se por sua conveniência e acessibilidade, apresentando maior estabilidade durante o armazenamento e transporte (Chowdhury *et al.*, 2012). A flexibilidade em sua formulação permite a incorporação de diversos ingredientes e compostos bioativos sem comprometer suas propriedades tecnológicas (Mareti *et al.*, 2010). Estudos demonstram que a substituição parcial ou total da farinha de trigo por alternativas nutricionalmente superiores pode melhorar o valor nutricional do produto final, mantendo suas características sensoriais e tecnológicas (Ganorkar, 2014).

3.4.1 Biscoitos elaborados com farinhas alternativas ao trigo

A substituição da farinha de trigo por farinhas alternativas tem sido uma estratégia cada vez mais adotada para melhorar o perfil nutricional e proporcionar características tecnológicas desejáveis de biscoitos e *cookies*. Ingredientes como farinha de aveia, arroz, leguminosas, pseudocereais e mais recentemente cactos e suas mucilagens, agregam fibras, proteínas e compostos bioativos aos produtos (Almeida; Costa, 2020; Silva *et al.*, 2020). Segundo Souza *et al.* (2020), “a diversificação de farinhas contribui para o desenvolvimento de alimentos funcionais com maior valor agregado e apelo à saúde”.

Aspectos tecnológicos como textura, expansão e coloração dos biscoitos são fortemente influenciados pelo tipo de farinha utilizada. A combinação de farinhas pode otimizar essas propriedades. De acordo com Matos *et al.* (2022), “a substituição

parcial da farinha de trigo por farinhas alternativas pode manter ou até melhorar as características tecnológicas do produto final, dependendo da formulação”. Outro ponto relevante é a aceitação do consumidor. Estudos sensoriais demonstram que os consumidores estão abertos a experimentar produtos com ingredientes alternativos, desde que mantenham sabor e textura agradáveis. Segundo Almeida e Costa (2020), “biscoitos enriquecidos com farinhas funcionais têm mostrado boa aceitação, especialmente entre consumidores preocupados com a saúde”.

A farinha de grão-de-bico, por exemplo, apresenta alto teor de proteínas e fibras, além de um índice glicêmico mais baixo em comparação à farinha de trigo. Isso torna os biscoitos mais adequados para dietas de controle glicêmico, além de proporcionar aos biscoitos com maior densidade nutricional e aceitabilidade sensorial satisfatória (Fernandes et al., 2019). Já a farinha de arroz é outra alternativa amplamente utilizada, especialmente em formulações sem glúten. Embora tenha menor teor proteico, sua utilização proporciona textura leve e crocância agradável. Segundo Dias et al. (2018), “a substituição da farinha de trigo por farinha de arroz em biscoitos demonstrou boa aceitação sensorial e viabilidade tecnológica”.

Farinhas de pseudocereais como quinoa, amaranto e chia também têm ganhado destaque por sua composição rica em aminoácidos essenciais, fibras e minerais. Quando aplicadas em *cookies*, essas farinhas melhoram o perfil nutricional sem comprometer a qualidade sensorial (Lima et al., 2021). Outra alternativa que vem sendo muito utilizada é a farinha de banana verde, rica em amido resistente, é utilizada para melhorar a funcionalidade digestiva e promover saciedade. Em formulações de *cookies*, ela pode melhorar a crocância e reduzir a carga glicêmica. Segundo Silva et al. (2020), “biscoitos com adição de farinha de banana verde apresentaram maior teor de fibras e boa aceitação sensorial”.

As farinhas e mucilagens de cactos, especialmente do gênero *Opuntia*, vem ganhando destaque como ingredientes funcionais e sustentáveis na indústria alimentícia. Essas matérias-primas são ricas em fibras solúveis e insolúveis, minerais e compostos bioativos, além de apresentarem excelentes propriedades tecnológicas que favorecem a estrutura e a textura de produtos de panificação (Sáenz et al., 2013).

A substituição parcial da farinha de trigo por farinha de cactos em biscoitos tem mostrado bons resultados tanto no aspecto nutricional quanto sensorial. Essa inclusão contribui para o aumento do teor de fibras alimentares e melhora do perfil glicêmico dos produtos. De acordo com Silva et al. (2020), “a farinha de palma forrageira

(*Opuntia ficus-indica*) aplicada em biscoitos promoveu incremento na fibra total e boa aceitação sensorial pelos consumidores”.

A mucilagem de cactos, por sua vez, atua como um hidrocolóide natural, podendo substituir parcialmente gordura ou melhorar a textura dos produtos assados. Sua aplicação em *cookies* resulta em maior maciez e umidade, além de prolongar a vida útil (Ramírez-Tobías et al., (2014). Além dos benefícios nutricionais e do desempenho tecnológico em formulações de panificação, o uso de farinha e mucilagem de cactos agrega valor ambiental à formulação, especialmente em regiões semiáridas, onde essas plantas são abundantes e pouco exploradas industrialmente. Pereira et al. (2021) relatam que “a utilização de subprodutos do cacto representa uma alternativa viável para a diversificação agrícola e o desenvolvimento de produtos alimentícios sustentáveis”.

Portanto, a incorporação de farinha ou mucilagem de cactos em biscoitos e *cookies* representa uma estratégia promissora para a criação de alimentos mais nutritivos, com boa aceitação sensorial e menor impacto ambiental (Rodríguez-González et al., 2018). Em suma, a substituição parcial ou total da farinha de trigo por farinhas nutricionalmente superiores representa uma abordagem eficaz para desenvolver biscoitos e *cookies* mais saudáveis. Essa estratégia alia benefícios à saúde com qualidade sensorial e tecnológica, atendendo às demandas do consumidor moderno. Como afirmam Rodrigues et al. (2021), “a inovação na formulação de produtos de panificação é essencial para promover alimentação saudável e sustentável”.

4. METODOLOGIA

4.1 COLETA DOS CACTOS E LOCAL DE ESTUDO

Os cladódios de facheiro foram coletados na sede administrativa do Instituto Nacional do Semiárido (INSA), localizada na cidade de Campina Grande - PB, sob as coordenadas de 7° 14' 59.78" S, 35° 56' 49.70" O e altitude 500 m, no mês de junho de 2024, observando a integridade física e o estágio de maturação, com acompanhamento e auxílio da profissional botânica do próprio instituto. Os cladódios foram conduzidos devidamente acondicionados em caixas de poliestireno ao Núcleo de Pesquisa e Extensão - Laboratório de Combustíveis e Materiais, da Universidade Federal da Paraíba (NPE-LACOM/UFPB). Seguidamente, os cladódios de facheiro foram lavados em água corrente para a retirada das sujidades, com auxílio de uma escova de cerdas de poliéster. Em seguida, foram sanitizados com imersão em água clorada a 200 ppm por 15 min e posterior enxágue em água corrente. Em sequência, os espinhos e a epiderme dos cladódios foram retirados e os mesmos foram congelados em freezer convencional a -18°C até sua utilização.

O processamento da farinha e todas as análises ocorreram no Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional da Universidade Federal da Paraíba (CTDR/UFPB) em abril de 2025. Sendo as análises físico-químicas realizadas no Laboratório de Análises Físico-químicas do CTDR/UFPB e as análises de textura realizadas no Laboratório Tecnológico em segurança Alimentar e Nutricional (LTSAN/CTDR/UFPB)

4.2 OBTENÇÃO DA FARINHA DO FACHEIRO

O facheiro, após descongelamento, foi cortado, fatiado no laboratório de Processamento de Vegetais no CTDR/UFPB e seco em estufa de circulação de ar (Willey-TE 64 type mil, Tecnal®, Piracicaba, Brasil) a 50 °C por 24h no Laboratório de Análises Físico-químicas do CTDR/UFPB. Após completa desidratação, o facheiro foi triturado em um liquidificador (L-1200, Mondial®, Manaus, Brasil) por cinco minutos e posteriormente peneirado (60 mesh - 0,250 mm); o material que não passou pela peneira voltou ao liquidificador para repetir o processo. Ao final, a farinha (**Figura 3**)

foi acondicionada em um recipiente vedado e armazenado, sob temperatura de 26 ± 2 °C, em um local seco e arejado.



Figura 3: Farinha de facheiro peneirada

4.3 ELABORAÇÃO DO BISCOITO TIPO COOKIE

Inicialmente todos os ingredientes (**Tabela 1**) foram pesados em balança no Laboratório de Processamento de Vegetais no CTDR/UFPB.

Tabela 1: Ingredientes das formulações dos biscoitos tipo *cookies* utilizando farinha de facheiro

Ingredientes	Formulação 1 (F0 - Branco)	Formulação 2 (F25- 25%)	Formulação 3 (F50 - 50%)	Formulação 4 (F75 - 75%)
Farinha de trigo	120 g	90 g	60g	30g
Farinha do cacto	-	30g	60g	90g
Açúcar mascavo	120 g	120 g	120 g	120 g
Açúcar branco refinado	60 g	60 g	60 g	60 g
Manteiga	50 g	50 g	50 g	50 g
Gotas de chocolate	100 g	100 g	100 g	100 g
Fermento em pó	2 g	2 g	2 g	2 g
Ovo	1 unidade	1 unidade	1 unidade	1 unidade
Sal	1g	1g	1g	1g

Os ingredientes secos foram previamente misturados para a posterior adição da gordura e ovos até fornecer uma massa homogênea e macia. Em seguida, a massa foi mantida sob refrigeração por 30 minutos ou até desgrudar do recipiente, sendo posteriormente dividida em porções de 30g e moldada manualmente em formato de disco, com aproximadamente 5 cm de diâmetro e 1 cm de espessura. Os *cookies* foram acomodados em formas de alumínio forradas com papel manteiga e levados ao forno elétrico a 180 °C por 12 minutos, sendo posteriormente resfriados à temperatura

ambiente. Por fim, foram acondicionados em recipientes hermeticamente fechados até a realização das análises. O processo da elaboração dos *cookies* pode ser observado na **figura 4**.



Figura 4: Processo da elaboração dos biscoitos tipo *cookies*

4.4 DETERMINAÇÃO DE PH

Para a determinação de pH, as soluções tampão (pH 4,0 e 7,0) foram deixadas à temperatura ambiente antes do uso. O pHmetro foi calibrado com as soluções tampão. Após, 10,0 g de cada amostra foram pesados em balança analítica, dissolvidos em 100 mL de água destilada e homogeneizados com bastão de vidro. A calibração prévia e a limpeza do eletrodo garantiram resultados precisos, sendo essencial aguardar a estabilização da leitura para registro correto do pH (IAL, 2008).

4.5 DETERMINAÇÃO DE UMIDADE

Inicialmente, as cápsulas de alumínio foram secas em estufa a 105 °C por 1 hora, resfriadas em dessecador por 30 minutos e pesadas em balança analítica (Pcápsula). Em seguida, adicionou-se de 2,0 g da amostra na cápsula, registrando-se o peso (Pamostra). A cápsula contendo a amostra foi submetida à estufa a 105 °C por

24 horas, resfriada novamente no dessecador por 30 minutos e pesada ($P_{\text{cápsula}}$ com amostra seca). Durante todas as etapas, as cápsulas foram manipuladas exclusivamente com pinças, e a balança foi tarada antes de cada pesagem para garantir precisão. Este método permitiu a determinação exata do teor de umidade da amostra, assegurando resultados confiáveis por meio da padronização de procedimentos e controle de variáveis (IAL, 2008).

CÁLCULOS:

$$\% \text{ Umidade} = \frac{(P_{\text{cápsula}} + P_{\text{amostra}}) - P_{\text{cápsula com amostra seca}}}{P_{\text{amostra}}} \times 100$$

Onde:

$P_{\text{cápsula}}$ = Peso da cápsula de alumínio

P_{amostra} = Peso da amostra

$P_{\text{cápsula com amostra seca}}$ = Peso da cápsula com amostra seca

4.6 DETERMINAÇÃO DE CINZAS

Os cadinhos de porcelana foram secos em estufa a 105 °C por 1 hora, resfriados em dessecador por 30 minutos e pesados (P_{cadinho}). Em seguida, adicionou-se de 5,0 g da amostra ao cadinho, registrando-se o peso (P_{amostra}). A carbonização foi realizada em capela, utilizando manta aquecedora (300°C) até cessar a liberação de fumaça. Posteriormente, a incineração ocorreu em mufla: inicialmente a 350°C, com elevação para 550°C por 6 horas. Após desligar o forno, os cadinhos permaneceram fechados até o resfriamento no dia seguinte, quando foram transferidos para o dessecador (30 minutos) e pesados (P_{cadinho} com amostra incinerada). O procedimento garantiu a completa mineralização da amostra, com resultados confiáveis para determinação de resíduos fixos (IAL, 2008).

CÁLCULOS:

$$\% \text{ CINZAS} = \frac{P_{\text{cadinho com amostra incinerada}} - P_{\text{cadinho}}}{P_{\text{amostra}}} \times 100$$

Onde:

$P_{\text{cadinho com amostra incinerada}}$ = Peso do cadinho com a amostra incinerada

P_{cadinho} = Peso do cadinho de porcelana

P_{amostra} = Peso da amostra

4.7 DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNAS PELO MÉTODO DE KJELDAHL

4.7.1 ETAPA DE DIGESTÃO

Pesou-se aproximadamente 2,0g da amostra em um tubo de Kjeldahl previamente tarado em balança analítica, anotando-se o peso exato (P_{amostra}). Adicionou-se ao tubo 1,0g da mistura digestora (composta por sulfato de cobre penta hidratado, sulfato de sódio anidro e dióxido de selênio na proporção 3:2:1) e 10 mL de ácido sulfúrico concentrado. Agitou-se cuidadosamente a mistura.

Colocou-se o tubo no bloco digestor, iniciando-se o aquecimento a 50°C e aumentando-se gradualmente 50°C a cada 30 minutos até atingir 350°C. Manteve-se essa temperatura até que a solução apresentasse coloração incolor, esverdeada ou azulada, ou até que qualquer precipitado no fundo do tubo adquirisse coloração branca/cinza.

4.7.2 ETAPA DE DESTILAÇÃO

Após o resfriamento do tubo, lavou-se as paredes com água destilada utilizando pisseta e posteriormente, foi adicionado 5 gotas de fenolftaleína. Preparou-se um Erlenmeyer com 20 mL de solução de ácido bórico a 4%, adicionando-se 2 gotas de verde de bromocresol e 3 gotas de vermelho de metila como mistura indicadora, posicionando-o na saída do condensador.

Conectou-se o tubo de Kjeldahl ao destilador e adicionou-se lentamente solução de NaOH 40% até a alcalinização (mudança para coloração rosa/roxo). Aqueceram-se os conteúdos em temperatura máxima até coletarem-se 75

mL de destilado (cerca de 2/3 do volume inicial). Reduziu-se então a temperatura e retirou-se cuidadosamente o Erlenmeyer (IAL, 2008).

4.7.3 ETAPA DE TITULAÇÃO

Titulou-se o destilado com HCl 0,1 mol.L⁻¹ até a mudança de coloração da mistura indicadora de verde para rosa. Anotou-se o volume gasto de HCl (V_{titulação}) para cálculo do teor proteico.

CÁLCULOS:

$$\%PROTEINAS = \frac{V_{titulação} \times F_{HCl} \times 0,14 \times F_{alimento}}{P_{amostra}}$$

Onde:

V_{titulação} = volume de ácido clorídrico 0,1 mol.L⁻¹ gasto na titulação

F_{HCl} = fator de correção da solução de ácido clorídrico 0,1 mol.L⁻¹ (verificar no rótulo do frasco) 0,14 = fator do nitrogênio

F_{alimento} = fator de convenção de proteína do alimento (verificar valor na tabela)

P_{amostra} = peso da amostra

4.8 DETERMINAÇÃO DE LIPÍDEOS – MÉTODO FOLCH

Os béqueres foram secos em estufa a 105°C por 1 hora, resfriados em dessecador e pesados (P_{béquer}). Paralelamente, pesaram-se 2 g de amostra em béqueres tarados ("tara" para retirar o peso do béquer), utilizando-se uma espátula; pesou-se 2 g de amostra e anotou-se o peso da amostra (P_{amostra}).

Na capela de exaustão, adicionou-se 30 mL de solução clorofórmio:metanol (2:1), homogeneizando-se por 2-3 minutos. A mistura foi filtrada para proveta de 100 mL, lavando-se o béquer com 10 mL adicionais do solvente. Após tampar a proveta e registrar o volume filtrado, adicionou-se sulfato de sódio a 1,5% (20% do volume filtrado) para separação de fases.

A fase inferior (V_{inferior}) foi coletada e uma alíquota de 5 mL (V_{alíquota}) transferida para o béquer previamente seco. O solvente foi evaporado em

estufa a 105°C por 30 minutos. Após resfriamento em dessecador, o béquer contendo lipídios foi pesado ($P_{\text{béquer com lipídios}}$).

Este procedimento permitiu a determinação quantitativa do teor lipídico, garantindo precisão mediante controle de variáveis e padronização de etapas (IAL, 2008).

CÁLCULOS:

$$\%LIPÍDIOS = \frac{(P_{\text{béquer com lipídios}} - P_{\text{béquer}}) \times V_{\text{inferior}}}{P_{\text{amostra}} \times V_{\text{alíquota}}} \times 100$$

Onde:

$P_{\text{béquer com lipídios}}$ = Peso do béquer com lipídios

$P_{\text{béquer}}$ = Peso do béquer

V_{inferior} = Volume da fase inferior

P_{amostra} = Peso da amostra

$V_{\text{alíquota}}$ = Volume da alíquota do extrato (5 mL)

4.9 DETERMINAÇÃO DE ACIDEZ

O procedimento consistiu na pesagem de 2 g da amostra em Erlenmeyer de 125 mL tarado (P_{amostra}), seguida da adição de 50 mL de água destilada e homogeneização. Adicionou-se 3 gotas de fenolftaleína como indicador, titulou-se com solução de NaOH 0,1 mol.L⁻¹ contida em bureta, até a viragem do indicador para róseo claro, registrando-se o volume gasto ($V_{\text{titulação}}$) (IAL, 2008).

CÁLCULOS:

$$\% ACIDEZ = \frac{V_{\text{titulação}} \times F_{\text{correção}} \times F_{\text{ácido}}}{P_{\text{amostra}}}$$

$V_{\text{titulação}}$ = volume de NaOH a 0,1 mol.L⁻¹ gasto na titulação (mL)

$F_{\text{correção}}$ = fator de correção do NaOH 0,1 mol.L⁻¹

$F_{\text{ácido}}$ = fator de conversão do ácido (ácido cítrico=0,64 ou ácido láctico=0,90)

P_{amostra} = Peso da amostra

Ou

$$\% \text{ ACIDEZ EM SOLUÇÃO MOLAR} = \frac{V_{\text{titulação}} \times M \times F_{\text{correção}}}{P_{\text{amostra}}} \times 100$$

$V_{\text{titulação}}$ = volume de NaOH a 0,1 mol.L⁻¹ gasto na titulação (mL)

M = concentração da solução de NaOH em mol.L⁻¹

$F_{\text{correção}}$ = fator de correção do NaOH 0,1 mol.L⁻¹

P_{amostra} = Peso da amostra

4.10 DETERMINAÇÃO DE CARBOIDRATOS

Com base nos dados obtidos por meio das análises de umidade, cinzas, proteínas e lipídios — seguindo as metodologias já mencionadas e expressos em gramas por 100 gramas (%) —, realizou-se o seguinte cálculo para determinar o teor de carboidratos:

$$\% \text{ Carboidratos} = 100 - (\% \text{umidade} + \% \text{cinzas} + \% \text{proteínas} + \% \text{lipídeos})$$

4.11 DETERMINAÇÃO DE NaCl PELO MÉTODO DE MOHR

Após a calcinação da amostra para obtenção das cinzas, transferiram-se cerca de 2 g do material para um béquer de 250 mL e adicionou-se 100 mL de água destilada. Em seguida, levou-se a mistura à placa de aquecimento por 5 minutos, sob agitação constante, para garantir a completa dissolução dos cloretos. A solução foi filtrada em um funil de vidro com papel de filtro qualitativo, e o filtrado foi recolhido em um Erlenmeyer de 250 mL.

Para a titulação, pipetaram-se 25 mL da solução filtrada e transferiram-se para um Erlenmeyer limpo. Adicionou-se 1 mL de solução de cromato de potássio (K₂CrO₄) a 5%, que atuou como indicador, conferindo uma coloração amarela à solução.

A bureta foi preparada com solução de nitrato de prata (AgNO₃) 0,1 N, previamente padronizada, e o menisco foi ajustado para o zero. A titulação foi iniciada,

adicionando-se o AgNO_3 lentamente e sob agitação constante. Observou-se a formação de um precipitado branco (AgCl), indicando a reação entre os íons cloreto (Cl^-) e prata (Ag^+).

A adição continuou gota a gota até o aparecimento de uma coloração vermelho-tijolo persistente, sinalizando que todo o cloreto havia reagido e o excesso de AgNO_3 formou Ag_2CrO_4 com o indicador. O volume gasto de AgNO_3 foi anotado (por exemplo, 12,5 mL) (IAL, 2008).

CÁLCULO:

Utilizando a fórmula:

$$\text{NaCl (\%)} = \frac{V \times N \times 58,44}{m \times 10}$$

Onde:

- $V=12,5 \text{ mL}$ $V=12,5 \text{ mL}$ (volume de AgNO_3 gasto),
- $N=0,1 \text{ N}$ $N=0,1 \text{ N}$ (normalidade do AgNO_3),
- $m=2 \text{ g}$ $m=2 \text{ g}$ (massa da amostra),
- $58,44 \text{ g/mol}$ $58,44 \text{ g/mol}$ (massa molar do NaCl).

4.12 ANÁLISE DE TEXTURA PARA ALIMENTOS (TPA) DOS COOKIES

As análises de textura foram realizadas após seis dias de armazenamento dos *cookies*. Antes da avaliação, os biscoitos foram aquecidos até a temperatura de 38°C , com o objetivo de restaurar a cremosidade do chocolate. Foram selecionadas amostras com tamanho e peso semelhantes, a fim de garantir a padronização das condições de teste. A análise foi conduzida em um texturômetro TA.XT.plus, utilizando o *software* TexturePro CT V1.3 *Build* 15, com a avaliação dos parâmetros de dureza, coesividade, mastigabilidade, elasticidade, gomosidade e adesividade. As condições do ensaio foram as seguintes: velocidade de pré-teste de $1,0 \text{ mm/s}$, velocidade de teste de $2,0 \text{ mm/s}$, deformação correspondente a 75% da altura original do cookie, dois ciclos de compressão (simulando duas mordidas) e intervalo de 5 segundos entre os ciclos para permitir recuperação parcial da amostra, conforme metodologia proposta pela AACC (2022).

4.13 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram expressos como média $\pm$ desvio padrão. As análises estatísticas foram realizadas por meio de análise de variância (ANOVA), seguida do teste de comparação de médias de Tukey, considerando nível de significância de 5% ($p < 0,05$). As avaliações estatísticas foram conduzidas com o auxílio do *software* GraphPad Prism®.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As imagens dos *cookies* desenvolvidos podem ser observadas na **Figura 5** e os resultados da caracterização da farinha de facheiro, assim como, das formulações dos biscoitos tipo *cookies*, podem ser observados na **Tabela 2**.

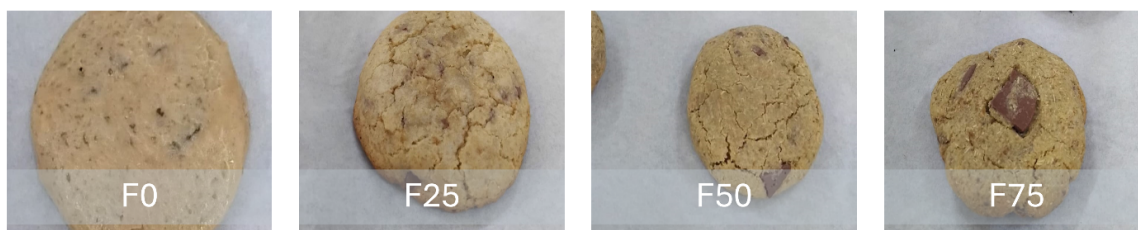


Figura 5: Formulações dos biscoitos tipo *cookies*

Tabela 2: Caracterização da farinha de facheiro e das formulações de biscoitos tipo *cookies*

Parâmetros (g 100 g ⁻¹)	Farinha	F0	F25	F50	F75
Umidade	5,72 ± 0,59	6,21 ^a ± 0,29	8,73 ^b ± 0,41	9,33 ^c ± 0,25	9,33 ^c ± 0,50
Acidez	11,08 ± 1,64	3,19 ^a ± 0,28	8,43 ^b ± 1,09	14,89 ^c ± 0,47	22,92 ^d ± 1,50
pH	3,99 ± 0,05	6,63 ^d ± 0,27	5,08 ^c ± 0,20	4,51 ^b ± 0,05	4,45 ^a ± 0,015
Cinzas	24,45 ± 0,12	0,86 ^a ± 0,09	2,57 ^b ± 0,17	3,76 ^c ± 0,06	5,50 ^d ± 0,05
Lipídeos	0,91 ± 0,36	14,10 ^b ± 2,28	15,03 ^d ± 0,66	14,52 ^c ± 0,23	15,43 ^a ± 0,46
Proteínas	3,49 ± 0,52	5,19 ^d ± 0,47	4,24 ^c ± 0,34	3,83 ^b ± 0,19	3,50 ^a ± 0,28
Carboidratos totais	65,54 ± 0,24	73,39 ^d ± 2,51	69,43 ^c ± 1,28	68,52 ^b ± 0,17	66,24 ^a ± 0,58
NaCl	15,11 ^e ± 0,69	0,74 ^a ± 0,14	1,52 ^b ± 0,14	2,12 ^c ± 0,13	2,64 ^d ± 0,25

Resultados expresso em média e desvio padrão. Dados submetidos à análise de variância (ANOVA). Letras minúsculas na mesma linha (a-d) diferiram significativamente entre os tratamentos pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

5.1 Umidade

Conforme pode ser observado na **Tabela 2**, o teor de umidade da farinha de facheiro foi de $5,72 \pm 0,59\%$, valor considerado ótimo, tendo em vista que a Resolução RDC n° 711/2022 estabelece, para farinhas vegetais em geral, um limite máximo de 15% m/m (massa/massa), excetuando-se a farinha de mandioca e de batata, cujos limites permitidos são de até 18% e 21%, respectivamente (BRASIL, 2022).

No que se refere ao teor de umidade dos *cookies*, observou-se uma variação entre 6,21% e 9,33%, o que também está de acordo com o limite estabelecido pela legislação brasileira, que determina um teor máximo de umidade de até 15% para

biscoitos em geral (BRASIL, 2022). Entretanto, verificou-se que os *cookies* contendo farinha de facheiro apresentaram teor de umidade superior ao cookie controle. Esse resultado pode indicar que a farinha de facheiro contribuiu para a retenção de umidade nas formulações em que foi incorporada, o que demanda maior atenção quanto ao armazenamento e à vida útil do produto. Contudo, são necessários estudos adicionais para a confirmação desses efeitos.

5.2 Acidez

A acidez das formulações apresentou aumento gradativo proporcional ao aumento da quantidade de farinha de facheiro utilizada, alcançando valores superiores ao teor ácido da própria farinha. A acidez da farinha de facheiro (11,08%) pode estar associada à elevada concentração de ácidos orgânicos, como o ácido málico e o ácido cítrico, compostos já identificados em cactáceas de espécies semelhantes (Medeiros, 2020). Podendo ser necessário o uso de Bicarbonato de Sódio. No entanto, são necessários estudos específicos com essa espécie para confirmar tal hipótese.

Os valores de acidez observados para a farinha de facheiro (11,08%) foram semelhantes aos relatados em outros estudos com a mesma espécie. Deodato (2015) encontrou um teor de acidez de 11,64% nas farinhas obtidas da polpa e de 6,86% nas farinhas provenientes da casca. De forma semelhante, Lima (2006) identificou um valor de 10,25% de acidez, expressa em ácido cítrico.

O aumento da acidez observado nas formulações com maior proporção de farinha de facheiro pode estar relacionado a interações químicas entre os ingredientes durante o preparo, incluindo possíveis reações entre a farinha de trigo e os compostos presentes na farinha de facheiro.

Além disso, a geração de subprodutos ácidos provenientes de reações térmicas como a reação de Maillard, e modificações em compostos fenólicos durante a cocção (após aquecimento em forno a 180 °C), também podem ter contribuído para esse efeito. Os compostos fenólicos presentes na farinha de facheiro podem ter sofrido transformações que resultaram na liberação de ácidos carboxílicos ou outros metabólitos com potencial acidificante (Carvalho *et al.*, 1990; Chitarra; Chitarra, 2000).

A interação entre a farinha de facheiro e a farinha de trigo pode ter promovido reações ácido-base, especialmente na presença de fermento químico e sal,

resultando na liberação de compostos ácidos. A combinação desses todos esses fatores pode ter potencializado a liberação de íons hidrogênio (H^+), intensificando a acidez, mesmo que, isoladamente, os ingredientes não apresentem valores elevados (Gutkoski *et al.*, 2011).

5.3 Sódio

O teor de NaCl presente na farinha de facheiro foi relativamente elevado ($37,73 \pm 1,70\%$), o que justifica o aumento gradativo na concentração de sódio nas formulações à medida que se aumentou a proporção da farinha de cacto. A formulação F75 apresentou, após conversão, um teor de 302.20mg de sódio, valor alto em comparação com o Valor Diário de Referência (VDR) recomendado para esse mineral, que é de 2.400 mg — quantidade máxima que um adulto deve consumir por dia. Embora não exista um limite máximo de sódio estabelecido especificamente para *cookies*, a Resolução RDC nº 429/2020 determina que alimentos sólidos ou semissólidos com teor de sódio superior a 600 mg por 100 g devem exibir, na face principal da embalagem, a advertência “alto em sódio” (BRASIL, 2020).

5.4 Cinzas

O teor de cinzas encontrado na farinha de facheiro justifica o aumento gradativo na concentração desse componente nas formulações à medida que se elevou a proporção da farinha de cacto, indicando um possível enriquecimento mineral do produto. Além do elevado teor de sódio, já mencionado anteriormente, é necessário realizar estudos adicionais com o objetivo de qualificar e quantificar os demais minerais presentes na farinha de cacto.

5.5 Carboidratos

Em relação aos macronutrientes, foi comprovado uma redução gradativa nos teores de carboidratos e proteínas com o aumento da proporção de farinha de cacto nas formulações. Em contrapartida, houve um acréscimo no teor de lipídios nas amostras que continham farinha de facheiro. No entanto, os valores observados neste estudo foram inferiores aos relatados por Deodato (2015), que encontrou 6% de lipídios na farinha de facheiro retirada de polpa seca a 60 °C, e até 14% com farinha

de facheiro obtida secagem a 90 °C. Esses dados sugerem que o teor lipídico pode ser influenciado diretamente pela temperatura de secagem, o que pode justificar as diferenças descobertas, uma vez que, nesta pesquisa, a secagem foi realizada a 50 °C.

5.6 Perfil de Textura

A **Tabela 3** apresenta os valores médios e desvios padrão dos parâmetros de textura das formulações de *cookies* elaboradas com diferentes proporções de farinha de facheiro (25%, 50% e 75%). Os parâmetros analisados incluíram dureza, coesividade, elasticidade, gomosidade, mastigabilidade e adesividade. Não foi possível fornecer os dados de textura do cookie controle (F0), pois a análise apresentou “*overflow*”, ou seja, o equipamento foi submetido a uma força ou carga maior do que a sua capacidade máxima impossibilitando sua conclusão.

Tabela 3: Parâmetros do perfil de textura dos biscoitos tipo *cookies*

Parâmetro	F25 (25%)	F50 (50%)	F75 (75%)
Dureza (N)	302,2 ^a ±198,7	238,8 ^a ±93,0	623,1 ^b ±112,4
Coesividade	2,38 ^a ±0,12	2,11 ^a ±0,41	3,27 ^a ±1,40
Elasticidade (Springiness)	0,31 ^a ±0,00	0,27 ^a ±0,05	0,37 ^a ±0,14
Gomosidade (N)	12,23 ^a ±11,62	11,72 ^a ±7,09	21,32 ^a ±7,75
Mastigabilidade (mJ)	3,79 ^a ±3,61	3,28 ^a ±2,46	8,44 ^b ±5,88
Adesividade (mJ)	0,40 ^a ±0,10	0,90 ^a ±0,60	2,80 ^a ±2,70

Médias seguidas da mesma letra na linha indicam que não houve diferença estatística significativa entre as formulações ao nível de 5% de significância (ANOVA, Tukey ($p < 0,05$)).

Observa-se que (**Tabela 3**), embora os valores médios de alguns parâmetros apresentem variações aparentes entre as formulações, os resultados da análise de variância (ANOVA) indicaram **não haver diferenças significativas** ($p > 0,05$) entre as formulações para a maioria dos parâmetros analisados.

Os dados demonstram que o aumento da proporção de farinha de facheiro promoveu alterações significativas nas propriedades texturais do cookie F75 nos parâmetros de dureza e mastigabilidade. A dureza dos *cookies* variou entre 238,75 ± 92,98 N na formulação F50 e 623,1 ± 112,43 N na F75, sugerindo um aumento significativo com o acréscimo da farinha de facheiro. A mastigabilidade apresentou

comportamento semelhante, com maiores valores na formulação F75. Esses resultados indicam uma tendência de aumento da resistência mecânica com o incremento da farinha de facheiro, possivelmente em função da maior concentração de fibras e compostos estruturais presentes nessa farinha. A comparação dos parâmetros de dureza e mastigabilidade entre as formulações pode ser melhor visualizada na **Figura 6**.

A formulação F75 também apresentou, mesmo que não estatisticamente, maior coesividade, mostrando ser um produto mais denso e resistente à deformação. Tais características podem ser atribuídas ao maior conteúdo de fibras e à interação das mucilagens da farinha de facheiro com outros componentes da massa, como o glúten da farinha de trigo.

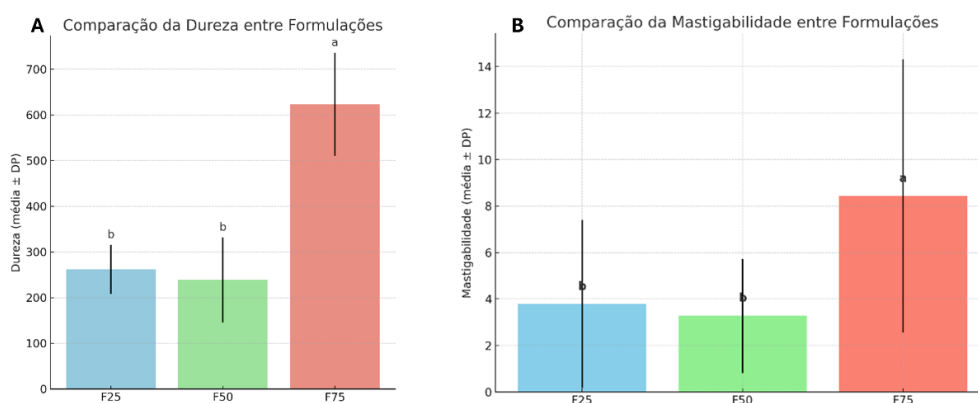


Figura 6: Comparação de Dureza e Mastigabilidade entre as formulações de *cookies* com adição de farinha de facheiro.

Além disso, o aumento da adesividade e da gomosidade em F75 pode refletir a retenção de umidade e a presença de compostos hidrofílicos na matriz, alterando o comportamento mecânico do produto. Esses atributos podem impactar diretamente a sensorialidade, especialmente em termos de crocância e facilidade de mastigação.

De maneira geral, a incorporação da farinha de facheiro não alterou significativamente os parâmetros de textura dos *cookies* nas formulações F25 e F50, o que sugere que seu uso. Ainda assim, recomenda-se a realização de análises complementares, com maior número de repetições, para validação dos resultados e aprofundamento na compreensão dos efeitos reológicos dessa farinha.

6. CONCLUSÃO

A adição de farinha de facheiro em biscoitos tipo *cookies* revelou potencial funcional e nutricional, promovendo alterações nas características físico-químicas do produto. Observou-se um aumento nos teores de umidade, acidez, cinzas, lipídeos e sódio, acompanhado por uma redução nos teores de carboidratos e proteínas. A formulação com 75% de substituição (F75) apresentou elevação na dureza e mastigabilidade, sugerindo maior resistência mecânica, possivelmente associada ao maior teor de fibras e mucilagens, além de um aumento no teor de sódio, fator que demanda atenção quanto à rotulagem nutricional. Por outro lado, as formulações F25 e F50 demonstraram boa estabilidade físico-química, indicando viabilidade tecnológica para a incorporação da farinha de facheiro sem prejuízo à qualidade do produto final. Dessa forma, a farinha de facheiro apresenta-se como um ingrediente promissor para aplicação na produção de *cookies*, com potencial funcional relevante, embora estudos adicionais sejam necessários para validar seus efeitos sensoriais e nutricionais em longo prazo.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-HAMEED, E. S. S.; NAGATY, M. A.; SALMAN, M. S.; BAZAID, S. A. Phytochemicals, nutritional and antioxidant properties of two cultivars of prickly pear (*Opuntia ficus-indica* Mill.) growing in Taif, KSA. *Food Chemistry*, v. 160, p. 31-38, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.060>
- ALMEIDA, L. R.; COSTA, N. M. B. Aceitação sensorial de biscoitos funcionais elaborados com farinhas alternativas. *Revista Alimentos e Nutrição*, v. 31, n. 3, p. 45–52, 2020.
- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC). AACC Method 74-09: Baking Quality of Cookie Flour. Saint Paul: AACC International, 2022. (Método oficial da AACC).
- BARBA, F. J. et al. Impact of conventional and non-conventional processing on prickly pear (*Opuntia* spp.) and their derived products: From preservation of beverages to valorization of by-products. *Trends in Food Science & Technology*, v. 67, p. 260-270, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.07.012>
- BARBOSA, F. dos A.; CASTRO, N. H. A.; SOUZA, V. C. de; BARBOSA, A. da S.; FONSECA, W. B. da; SILVA, J. H. C. S. Análise da estrutura e distribuição espacial de *Pilosocereus pachycladus* subsp. *pernambucoensis* em vegetação da Caatinga e de brejo de altitude. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 33, n. 3, e66471, 2023.
- BRAGA, R. Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará. 2. ed. Mossoró: ESAM, 1976. 510 p. (Coleção Mossoroense, v. 3).
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada, RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 195 ed
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 23 set. 2005, Seção 1, p. 152.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução CNNPA nº 12, de 1978. Define padrões de identidade e qualidade para biscoitos e bolachas. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 24 nov. 1978. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br>. Acesso em: 14 mar. 2025.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Aprova o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 16 set. 2004.
- BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 711, de 1º de julho de 2022. Dispõe sobre os requisitos sanitários dos amidos, biscoitos, cereais integrais, cereais processados, farelos, farinhas, farinhas integrais, massas alimentícias e pães. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 01 jul. 2022.
- CAMPUZANO, A.; ROSELL, C. M.; CORNEJO, F. Physicochemical and nutritional characteristics of banana flour during ripening. *Food Chemistry*, v. 256, p. 11–17, 2018.

- CARVALHO, R. L.; MANTOVANI, D. M. B.; CARVALHO, P. R. N.; MORAES, R. M. Análises químicas de alimentos. Campinas: ITAL, 1990. 121 p.
- CARVALHO, T. K. N.; LUCENA, C. M.; LIMA, J. R. F.; CRUZ, D. D.; LUCENA, R. F. P. Local botanical knowledge of cacti in the semi-arid region of Paraíba, northeastern Brazil. *Ethnobotany Research and Applications*, v. 18, n. 42, p. 1-11, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.32859/era.18.42.1-11>. Acesso em: 12 março 2025.
- CATALOGUE OF LIFE. Cactaceae Juss. 2024. Disponível em: <https://www.catalogueoflife.org/data/taxon/7HS>. Acesso em: 10 mar. 2025.
- CAVALCANTE, A.; TELES, M.; MACHADO, M. Cactos do Semiárido do Brasil: guia ilustrado. 1. ed. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2013. 103p.
- CHAHDOURA, H. et al. Incorporation of *Opuntia macrorhiza* Engelm. in cake-making: Physical and sensory characteristics. *LWT - Food Science and Technology*, v. 90, p. 15-21, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.001>
- CHITARRA, M. I.; CHITARRA, A. B.; Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2 ed. Lavras: UFLA, 2000.
- CHOWDHURY, K. et al. Quality and shelf-life evaluation of packaged biscuits marketed in Bangladesh. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*, v. 47, n. 1, p. 29-42, 2012.
- DEODATO, J. N. V. et al. Produção e avaliação microbiológica, físico-química e toxicológica de farinha de pilosocereus chrysostele e sua utilização como aditivo na formulação de broa preta (Dissertação). 2015.
- DIAS, L. R.; SOUZA, R. C.; MENEZES, M. S. Substituição da farinha de trigo por farinha de arroz em biscoitos sem glúten. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 21, e2017101, 2018.
- DICK, M.; LIMBERGER, C.; THYS, R. C. S.; RIOS, A. O.; FLÔRES, S. H. Mucilage and cladode flour from cactus (*Opuntia monacantha*) as alternative ingredients in gluten-free crackers. *Food Chemistry*, v. 314, 126178, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126178>. Acesso em: 12 março 2025.
- DRAKOS, A. et al. Influence of jet milling and particle size on the composition, physicochemical and mechanical properties of barley and rye flours. *Food Chemistry*, v. 215, p. 326–332, 2017.
- DU TOIT, A.; DE WIT, M.; OSTHOFF, G.; HUGO, A. Antioxidant properties of fresh and processed cactus pear cladodes from selected *Opuntia ficus-indica* and *O. robusta* cultivars. *South African Journal of Botany*, v. 118, p. 44–51, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.06.014>. Acesso em: 12 março 2025.
- EL-MOSTAFA. et al. M.Nopal Cactus (*Opuntia ficus-indica*) as a source of 40 bioactive compounds for nutrition, health and disease. *Molecules*, v. 19, p. 14879-14901, 2014.
- FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Estudo inédito da FAO aponta que a biodiversidade do planeta está desaparecendo. 2019. Disponível em: <https://www.fao.org>. Acesso em: 20 mar. 2025.
- FERNANDES, D. C.; SANTOS, G. R.; PIRES, A. C. Avaliação nutricional e sensorial de biscoitos elaborados com farinha de grão-de-bico. *Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, v. 30, n. 2, p. 150–157, 2019.

- FLORA DO BRASIL. Cactaceae in Flora do Brasil 2020. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br>. Acesso em: 20 mar. 2025.
- GABALLAH, A. A. et al. Changes in physical and chemical properties of *Opuntia dillenii* fruits during growth phases. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, v. 18, p. 1-14, 2016.
- GANORKAR, P. M.; JAIN, R. K. Effect of flaxseed incorporation on physical, sensorial, textural and chemical attributes of cookies. *International Food Research Journal*, v. 21, n. 4, p. 1515-1521, 2014.
- GISSLEN, W. *Panificação & Confeitaria Profissional*. 5. ed. Barueri: Manole, 2014. 480 p.
- Gonzaga, A. P. S., Zappi, D. C., & Taylor, N. P. (2017). Cactaceae na Serra da Mantiqueira, Brasil. *Rodriguésia*, 68(1), 1-20.
- GURRIERI, S. et al. Chemical characterization of *Opuntia ficus-indica* juice and its storage stability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 48, n. 11, p. 5424-5431, 2000. <https://doi.org/10.1021/jf000363f>
- GUTKOSKI, L. C. et al. Influência do tipo de farinha de trigo na elaboração de bolo tipo inglês. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 14, n. 04, p. 275–282, 9 dez. 2011.
- HARLEV, E. et al. Anticancer attributes of desert plants: a review. *Planta Medica*, v. 78, n. 3, p. 255-271, 2012.
- HELIODORO, Linéia Silva Freitas et al. *A dinâmica da agricultura urbana em Ituiutaba (MG)*. 2021.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4. ed. São Paulo: IAL, 2008. (Procedimentos 012/IV, 016/IV, 017/IV, 018/IV, 037/IV, 354/IV, 381/IV).
- KINUPP V. F.; LORENZI, H. *Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: Guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas*. 4 ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014.
- LEE, J. C.; KIM, H. R.; KIM, J.; JANG, Y. S. Antioxidant property of an ethanol extract of the stem of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 50, n. 22, p. 6490-6496, 2002. <https://doi.org/10.1021/jf020388c>
- LIMA, E. E. *Produção e armazenamento da farinha*. 2006. (Dissertação Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, 2006.
- LIMA, M. S.; REIS, L. C.; SANTANA, K. C. Aplicação de pseudocereais em biscoitos: qualidade nutricional e sensorial. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v. 23, n. 4, p. 505–514, 2021.
- LUCENA, C. M. et al. Conhecimento botânico tradicional sobre cactáceas no semiárido do Brasil. *Gaia Scientia*, v. 9, n. 2, p. 77-90, 2015.
- LUCENA, C. M. et al. Potencial medicinal de cactáceas en la región semiárida del Nordeste de Brasil. *Gaia Scientia*, edição especial Populações Tradicionais, p. 36-50, 2014.

- LUCENA, C. M. et al. Use and knowledge of Cactaceae in Northeastern Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, v. 9, n. 1, p. 1-11, 2013. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-9-1>
- MARETI, M. C.; GROSSMANN, M. V. E.; BENASSI, M. T. Características físicas e sensoriais de biscoitos com farinha de soja e farelo de aveia. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 30, n. 4, p. 878-883, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000400008>
- MATOS, F. A.; OLIVEIRA, C. A.; BRAGA, J. F. Influência da substituição de farinhas sobre características físicas de cookies integrais. *Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 42, e2021001, 2022.
- MEDEIROS, M. J. M.; SILVA, J. F.; FAUSTINO, M. V. S.; SANTOS, M. F. G.; ROCHA, L. C S.; CARNEIRO L. C.; Aceitação sensorial e qualidade microbiológica de trufas de caju obtidas artesanalmente. *Holos*, Ano 28, Vol 2, p. 77-86, 2020.
- MENEZES, Rafael Rodrigues; BUENO, Silvia Messias. Plantas comestíveis não convencionais – PANC's. *Revista Científica Unilago*, v. 1, n. 1, 2020.
- NASCIMENTO, Marcos Antônio Germano do et al. Aproveitamento agroindustrial de cactáceas do semiárido brasileiro (Dissertação). 2015.
- OLIVEIRA, I.D.; FEITEN, Mirian, C.; BARROS, B.C.B. Produção de Cookies de Cacau com Adição de Farinha de ora-pro-nóbis. *Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias* (ISSN: 2525-4790), v. 8, n. 01, 2023.
- OTÁLORA, M. C.; CARRIAZO, J. G.; ITURRIAGA, L.; OSORIO, C.; NAZARENO, M. A. Encapsulating betalains from *Opuntia ficus-indica* fruits by ionic gelation: Pigment chemical stability during storage of beads. *Food Chemistry*, v. 202, p. 373–382, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.01.115>. Acesso em: 12 março 2025.
- PARK, K. et al. Extract of cactus cladodes (*Opuntia humifusa*) minimizes the effects of UV irradiation on keratinocytes and hairless mice. *Pharmaceutical Biology*, v. 55, n. 1, p. 1032-1040, 2017. <https://doi.org/10.1080/13880209.2017.1285947>
- PASCHOAL, V.; GOUVEIA, I.; SOUZA, N. S. Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs): o potencial da biodiversidade brasileira. *Brazilian Journal of Functional Nutrition*, n. 68, p. 8-13, 2016.
- PAWAR, A. V. *Opuntia*: Medicinal Plant. *Journal of Medicinal Plants Studies*, v. 5, n. 3, p. 148-154, 2017.
- PEREIRA, F. C. et al. Espécies xerófilas: comportamento e fenologia em áreas degradadas do Semiárido Brasileiro. 2013.
- PEREIRA, L. M. S.; ARAÚJO, H. G. S.; SANTOS, M. C. B. Uso sustentável da palma forrageira na alimentação humana: perspectivas e desafios. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 16, n. 1, p. 121–130, 2021.
- RAMÍREZ-TOBIÁS, H. M. et al. Effect of *Opuntia ficus-indica* mucilage on the texture of bakery products. *Food Hydrocolloids*, v. 35, p. 403–409, 2014.
- RODRIGUES, R. M.; FERREIRA, A. L.; SANTOS, T. A. Desenvolvimento de produtos de panificação com farinhas funcionais: avanços e desafios. *Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente*, v. 10, n. 2, p. 59–67, 2021.

- RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, S. et al. Nutritional and functional evaluation of cookies supplemented with *Opuntia ficus-indica* flour. *Journal of Food Science and Technology*, v. 55, p. 179–186, 2018.
- SÁENZ, C. Cactus pear fruits and cladodes: A source of functional components for foods. *Acta Horticulturae*, n. 581, p. 253-263, 2002.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.581.28>
- SÁENZ, C. et al. Functional properties of nopal (*Opuntia ficus-indica*) mucilage in food products. *Plant Foods for Human Nutrition*, v. 68, n. 2, p. 107–115, 2013.
- SILVA, M. A. et al. Desenvolvimento de biscoitos adicionados de farinha de palma forrageira: avaliação físico-química e sensorial. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v. 22, n. 2, p. 142–149, 2020.
- SILVA, P. H.; ALMEIDA, M. F.; BARBOSA, K. M. Uso de farinha de banana verde na formulação de cookies com alegação de funcionalidade. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 79, n. 2, p. 210–217, 2020.
- SMIDA, A. et al. Immunoprotective activity and antioxidant properties of cactus (*Opuntia ficus indica*) extract against chlorpyrifos toxicity in rats. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, v. 88, p. 844-851, 2017.
<https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.01.143>
- SOUZA, E. L.; MELO, D. S.; GOMES, J. P. Farinhas alternativas na panificação: potencial nutricional e tecnológico. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 40, p. 215–224, 2020.
- SOUZA, R. L. A.; SANTANA, M. F. S.; MACEDO, E. M. S.; BRITO, E. S.; CORREIA, R. T. P. Physicochemical, bioactive and functional evaluation of the exotic fruits *Opuntia ficus-indica* and *Pilosocereus pachycladus* Ritter from the Brazilian caatinga. *Journal of Food Science and Technology*, v. 52, n. 8, p. 5116–5124, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1821-4>. Acesso em: 12 março 2025.
- ZAPPI, D., & TAYLOR, N. (2023). *Cactaceae Juss.* In *Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Recuperado de <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB70>
- ZUCCO, F.; BORSUK, Y.; ARNTFIELD, S. D. Physical and nutritional evaluation of wheat cookies supplemented with pulse flours of different particle sizes. *Food Science and Technology*, v. 44, n. 1, p. 2070-2076, 2011.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.05.012>