

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS
DOUTORADO

TAMIRES ALCÂNTARA DOURADO GOMES MACHADO

**Desenvolvimento de farinha de xiquexique (*Pilosocereus*
gounellei): caracterização nutricional, propriedades funcionais e
sua utilização na elaboração de *cookies***

João Pessoa- PB

2019

TAMIRES ALCÂNTARA DOURADO GOMES MACHADO

Desenvolvimento de farinha de xiquexique (*Pilosocereus gounellei*): caracterização nutricional, propriedades reológicas e sua utilização na elaboração de *cookies*

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba em cumprimento aos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^ª Dr^a Maria Elieidy Gomes de Oliveira

Co-orientadora: Prof^ª Dr^a Maria Manuela Estevez Pintado

JOÃO PESSOA - PB

2019

Catálogo na publicação
Seção de Catálogo e Classificação

M149d Machado, Tamires Alcântara Dourado Gomes.

Desenvolvimento de farinha de xiquexique (*Pilosocereus gounellei*): caracterização nutricional, propriedades funcionais e sua utilização na elaboração de cookies / Tamires Alcântara Dourado Gomes Machado. - João Pessoa, 2019.

131 f.

Orientação: Maria Elieidy Gomes de Oliveira.

Coorientação: Maria Manuela Estevez Pintado.

Tese (Doutorado) - UFPB/CT.

1. Cactáceas. 2. Produtos de panificação. 3. Propriedades de pasta. 4. Sensorial. I. Oliveira, Maria Elieidy Gomes de. II. Pintado, Maria Manuela Estevez. III. Título.

UFPB/BC

**Desenvolvimento de farinha de xiquexique (*Pilosocereus
gounellei*): caracterização nutricional, propriedades reológicas e
sua utilização na elaboração de *cookies***

Tese Defendida em 29 / 03 / 2019.

BANCA EXAMINADORA



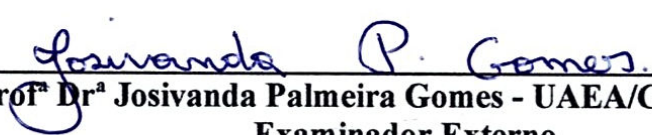
Prof^ª Dr^a Maria Elieidy Gomes de Oliveira -DN/CCS/UFPB
Coordenador da Banca Examinadora



Prof^a Dr^a Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga - DN/CCS/UFPB
Examinador Interno



Prof^a Dr^a Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo - UAEA/CTAN/UFCG
Examinador Externo



Prof^a Dr^a Josivanda Palmeira Gomes - UAEA/CTRN/UFCG
Examinador Externo

Prof Dr^a Mônica Tejo Cavalcânti - NITT/CCTA/UFCG
Examinador Externo

A Deus, pelo seu amor incondicional.

Aos meus pais, Isaias e Tânia, pelas suas orações e seu amor.

Ao meu companheiro, Rafael, por seu amor, orações e compreensão.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, o Consolador, o Espírito-Orientador que move todas as coisas e como descrito em João 14:26, foi enviado pelo Pai para nos ensinar todas as coisas e nos fará guardar todas as suas Palavras. Em gratidão, faço minhas as palavras proferidas por Simão Pedro: “Senhor, para onde eu irei se só Tu tens as palavras da vida eterna?”

Ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade de realização do doutorado, bem como a todos os professores que fazem parte e a secretária, por todo apoio e disponibilidade em ajudar em todos os momentos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro.

A Profa. Dra. Maria Elieidy Gomes de Oliveira, pela excelente orientação, pela oportunidade de realização deste trabalho, confiança, paciência, cuidado e pelo exemplo profissional, ético, amigável e paciência nos momentos mais difíceis. Obrigada. Amo infinitamente.

A Profa. Dra. Maria Manuela Estevez Pintado, pela coorientação, pelas valiosas contribuições, ensinamentos, paciência, compreensão, disponibilidade e auxílio na escrita do artigo. Por todo apoio nas análises realizadas na Universidade Católica do Porto, Portugal.

A Profa. Dra. Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga, por todo apoio, orientação, paciência, compreensão, conselhos, valiosos ensinamentos e cuidado, só tenho a louvar a Deus pela vida da senhora.

A Banca, pelas contribuições pertinentes, esclarecedoras e estimuladoras. Tais auxílios, evidenciados por um perfil ético-inspirador, foram imprescindíveis para o êxito da pesquisa: “há vitória na multidão de conselheiros” (Pv-5: 6).

Aos professores Evandor Leite e a Maria Lúcia que contribuíram com o conhecimento e com a disponibilização do laboratório.

À Prof^a. Dr^a. Maria de Fátima Vanderlei de Souza por nos apresentar o xiquexique, bem como suas potencialidades e ao Prof. Pedro Dantas Fernandes pelo fornecimento do xiquexique para o presente trabalho.

Ao professor Alfredo Curbelo coordenador do laboratório de Operações Unitárias do Departamento de Engenharia Química e o Técnico do laboratório Rafael Peixoto Alves meu muito obrigada por disponibilizarem tempo e os equipamentos necessários para o processamento da farinha.

A professora Teresa Pacheco, que viabilizou a pesquisa disponibilizando laboratórios para a realização de vários ensaios no ITAL. Muito obrigada pelas contribuições, ensinamentos, paciência, palavras de incentivo e constante disponibilidade na realização deste trabalho. A toda equipe do ITAL muito obrigada.

A professora Clarice Weis Arns e Juliana Pallone da UNICAMP, a professora Vanessa Bordin Viera, da UFCG *Campus* de Cuité/PB, ao técnico Eduardo Orlando, ao mestrando Michael Edward Miler, que viabilizaram a realização de análises complementares.

Aos meus pais, Isaias e Tânia, por todo amor, apoio e compreensão. Amo os infinitamente.

A toda a minha família, em especial aos meus avós.

Ao meu amor e parceiro de todas as horas, Rafael, pela força durante todos os momentos, pelas orações, pelo carinho, amor, paciência, auxílio e compreensão por todos os períodos difíceis e de ausência. Te amo muito.

A minha Sogra, cunhada e Dona Livramento por todo apoio, carinho e orações.

Aos meus amigos da igreja Cidade Viva por todo apoio, orações e carinho. Especialmente a Elane e Ilsa. Amo muito vocês.

A todos os companheiros e amigos dos laboratórios e das aulas (Fernanda, Francieli, Fabrícia, Yasmim, Natália, Amanda, José, Paloma, Thais, Tayanna, Edilza, Lorena e tantos outros), por toda ajuda e pela amizade, além de tudo. E aos pibics Luana e Letícia, com muito carinho, por todo auxílio no laboratório e pela amizade. Rimos, choramos e tomamos muuuito café juntas, obrigada pela amizade. Vocês são especiais.

A Max, Cecília, Bia e Isadora minha imensa gratidão, louvo a Deus pela vida dessa família, agradeço especialmente a Cecília que sempre facilitou e ajudou em tudo que foi possível. A Bia e Isadora, que nos momentos mais difíceis trouxeram alegria e sorrisos para os meus dias.

A todas as companheiras da “salinha da pós” no ITAL minha gratidão e amor eterno, Bruna, Heydi, Marília, Camile, Esther, Thais e Carol, sem vocês o período de análises não teria sido o mesmo, vocês fizeram meus dias mais leves.

A Wilson que tanto me ajudou com ouvidos nos momentos que precisava desabafar.

À Dra. Goreth, que foi fundamental nos momentos difíceis.

À Liana, que foi um anjo enviado do Senhor em minha vida.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste sonho.

RESUMO

O *Pilosoreceus gounellei* é uma excelente matriz para o desenvolvimento de novos produtos, possui propriedades nutricionais relevantes, além de apresentar compostos bioativos que enriquecem o produto final. Este estudo objetivou-se a desenvolver farinhas de xiquexique com diferentes granulometrias e tratamentos, estudar suas propriedades nutricionais e reológicas, assim como avaliar o potencial de sua aplicação em *cookies*. Foram elaborados 4 farinhas e 4 *cookies*: F1 (Farinha de xiquexique sem tratamento térmico tamizada em peneira de 100 mesh), F2 (Farinha de xiquexique sem tratamento térmico tamizada em peneira de 28 mesh), FA1 (Farinha de xiquexique autoclavada tamizada em peneira de 100 mesh), FA2 (Farinha de xiquexique autoclavada tamizada em peneira de 28 mesh), C1 (*Cookie* convencional controle), C2 (*Cookie* convencional de xiquexique), C3 (*Cookie* integral controle), C4 (*Cookie* integral de xiquexique). Para as farinhas foram realizadas análises microbiológicas, físicas, físico-químicas, perfil de aminoácidos, perfil de açúcares, perfil de minerais, propriedades reológicas, fatores antinutricionais e atividade antioxidante. Os *cookies* foram avaliados quanto às características físicas, físico-químicas, textura, índice de expansão e atributos sensoriais. Em relação às farinhas de xiquexique, os valores de acidez, pH e atividade de água estão de acordo com a faixa característica da farinha e indicam boa estabilidade durante o armazenamento. As farinhas apresentaram baixo teor de umidade (3,08 - 5,06%) e gordura (0,48 - 0,95%); alto teor de fibra (16,59 - 44,43%), amido (28,77 - 65,24%) e cinzas (8,36 - 12,34%); e médio teor de proteína (3,06 - 5,75%). Foram ricas em minerais, principalmente cálcio, ferro, potássio, magnésio e manganês. Apresentaram cor e turbidez do gel característicos de farinha. As análises reológicas revelaram que a farinha possui alta viscosidade e textura dos géis, sendo um excelente ingrediente que pode ser utilizado como agente espessante ou gelificante em diversos produtos alimentícios. Além disso, as farinhas apresentaram compostos com atividade antioxidante e no teste de proteção do DNA foi possível observar um comportamento protetor em todas as amostras, sinalizando o provável potencial antioxidante das farinhas de xiquexique. Os fatores anti-nutricionais foram detectados em baixas quantidades quando comparado com outros alimentos vegetais, e, portanto, não representando desvantagem. A autoclavagem e a granulometria influenciaram nos parâmetros físicos, físico-químicos e reológicos, porém não reduziram o potencial para utilização da farinha, mas apenas como características a serem consideradas na escolha dos produtos para os quais serão destinadas. Referente aos *cookies*, a atividade de água e os valores de umidade foram baixos, indicando boa estabilidade durante o armazenamento. Os *cookies* de xiquexique apresentaram maiores conteúdos de cinzas (2,47-2,74%), proteínas (0,94-1,36%), fibras (4,41-8,10%) e amido resistente (3,65-2,10%) que os respectivos *cookies* controles. Além disso, foram ricos em minerais, principalmente: cálcio, ferro, potássio, magnésio e manganês, podendo ajudar aos consumidores a atender às necessidades diárias desses nutrientes essenciais. As características de luminosidade e textura dos *cookies* de xiquexique foram maiores, enquanto o índice de expansão foi menor que os *cookies* controles. Em termos sensoriais, revelaram boa aceitação e intensão de consumo, além disso os resultados do CATA podem ser usados para aprimorar a formulação. Dessa forma, pode-se concluir que o xiquexique é uma excelente matriz alimentar para o desenvolvimento de farinha com alto potencial nutricional e tecnológico. Além de excelente ingrediente para a produção de *cookies*, podendo ainda ser interessante para aplicação em produtos diversos, como queijo cremoso. Portanto, o desenvolvimento de farinha de xiquexique, aparenta ser uma iniciativa atraente para obtenção de produtos de panificação práticos, com qualidade nutricional, funcional e atrativo para os consumidores, a exemplo de *cookies*.

Palavras-chave: Cactáceas. Produtos de panificação. Propriedades de pasta. Sensorial.

ABSTRACT

Pilosoreceus gounellei is an excellent matrix for the development of new products, has relevant nutritional properties, and presents bioactive compounds that enrich the final product. This study aimed to develop xiquexique flours with different granulometries and treatments, to study their nutritional and rheological properties, as well as to evaluate the potential of their application in cookies. It was elaborated 4 flours and 4 cookies: F1 (xiquexique flour without heat treatment sieved in a 100 mesh sieve), F2 (xiquexique flour without heat treatment sieved in 28 mesh sieve), FA1 (Xique- autoclaved xyché sieved in a 100 mesh sieve), FA2 (Autoclaved xiquexique flour sieved in 28 mesh sieve), C1 (conventional control cookie), C2 (conventional xiquexique cookie), C3 C4 (Comprehensive xiquexique cookie). For the flours, microbiological, physical, physicochemical, amino acid profile, sugar profile, mineral profile, rheological properties, anti-nutritional factors and antioxidant activity were performed. Cookies were evaluated for physical, physical-chemical characteristics, texture, expansion index and sensory attributes. In relation to the xiquexique flours, the values of acidity, pH and water activity are in accordance with the characteristic range of the flour and indicate good stability during storage. Flours presented low moisture content (3.08 - 5.06%) and fat (0.48 - 0.95%); high fiber content (16.59 - 44.43%), starch (28.77 - 65.24%) and ash (8.36 - 12.34%); and medium protein content (3.06 - 5.75%). They were rich in minerals, mainly calcium, iron, potassium, magnesium and manganese. They presented gel color and gel turbidity characteristic of flour. Rheological analysis revealed that the flour has high viscosity and texture of the gels, being an excellent ingredient that can be used as a thickening agent or gelling agent in various food products. In addition, the flours presented compounds with antioxidant activity and in the DNA protection test it was possible to observe a protective behavior in all the samples, signaling the probable antioxidant potential of xiquexique flours. Antinutritional factors were detected in low amounts when compared to other plant foods, and therefore not presenting a disadvantage. Autoclaving and granulometry influenced the physical, physical-chemical and rheological parameters, but did not reduce the potential for flour use, but only as characteristics to be considered in the choice of products for which they will be destined. Regarding cookies, water activity and moisture values were low, indicating good stability during storage. Cookies of xiquexique presented higher contents of ashes (2.47-2.74%), proteins (0.94-1.36%), fibers (4.41-8.10%) and resistant starch (3 , 65-2.10%) than their respective cookie controls. In addition, they have been rich in minerals, especially calcium, iron, potassium, magnesium and manganese, and can help consumers meet the daily needs of these essential nutrients. The luminance and texture characteristics of the xiquexique cookies were higher, while the expansion index was lower than the cookies controls. In sensory terms, they showed good acceptance and consumption intensity, in addition the results of the CATA can be used to improve the formulation. Thus, it can be concluded that xiquexique is an excellent food matrix for the development of flour with high nutritional and technological potential. Besides being an excellent ingredient for the production of cookies, it can also be interesting for application in various products, such as cream cheese. Therefore, the development of xiquexique flour appears to be an attractive initiative to obtain practical bakery products with nutritional quality, functional and attractive to consumers, such as cookies.

Keywords: Cacti. Bakery products. Pasting properties. Sensory.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Formulação de <i>cookies</i>	43
-----------------	------------------------------------	----

ARTIGO I

Table 1	Characterization of the xiquexique flour.....	66
----------------	---	----

Table 2	Minerals profile of xiquexique flours (Concentrations are expressed in milligrams per 100 grams of the product).....	69
----------------	--	----

Table 3	Color of xiquexique flours.....	72
----------------	---------------------------------	----

Table 4	Gel color from different concentrations of xiquexique flours.....	74
----------------	---	----

Table 5	Pasting properties of xiquexique flours.....	76
----------------	--	----

Table 6	Textural properties of gels from xiquexique flours.....	80
----------------	---	----

Table 7	Variables examined with PCA	82
----------------	-----------------------------------	----

ARTIGO II

Table 1	Cookies Formulations.....	94
----------------	---------------------------	----

Table 2	Physical and physicochemical of the cookies.....	98
----------------	--	----

Table 3	Color, hardness and spread ratio.....	100
----------------	---------------------------------------	-----

Table 4	Minerals profile	102
----------------	------------------------	-----

Table 5	Acceptance scores and preference of the cookies.....	103
----------------	--	-----

DADOS SUPLEMENTARES

Tabela 1	Determinação de amido, amido resistente e fibras de farinha e fatores antinutricionais de xiquexique.....	114
Tabela 2	Determinação de perfil de aminoácidos de farinha de xiquexique expresso em g/100 g de proteína.....	115
Tabela 3	Atividade antioxidante da farinha de xiquexique.....	115

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Mapa de distribuição das cactáceas.....	22
Figura 2	<i>Pilosocereus gounellei</i> (xiquexique)	23
Figura 3	Estrutura do xiquexique.....	32
Figura 4	Delineamento experimental.....	33
Figura 5	Talo central de xiquexique seco e farinhas de xiquexique.....	34
Figura 6	Fluxograma da produção do <i>cookie</i>	44
Figura 7	<i>Cookies</i>	45
Figura 8	Embalagens dos <i>cookies</i>	45
ARTIGO	I	
Figure 1	Effect of storage on the turbidity of xiquexique flours suspensions.....	73
Figure 2	Pasting curves of xiquexique flours using rapid viscoanalyser.....	78
Figure 3	Principal component analysis: loading plot of PC1 and PC2 describing the variation among the different properties of xiquexique flours.....	83
Figure 4	Principal component analysis: score plot of first principal component (PC1) and second principal component (PC2) describing the overall variation among Xiquexique flours.....	83
ARTIGO	II	
Figure 1	Xiquexique flour tamized at 100 mesh-F1, xiquexique flour tamized at 28 mesh-F2.....	93
Figure 2	Conventional control cookie-C1, conventional xiquexique cookie-C2, whole control cookie-C3, whole xiquexique cookie-C4.....	95

Figure 3	Acceptance, indifference, and rejection percentages for the acceptability of the appearance, color, and flavor, crunchiness, taste and overall acceptability of the cookies. Conventional control cookie-C1, conventional xiquexique cookie-C2, whole control cookie-C3, whole xiquexique cookie-C4.....	104
Figure 4	Ideal rating percentages above and below ideal for hardness when biting, crunching and sweetening of the cookies. Conventional control cookie-C1, conventional xiquexique cookie-C2, whole control cookie-C3, whole xiquexique cookie-C4. * perceived by more than 20% of consumers, with a significant decrease of at least 1 point in the average overall acceptability.....	105
Figure 5	Attributes with a significant effect on the overall acceptability of the cookies. Conventional control cookie-C1, conventional xiquexique cookie-C2, whole control cookie-C3, whole xiquexique cookie-C4.....	106
Figure 6	Intention of frequencies consumption of the cookies. Conventional control cookie-C1, conventional xiquexique cookie-C2, whole control cookie-C3, whole xiquexique cookie-C4.....	107
DADOS SUPLEMENTARES		
Figura 1	Proteção de DNA contra dano oxidativo.....	116

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Utilização de <i>Pilosocereus gounellei</i> (xiquexique) em alimentação.....	24
Quadro 2	Farinhas não convencionais.....	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Aa	Atividade de água
Aw	Water activity
AACC	American Association of Cereal Chemists
ABIP	Associação Brasileira de Indústrias de Panificação
ABTS ^{•+}	Radical 2,2-azino-bis (3-etilbezotiazolina)-6-ácido sulfônico
AF1	Autoclaved xiquexique flour tamized at 100 mesh
AF2	Autoclaved xiquexique flour tamized at 128 mesh
ANOVA	Análise de Variância
AOAC	Association of Official Analytical Chemist methods
APHA	American Public Health Association
°C	Graus Celsius
Ca	Cálcio
CATA	Check All That Apply
CCA	Centro de Ciências Agrárias
CCE	Commission des communautés europeennes
CCS	Centro de Ciências da Saúde
CHOCOTEC	Laboratório de Tecnologia de Chocolate e Cereais
cm	Centímetro
C1	Cookie convencional controle
C2	Cookie convencional de xiquexique
C3	Cookie integral controle
C4	Cookie integral de xiquexique
CT	Centro de Tecnologia
db	Dry base
DN	Departamento de nutrição
DNA	Ácido desoxirribonucleico
DPPH ^{•+}	Radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazila

EAG	Equivalente de ácido gálico
F1	Farinha de xiquexique tamizada a 100 mesh
F2	Farinha de xiquexique tamizada a 28 mesh
FA1	Farinha de xiquexique autoclavado tamizada a 100 mesh
FA2	Farinha de xiquexique autoclavado tamizada a 28 mesh
F.A.C.	Frédéric Albert Constantin Weber
FAO	Food and Agriculture Organization
FRAP	Poder antioxidante de redução férrica
g	Grama
h	Hora
HCl	Ácido clorídrico
ITAL	Instituto de Tecnologia dos Alimentos
KW	Quilowatts
mm	Milímetros
mM	Milimolar
Mg	Magnésio
mg	Miligrama
µg	Micrograma
µL	Microlitro
µmol	Micromol
Mn	Mangânes
min	Minuto
Na	Sódio
nm	Nanômetro
nmol	Nanomol
OMS	Organização Mundial de Saúde
ORAC	Oxygen Radical Absorbance Capacity
p	Peso
PANC	Plantas alimentícias não convencionais

pH	Potencial hidrogeniônico
P	Fósforo
PHEA	poli-(2-hidroxietilaspirtamida)-sílica
rpm	Rotação por minuto
RMF	Resíduo mineral fixo
RVA	Viscoanalizador rápido
RVU	Unidade rápido viscoamilográfica
s	Segundo
Se	Selênio
SISBIO	Sistema de Informação e Biodiversidade do Brasil
SISGEN	Sistema Nacional de Gestão de Patrimônio Genético e Conhecimento Tradicional Associado
TPA	Análise de perfil de textura
TPTZ	2,4,6-tripiridil-s-triazina
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UV	Ultravioleta
v	Volume
Zn	Zinco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
2.1 PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS.....	20
2.2 CACTACEAE.....	21
2.3 FARINHAS.....	25
2.4 PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO.....	27
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1 OBTENÇÃO DOS MATERIAIS.....	31
3.2 LOCAL DE EXECUÇÃO.....	31
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	33
3.4 PROCESSAMENTO DA FARINHA DE Xiquexique.....	34
3.5 CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE Xiquexique.....	35
3.6 DETERMINAÇÃO COR DA FARINHA E DO GEL E TURBIDEZ.....	37
3.7 PROPRIEDADES DE GELATINIZAÇÃO E TEXTURA.....	38
3.8 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA FARINHA DE Xiquexique.....	39
3.9 AVALIAÇÃO DOS FATORES ANTINUTRICIONAIS DA FARINHA.....	41
3.10 ELABORAÇÃO DE <i>COOKIES</i> DE Xiquexique.....	42
3.11 CARACTERIZAÇÃO DOS <i>COOKIES</i> DE Xiquexique.....	45
3.12 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	47
REFERÊNCIAS.....	49
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
ARTIGO I.....	59

ARTIGO II.....	91
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	113
DADOS SUPLEMENTARES.....	114
APÊNDICES.....	117
ANEXOS.....	121

1 INTRODUÇÃO

A crescente procura dos consumidores por alimentos sustentáveis, práticos, com sabor e aroma agradáveis estabelece a necessidade de produção deste tipo de produto pelas indústrias. Os alimentos sustentáveis são aqueles que podem ajudar a prosperar a economia local e a melhorar a saúde dos consumidores, abrangendo aqueles que são produzidos e processados de forma higiênica, que oferecem benefícios sociais (seguros e nutritivos), além de utilizarem conhecimento tradicional, os quais desencadeiam esforços de pesquisas para a aplicação de materiais brutos, subutilizados, nutritivos e regionais para produzir alimentos saborosos (CHENG; BHAT, 2016).

O consumo de plantas alimentícias não-convencionais (PANC) é uma excelente estratégia para conservar a variabilidade alimentar concomitante com a estimulação da preservação natural (BARREIRA et al., 2015). As PANC são espécies contendo uma ou mais partes com potencial alimentar de utilização incomum, incluindo plantas nativas, exóticas e espontâneas (KINUPP; LORENZI, 2014), estudos realizados nos últimos anos revelaram o importante papel dessas plantas, que além de nutritivas são particularmente ricas em compostos bioativos capazes de fornecer benefícios para a saúde além da nutrição básica (BALTERMANN et al., 2016; INFANTE et al., 2016) o que está corroborando para o crescimento da sua utilização nos dias de hoje (PINELA et al., 2017).

No Nordeste brasileiro, as plantas da família Cactaceae são umas das mais representativas do Bioma Caatinga, possuindo relevância cultural e econômica para os agricultores (LUCENA et al., 2015) e são, ainda, espécies sub-utilizadas pela indústria. Devido às condições de estresse ambiental, as plantas dessa família possuem sistemas de defesa que permitem adaptação a esse meio ambiente. Estes sistemas de defesa são formados por fitoquímicos, como alcalóides, flavonóides, terpenos e taninos, que já demonstraram bioatividades notáveis contra doenças, como: câncer (HARLEV et al., 2012a,b) e diabetes (HARLEV et al., 2013b).

Inserido na família Cactaceae, o *Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & Rowley, denominado popularmente de xiquexique, apresenta alto conteúdo de água, baixo teor de proteínas e lipídios, conteúdo alto de carboidratos, incluindo as fibras solúveis e insolúveis, alto conteúdo de fenólicos, valores expressivos de minerais, destacando-se o cálcio, magnésio, selênio e zinco no cilindro vascular (BEZERRIL, 2017). Além de possuir propriedades nutricionais relevantes, outros estudos verificaram atividade antioxidante (MACIEL et al., 2016), atividade anti-inflamatória (DIAS et al.,

2015), além de proteção da mucosa gástrica (SOUSA, 2013) e propriedade ansiolítica (OLIVEIRA et al., 2018). O xiquexique pode ser usado na produção de alimentos, em produtos de panificação, cocada, doces (ALMEIDA et al., 2007), cuscuz (LUCENA et al., 2013b), geleias (BEZERRIL, 2017) e suco (CARVALHO, 2019).

Uma maneira efetiva de disponibilizar os nutrientes e compostos bioativos aos consumidores, como minerais e fibras, seria utilizar o xiquexique como ingrediente na elaboração de produtos alimentícios. A produção de farinhas é uma alternativa para esta condição, e a sua aplicação em alimentos tem sido amplamente estudada objetivando promover melhorias nutricionais, tecnológicas e funcionais nos produtos desenvolvidos (FELISBERTO; BERALDO; CLERICI, 2017; AWOLU, 2017; DRAKOS et al., 2017; CAMPUZANO; ROSELL; CORNEJO, 2018; RESENDE; FRANCA; OLIVEIRA, 2019).

Deste modo, uma possibilidade é utilizar a farinha do xiquexique para a produção de *cookies*, sendo este um dos produtos mais populares e bem aceitos no mundo, podendo satisfazer as demandas supracitadas. Os *cookies* são boas fontes de energia, além de pertencerem ao grupo de produtos prontos para consumo. O baixo custo de fabricação, bem como a vida útil estável (creditado à baixa atividade de água) torna-os uma fonte valiosa de nutrição prática. Além disso, biscoitos podem ser produzidos em grandes quantidades com requisitos mínimos de tempo e permitem ampla distribuição (ZUCCO, BORSUK; ARNTFIELD, 2011). Todas essas características fazem com que o *cookie* seja o produto ideal para utilização da farinha de xiquexique como ingrediente.

Portanto, verifica-se a crescente necessidade de desenvolver novas farinhas sustentáveis e estudar suas propriedades isoladas e em produtos derivados, para assim, responder aos requisitos dos consumidores e da indústria de maneira eficiente. Apesar da existência de estudos com o cladódio do xiquexique, contemplando seu efeito antioxidante e composição nutricional, pesquisas envolvendo a farinha do talo central (região fibrosa central do cladódio), de produtos derivados, bem como estudo das características tecnológicas, nutricionais, antinutricionais, funcionais e seu impacto nos atributos e aceitação sensorial do produto final (*cookie*) ainda não foram realizadas, sendo, portanto, um dado inédito na literatura.

Deste modo, o presente estudo tem como objetivo investigar e comparar as propriedades tecnológicas, nutricionais, antinutricionais e antioxidantes de farinhas de diferentes granulometrias (28 e 100 mesh) de xiquexique *in natura* e autoclavado, assim como a sua utilização na elaboração de *cookies* convencionais e integrais, fornecendo,

portanto, informações úteis sobre a utilização efetiva desse cacto no processamento de alimentos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

2.1 PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS

As plantas alimentícias são aquelas que possuem uma ou mais partes, e/ou derivadas destas, que podem ser aproveitadas na alimentação humana, tais como raízes tuberosas, tubérculos, frutos, sementes, bulbos, rizomas, ramos tenros, folhas, brotos e flores ou ainda látex, resina, goma, ou partes que podem ser usadas para obtenção de óleo e gorduras comestíveis. Inclui-se neste conceito também as especiarias, substâncias condimentares e aromáticas, assim como plantas que são utilizadas como substitutas do sal, como edulcorantes, amaciantes de carnes, corantes alimentícios e no preparo de bebidas, tonificantes e infusões (KINUPP, 2007). Existem cerca de 80.000 plantas comestíveis identificadas, das quais apenas cerca de 130 são utilizadas em larga escala (BHAG, 1990; CHANDRA et al., 2016).

Kinupp e Lorenzi (2014) definiram plantas alimentícias não convencionais (PANC) como espécies contendo uma ou mais partes com potencial alimentar de utilização incomum, incluindo plantas nativas, exóticas e espontâneas.

As PANC têm recebido grande importância em diferentes lugares e épocas da história do ser humano, devido a sua capacidade de fornecer nutrientes durante os períodos de escassez e proteção para delicadas condições de saúde (TORIJA-ISASA; MATAALLANA-GONZÁLEZ, 2016).

A maioria das PANC é negligenciada, crescem naturalmente, não necessitando de cultivo e, nos primórdios, desempenharam um papel fundamental como suplemento às principais plantas alimentares no sistema de segurança alimentar (CHANDRA et al., 2016).

Embora disponíveis a baixo custo, muitas PANC ainda são desconhecidas e subutilizadas por uma parcela significativa da população (LUIZZA et al., 2013; BARREIRA et al., 2015). A frequente desvalorização se deve à antiga percepção associada de pobreza, escassez e sua presença relativamente baixa nas dietas urbanas (PINELA, CARVALHO, FERREIRA, 2017). Entretanto, vários estudos realizados nos últimos anos revelaram o importante papel dessas plantas, que além de nutritivas são particularmente ricas em compostos bioativos capazes de fornecer benefícios para a saúde e também para nutrição básica (INFANTE et al., 2016; BALTERMANN et al., 2016).

Se realizado de maneira sustentável, a exploração das PANC pela indústria de alimentos pode ser considerada uma forma de utilização com baixo impacto ambiental

(KINUPP, 2007; BARREIRA et al., 2015). Assim, o consumo das PANC pode ser uma excelente estratégia para conservar a variabilidade alimentar concomitante com a estimulação da preservação natural.

No Brasil, diversas famílias utilizam PANC na sua alimentação (BARREIRA et al., 2015); no entanto, em muitas regiões da Caatinga do Nordeste do Brasil, grande parte das plantas alimentícias espontâneas não são utilizadas atualmente, mesmo aquelas de grande valor nutricional (NASCIMENTO et al., 2013; 2015). Destas plantas, a família Cactaceae apresenta uma enorme variedade de espécies que podem servir de alimento para o consumo humano, porém seu potencial não tem sido aproveitado.

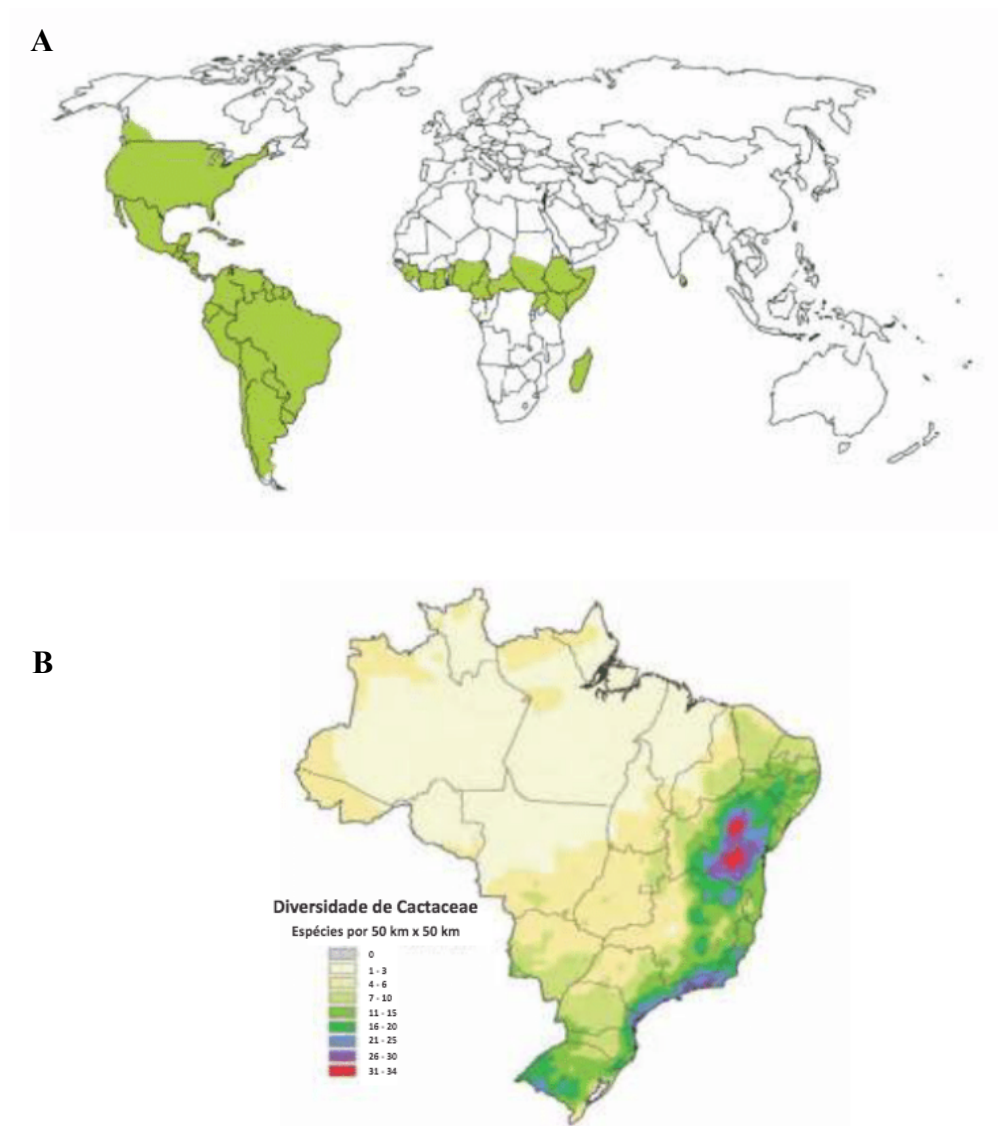
2.2 CACTACEAE

A família Cactaceae é constituída por plantas suculentas, frequentemente dotadas de espinhos, e que habitam principalmente ecossistemas áridos e semiáridos (MENEZES; RIBEIRO-SILVA, 2015). Estima-se que existam mais de 2.000 espécies de cactáceas, agrupadas em cerca de 175 gêneros, as quais consistem em quatro subfamílias: Maihuenioideae, Pereskioideae, Opuntioideae e Cactoideae. Os cactos são originários do continente americano, encontrados principalmente na América e África (Figura 1A), com maior número e diversidade de espécies ocorrendo no México (CACTUS, 2012).

No Brasil, as cactáceas estão presentes em todo o território (Figura 1B), existem cerca de 40 gêneros e 200 espécies, sendo 24 gêneros e 88 espécies presentes na região Nordeste (LUCENA et al., 2013; 2015).

Estudos etnobotânicos têm demonstrado inúmeras potencialidades desta família, como utilização na forragem (NUNES et al., 2015; SILVA et al., 2015) e na alimentação humana (LUCENA et al., 2013; 2015), além do uso medicinal, com destaque para *Cereus jamacaru* DC. (mandacaru), *Melocactus* sp. (coroa de frade), *Opuntia ficus-indica* L. Miller (palma forrageira), *Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & Rowley (xiquexique) e *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter (facheiro) (LUCENA et al., 2014), que estimulam para novas investigações acerca desta família.

Figura 1 - Mapa de distribuição das cactáceas.



A- Mundo, B- Brasil.

FONTE: Cavalcante; Teles; Machado (2013).

2.2.1 *Pilosocereus gounellei*

O *Pilosocereus gounellei* (Figura 2), conhecido popularmente como xiquexique, é uma espécie da família Cactaceae, pertencente à subfamília Cactoideae, do gênero *Pilosocereus* Byles e Rowley (DIAS et al., 2015). Desenvolve-se nas áreas mais secas da região semiárida do Nordeste, em solos rasos, em cima de rochas e se multiplica regularmente, cobrindo extensas áreas da caatinga. Possui tronco ereto com galhos laterais afastados, descrevendo suavemente uma curva ampla em direção ao solo, ramos compostos por fortes espinhos de coloração verde-opaca, flores tubulosas de cor branca

(CAVALCANTE; RESENDE, 2007) e, seus frutos apresentam-se como baga, avermelhados, arredondados e com pequenas sementes (ALMEIDA et al., 2007).

Figura 2-*Pilosocereus gounellei* (xiquexique).



Bezerril (2017) realizou a caracterização nutricional do xiquexique, na qual observou que os cladódios apresentam alto conteúdo de água, baixo teor de proteínas e lipídios, conteúdo representativo de carboidratos, incluindo as fibras solúveis e insolúveis, valores expressivos de minerais, destacando-se o cálcio, magnésio, selênio e zinco no cilindro vascular.

Almeida et al. (2005), em estudo etnobotânico realizado em conjunto com uma abordagem fitoquímica da flora medicinal da caatinga, popularmente utilizada em comunidades da região de Xingó, no Nordeste do Brasil, constataram a existência de triterpenos e compostos fenólicos no caule do xiquexique com potencial antioxidante.

Do ponto de vista fitoquímico, Maciel et al. (2016) realizaram um estudo no qual foram isolados e identificados 10 compostos antioxidantes do *Pilosocereus gounellei*, entre eles: pinostrobin, β -sitosterol, uma mistura de β -sitosterol/stigmasterol, 13²-hydroxyphaeophytin a, phaeophytin a, sitosterol 3-O- β -D-glucopyranoside/stigmasterol 3-O- β -D-glucopyranoside, kaempferol, quercetina, 7'-ethoxy-*trans*-feruloyltyramine e *trans*-feruloyltyramine. Além disso, os mesmos autores demonstraram que o extrato etanólico do fruto possui excelente atividade antioxidante, principalmente devido à presença de compostos fenólicos, reportados tanto no gênero, como na família Cactaceae.

O xiquexique constitui um recurso natural com importante contribuição para a subsistência das populações locais na região semiárida do Nordeste brasileiro (MONTEIRO et al., 2015). Tem sido utilizada na alimentação (Quadro 1), medicina humana, medicina veterinária, além de servir para construção, ornamentação, higiene pessoal, bioindicador de chuva ao florescer, tecnologia, dentre outras (SILVA, 2015).

A utilização de plantas com fins medicinais, para tratamento, cura e prevenção de doenças, é uma das mais antigas formas de prática medicinal da humanidade (VIEGA JÚNIOR, 2005; DUTRA et al., 2016). A população brasileira tem uma longa tradição no uso de plantas medicinais para o tratamento de doenças agudas e crônicas (DUTRA et al., 2016).

Quadro 1- Utilização de *Pilosocereus gounellei* (xiquexique) para fins alimentícios.

Finalidade de uso	Porção utilizada	Processamento	Utilização	Referências
Alimentação humana	Fruto	-	<i>In natura</i>	Lucena et al., 2015
	Polpa	Assado ou cozido	Cocada, doces, cuscuz	Almeida et al., 2007; Lucena et al., 2013
	Polpa seca	Triturado (pó)	Incorporado a farinha de trigo	Almeida et al., 2007;
Alimentação animal	Fruto	<i>In natura</i>	Ração	Lucena et al., 2015
	Cladódio	Cortado ou queimado		
	Planta inteira			
Experimental	Cladódio	<i>In natura</i>	Suco	Cavalcante, 2019

Ao longo do tempo essas plantas desempenharam um papel essencial no desenvolvimento da cultura humana, que juntamente com seus constituintes metabólitos têm uma longa história de uso em medicamentos "ocidentais" modernos e em certos sistemas de medicina tradicional (HOSSEINZADEH et al., 2015). O uso de medicamentos à base de plantas e fitonutrientes ou nutracêuticos continuam a crescer

rapidamente em todo o mundo, com a população recorrendo a esses produtos para o tratamento de várias patologias (EKOR, 2014), e dentre essas plantas o xiquexique se destaca com algumas propriedades medicinais: anti-inflamatória (CARVALHO, 2019) protetora da mucosa gástrica (SOUSA et al. 2018), antinociceptiva (OLIVEIRA et al. 2018), hipolipemiante, hipoclicemiante e antipirética (OLIVEIRA et al. 2019).

Estudo realizado por Dias et al. (2015) demonstraram que o extrato bruto etanólico do caule de *Pilosocereus gounellei* apresenta baixa toxicidade, além de ter exibido uma atividade anti-inflamatória a uma dose de 25 mg/kg durante as quatro horas avaliadas pelo modelo de edema de pata induzido por carragenina, confirmando assim a sua utilização popular como anti-inflamatório.

Sousa (2013) observou que a administração do extrato etanólico da raiz e do caule do *Pilosocereus gounellei* exerceu efeito protetor na mucosa gástrica, com a participação das prostaglandinas e da via óxido nítrico sintase como prováveis mecanismos envolvidos, além de atividade antioxidante, envolvendo a participação dos grupos sulfidrilas não-proteicos.

Diante do potencial apresentado pelo xiquexique, sua utilização como ingrediente na elaboração de produtos alimentícios se faz vantajosa, sendo uma ótima matriz para a indústria de alimentos.

2.3 FARINHAS

As farinhas constituem o principal ingrediente das formulações de produtos de panificação, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária “farinhas são os produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos” (BRASIL, 2002).

Os consumidores estão cada vez mais a procura de farinhas com características distintas. Entretanto, a compreensão da necessidade da produção de farinhas não convencionais para a utilização em panificação e confeitaria é antiga (EL-DASH; CABRAL; GERMANI, 1994), desde a década de 60 que existe a aplicação de farinhas mistas para a substituição parcial da farinha de trigo, principalmente para que ocorresse a redução da importação do trigo (BORGES, 2006).

No presente momento, o propósito é múltiplo, desde a nutrição até a tecnologia e sustentabilidade. As farinhas elaboradas com resíduos industriais de frutas e hortaliças

tendem a reduzir as deficiências nutricionais decorrente da alteração no padrão da alimentação, onde os consumidores adquirem cada vez mais alimentos processados em detrimento de alimentos frescos, naturalmente ricos em fibras, vitaminas e minerais (SANTANA et al., 2011). A viabilidade tecnológica e econômica no emprego de farinhas não convencionais em alimentos também já foi demonstrada na indústria (SOUSA et al., 2015; RESENDE; FRANCA; OLIVEIRA, 2019; DRAKOS et al., 2017; CAMPUZANO et al., 2018; FELISBERTO; BERALDO; CLERICI, 2017). Quando constituídas por produtos regionais, as farinhas, além de melhorarem a qualidade nutricional dos alimentos enriquecidos, também estimulam a agricultura, a indústria e a economia local, promovendo ainda a redução do preço final do alimento (GUTKOSKI et al., 2007).

Os estudos realizados com o uso de farinhas não convencionais (Quadro 2) em substituição a farinha de trigo apresentam excelentes oportunidades de aprimoramento na indústria de panificação, dentre eles: casca de batata (FERNANDES et al., 2015), arroz, amaranto (BAMIGBOLA et al., 2016), tubérculos (AWOLU et al., 2016a), leguminosas (AWOLU et al., 2016b) etc.

A utilização de casca de batata (*Solanum tuberosum* Lineu) que apresentou quantidades de fibra bruta e minerais altas (especialmente os valores de cálcio, fósforo e magnésio) podendo enriquecer produtos elaborados com a mesma, pouco alterou os parâmetros de viscosidade das suspensões de farinha mista e água, assim como também não aumentou o nível de amilases do meio (FERNANDES et al., 2015).

Matérias-primas como: arroz, amaranto, porca de tigre (BAMIGBOLA et al., 2016), tubérculos, coco-inhame, batatas doces (AWOLU et al., 2016a), leguminosas, feijão de soja, feijão africano (AWOLU et al., 2016b), e fontes de fibras, farelo de arroz, grãos gastos de cerveja (AWOLU et al., 2015) e farelo de milho (AWOLU, 2017), foram utilizados como fontes conveniente de farinhas mistas (mais de uma farinha) para a utilização em alimentos.

A utilização de farinhas de diferentes fontes vegetais tem como principal objetivo promover melhorias nutricionais, conforme citado por Felisberto, Beraldo e Clerici (2017), que estudaram farinha de brotos de bambo e concluíram que ela apresenta um grande potencial para ser ingrediente em novos produtos devido a ampla quantidade de fibras insolúveis que atende a demanda por alimentos com alegação de saudabilidade.

Quadro 2- Farinhas não convencionais.

Planta	Referências	Planta	Referências
Arroz, amaranto	Bamigbola et al. (2016)	Jering	Cheng e Baht, (2016)
Tubérculos	Awolu et al. (2016a)	Sorgo	Rao, Kulkarni e Kavitha (2018)
Leguminosas	Awolu et al. (2016b)	Ervilha	Ndife, Kida e Fagbemi (2014)
Resíduos de cevada	Awolu et al. (2015)	Chenopodium	Jan, Saxena e Sing (2016)
Bamboo	Felisberto, Beraldo e Clerici (2017)	Teff	Zhu (2018)
Centeio, cevada	Drakos et al. (2017)	Buriti	Resende, Franca e Oliveira (2019)
Alfafa	Giuberti et al. (2018)	Maçã	Ebere, Emelike e Kabari (2015)

A composição, tamanho de partícula, propriedades reológicas e processamento são de extrema importância para obtenção de farinhas e seus derivados de qualidade (KARAM et al., 2016). Drakos et al. (2017), ao estudarem farinha de centeio e cevada, observaram que o tipo de moinho, taxa de alimentação do mesmo, granulometria e origem botânica da farinha estavam diretamente ligadas as propriedades estudadas.

Deste modo, pesquisas a respeito de farinhas não convencionais, contemplando farinhas de cactáceas e suas características tecnológicas, nutricionais, funcionais e sensoriais, bem como produtos adicionados se fazem relevantes.

2.4 PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO

Atualmente, os consumidores vêm procurando por produtos com alegação de saúde (saudabilidade), com qualidade sensorial, práticos e com valores tradicionais, portanto, os esforços de pesquisas, para o desenvolvimento e aplicação de matérias-primas locais subutilizadas para produzir lanches nutritivos, pode ser a resposta para o

anseio destes consumidores (CHENG; BAHT, 2016). Dessa forma, a indústria de cereais e panificação possui um amplo universo de possibilidades para estar aproveitando essa fatia do mercado, desde a elaboração de salgados, pães, barras de cereais, *snacks*, biscoitos, *cookies*, mini bolos, dentre outros.

A panificação constitui-se uma das artes culinárias mais antigas da humanidade, com vestígios de sua primeira elaboração no período neolítico, cerca de oito mil anos atrás. Dados revelam que o pão já era produzido na antiguidade (cerca de 8.000 a 6.000 a.C), nos vales dos rios Tigre e Eufrates, conhecida como antiga mesopotâmia e no vale do rio Hindu. Neste tempo, o pão produzido tinha o formato oval e achatado e era feito com a adição de cevada, aveia, gergelim e trigo. Ingredientes utilizados até hoje na produção desse alimento (FIB, 2009).

O setor de panificação é um dos ramos que mais geram renda e emprego para os brasileiros, sendo um dos seis maiores segmentos industriais do país. Segundo a Associação Brasileira de Indústrias de Panificação – ABIP, o setor gera anualmente, cerca de 700 mil empregos diretos, dentre os quais 245 mil (35%) concentram-se na produção. Em 2015 o setor teve um faturamento de R\$ 44,9 bilhões de reais, obteve crescimento estimado em cerca de 11%, com estimativa de crescimento de 13% para o ano de 2016. Outro dado importante, segundo a ABIP e SEBRAE (2016), é o comportamento alimentar dos brasileiros, 98% da população são consumidores de produtos de panificação, dentre eles os *cookies*, sendo que cada habitante consome por ano cerca de 6kg de biscoitos (KIIN-KABARI; GIAMI, 2015), enfatizando a regularidade do consumo desses alimentos.

Avançando através das tendências do FOOD TRENDS 2020 (QUEIROZ; REGO; JARDIM, 2014), outra categoria que tem recebido destaque pelos consumidores norte-americanos e ingleses, é a de *snacks*, chamando atenção para produtos que atendam às necessidades nutricionais diárias para alguns nutrientes (*shots*). Os *snacks bar* representam uma categoria que abrange uma grande variedade de produtos, entre lanches, refeições leves, petiscos, salgadinhos, *cookies*, salgados e frutas em pedaços, entre outros, que possibilitam o consumo em diferentes lugares e momentos, proporcionando redução do tempo de consumo ou eliminação da necessidade de utensílios tradicionais, permitindo a individualização do consumo e praticidade (SAMPAIO; FERREIRA; CANNIATTI-BRAZACA, 2009).

Os *snacks* têm condições de adquirir um novo *status* perante o consumidor, passando a ser percebido como forma de “comida-ingrediente”, ou seja, pequenas porções

de diferentes benefícios que o consumidor pode compor, conforme suas necessidades e desejos particulares. Sendo assim, os produtos alimentícios da categoria *snacks* desempenhariam um papel similar ao das peças de um quebra-cabeça, deixando para o consumidor o trabalho criativo de arquitetar sua alimentação, conforme suas diferentes tendências. Nessa direção, os *snacks* apresentam um potencial enorme a ser explorado por diferentes segmentos da indústria de alimentos (SILVA et al., 2014).

Dentro da categoria de produtos de panificação e *snack*, os *cookies* ganham destaque, devido a excelente aceitação por todas as faixas etárias, além de se apresentarem como boas fontes de energia e nutrientes. O *cookie* é um tipo de biscoito elaborado geralmente com farinha de trigo, caracterizado por apresentar textura suave, quando comparado com outros tipos de biscoitos, geralmente contêm altos níveis de açúcar (50 a 75%) e gordura (50 a 60%) (KIIN-KABARI; GIAMI, 2015). O baixo custo de manufatura e a estabilidade durante o armazenamento devido à baixa atividade de água torna o *cookie* fonte disponível de nutrição imediata (prontos para consumo), assim como pode ser produzido em escala com ínfimo tempo e com ágil distribuição (ZUCCO; BORSUK; ARNTFIELD, 2011).

Para elaboração do *cookie* é necessário uma matriz de farinha para que os outros ingredientes sejam misturados, podendo ser parcialmente ou totalmente substituída por outros tipos de farinha, como aveia, soja, milho, cevada e farinha de frutas, a definição dos ingredientes coadjuvantes, do tipo de processamento e a quantidade de substituição da farinha devem ser controladas para que não haja alterações drásticas nas características sensoriais, podendo ocasionar uma baixa aceitação desse produto (EBERE; EMELIKE; KABARI, 2015).

Inúmeros estudos têm sido realizados com a substituição da farinha de trigo por farinhas elaboradas a partir de diversas matrizes (sorgo, semente de alfafa, *jering*) e incorporação de fibras (inulina, amido resistente, fibra de aveia) em *cookies* nos quais foram alcançados resultados extremamente positivos (CANALIS; LEÓN; RIBOTTA, 2019; RAO; KULKARNI; KAVITHA, 2018; GIUBERTI et al., 2018; YUEH; BATH, 2016). A substituição da farinha de trigo apresenta objetivos diversos, como melhorias nas características tecnológica, nutricionais e funcionais. Incontáveis estudos que evidenciam incorporação de fibras dietéticas (MUDGIL et al., 2017), características nutricionais como a suplementação de *cookies* com farinhas de legumes como ervilha (NDIFE; KIDA; FAGBEMI, 2014) e sementes de *Pithecellobium jiringa* Jack (CHENG;

BAHT, 2016) obtiveram dados promissores em relação à nutrição, assim como às propriedades funcionais e sensoriais.

Ainda dentro deste contexto, Giuberti et al. (2018) pesquisaram *cookies* adicionados de farinha de semente de alfafa e obtiveram aumento da proteína bruta, fibra dietética total, conteúdo fenólico total, da capacidade antioxidante *in-vitro* e amido resistente. Os resultados de Cheng e Baht (2016) para *cookies* com farinha de *jering* culminaram em um produto nutritivo superior, quando comparado com o elaborado apenas com farinha de trigo, devido ao maior teor de proteína, fibra e menor conteúdo de gordura. Similarmente, a adição de fibra de caju melhorou o teor de fibra bruta dos *cookies*, independentemente do método utilizado na preparação da amostra. As propriedades físicas e sensoriais foram boas, além disso, apenas 5% da adição de fibra de caju pode fornecer o teor de proteínas necessárias de acordo com as recomendações de macronutrientes em comparação com o controle (EBERE; EMELIKE; KABARI, 2015).

O caráter tecnológico das farinhas, com ênfase nas propriedades reológicas, também são objeto de pesquisa como se observa no estudo da investigação de modelos de massa (PROTONOTARIOU et al., 2016). Somando-se aos aspectos estudados em *cookies* citam-se, com a substituição de farinhas convencionais por não convencionais, melhorias de características como aporte de minerais e fortificação (RAO; KULKARNI; KAVITHA, 2018); produtos livres de glúten; ricos em fibras (ZHU, 2018) e obtenção de farinhas peculiares como *chenopodium* (JAN; SAXENA; SING, 2016) e *teff* (ZHU, 2018), bambu (FELISBERTO; BERALDO; CLERICI, 2017), buriti (RESENDE; FRANCA; OLIVEIRA, 2019) que estão inseridas nas pesquisas atuais. Dessa forma observa-se o grande destaque e abrangência deste tipo de produto.

O *cookie* é um dos lanches mais populares e bem aceitos, devido a sua praticidade, baixo custo de fabricação e boa estabilidade durante armazenamento. Eles podem ser produzidos em grandes quantidades com requisitos mínimos de tempo, permitindo ampla distribuição (ZUCCO; BORSUK; ARNTFIELD, 2011). Todas essas características fazem com que o *cookie* seja o produto ideal para utilização de farinhas não convencionais, a exemplo do xiquexique como ingrediente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 OBTENÇÃO DOS MATERIAIS

O xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F. A. C. Weber) Byles and Rowley) foi obtido de uma área de silvestre, localizada no município de Boa Vista, no estado da Paraíba, Brasil, com coordenadas latitudinais -7.16762352 e longitudinais de -36.1432815, com elevação de 575 metros, em de novembro de 2016. A planta foi identificada pelo Prof. Dr. Leonardo Person Felix do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba - (CCA/UFPB) e a espécie certificada (17.562) foi depositada no Herbário Prof. Jaime Coelho Moraes (CCA/UFPB). A coleta do material vegetal foi registrada no Sistema de Informação e Biodiversidade do Brasil (SISBIO) com número de processo (62681) e no Sistema Nacional de Gestão de Patrimônio Genético e Conhecimento Tradicional Associado (SISGEN) número (AA17429).

Os cladódios do xiquexique foram selecionados considerando sua integridade física, e deles foram removidos os espinhos posteriormente a coleta. Em seguida os mesmos foram transportados em temperatura ambiente (25 ± 1 °C) para o Laboratório de Técnica Dietética (DN/CCS), em caixas isotérmicas de polietileno. A planta *in natura* e sua estrutura podem ser vistas na Figura 3.

Os demais ingredientes para elaboração dos *cookies* (açúcar cristal e mascavo, fava de baunilha, ovos, gotas de chocolate ao leite, nozes picadas, farinha de trigo sem fermento, aveia em flocos e manteiga sem sal) foram obtidos em supermercados locais da cidade de Campinas- São Paulo.

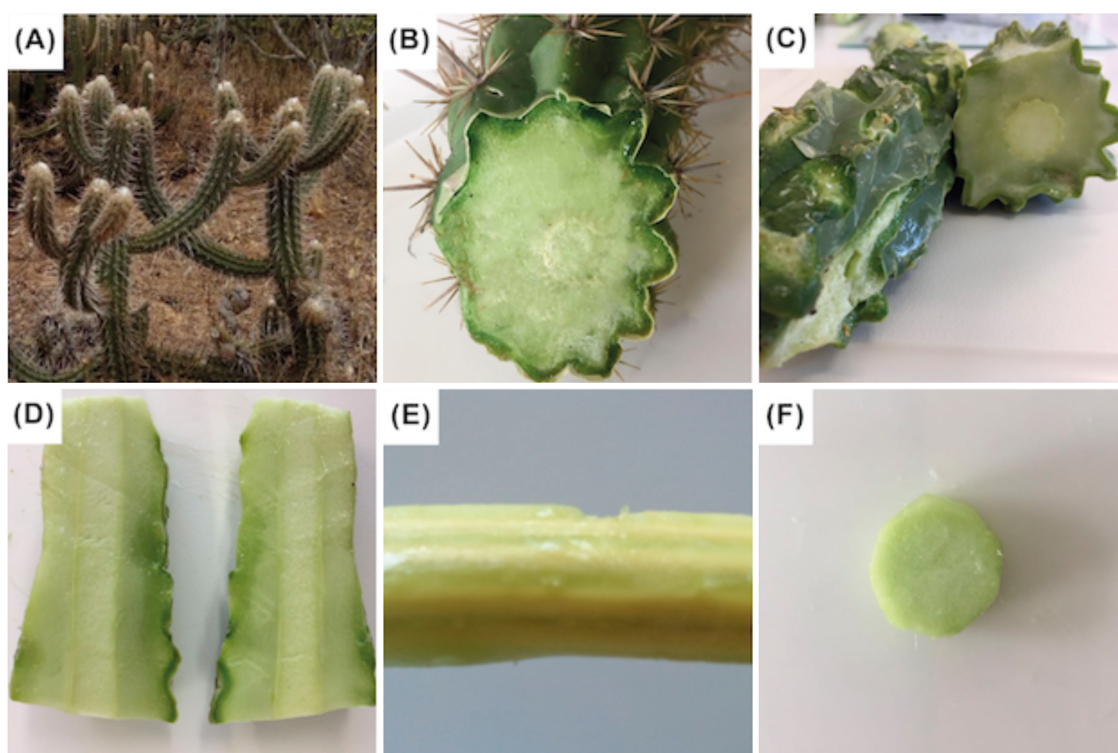
3.2 LOCAIS DE EXECUÇÃO

A elaboração da farinha de xiquexique foi realizada no Laboratório de Fitoterapia, pertencente ao Departamento de Farmácia, do Centro de Ciências da Saúde e no Laboratório de Operações Unitárias, do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal da Paraíba. Os *cookies* desenvolvidos foram processados no Laboratório de Tecnologia de Chocolate e Cereais (CHOCOTEC), do Instituto de Tecnologia dos Alimentos (ITAL) em Campinas (SP). As análises físicas, físico-químicas e qualidade microbiológica da farinha e dos produtos desenvolvidos foram realizadas, respectivamente: nos Laboratórios de Bromatologia e de Microbiologia e Bioquímica de

Alimentos, pertencentes ao Departamento de Nutrição, do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba.

As análises de caracterização nutricional, atividade antioxidante e fatores antinutricionais da farinha, comportamento reológico das farinhas, além da elaboração, análises físicas, físico-químicas e a análise sensorial dos *cookies* foram realizadas no Laboratório de Química de Alimentos, de Cereais e Chocolate e de Análise Sensorial do ITAL, Campinas - SP. A análise de proteção de DNA e ORAC foram realizadas na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Figura 3 – Estrutura do xiquexique.

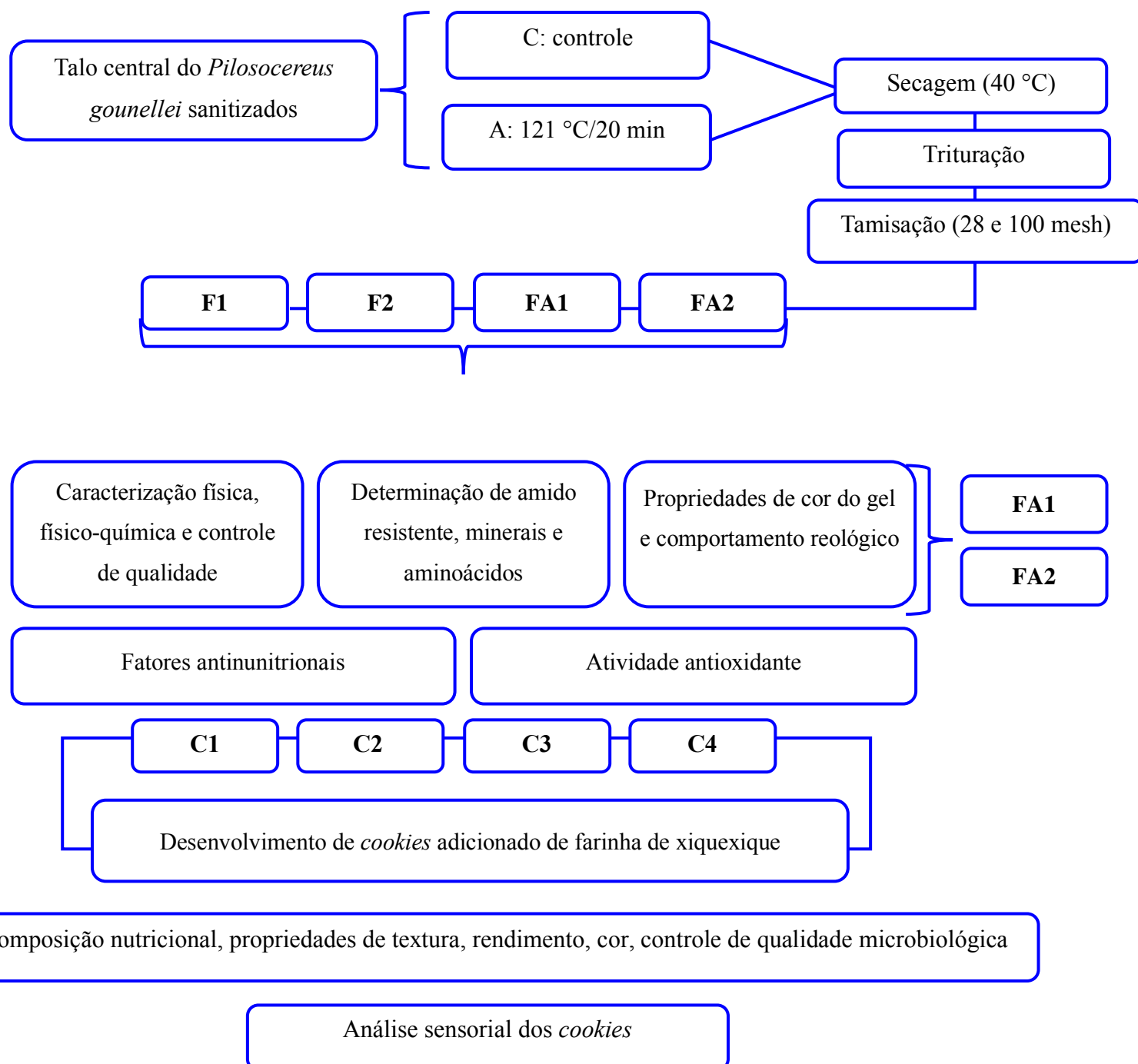


Pilosocereus gounellei - Planta (A), cladódio cortado transversalmente com espinhos e casca (B) e sem espinhos (C), cortado ao meio (D), talo central (E) e talo central fatiado (F).

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram realizados três (3) processamentos de acordo com a **Figura 4**. Em cada ensaio foram processadas quatro (4) farinhas e quatro (4) *cookies*.

Figura 4 - Delineamento experimental.



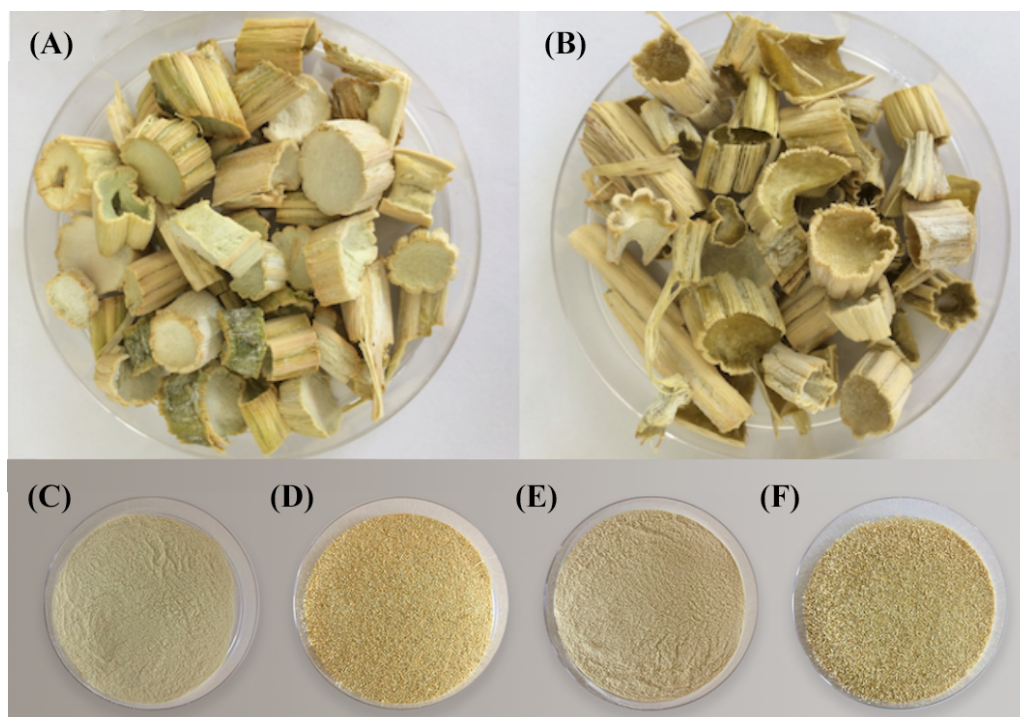
F1: Farinha de xiquexique sem tratamento térmico tamizada em peneira de 100 mesh; F2: Farinha de xiquexique sem tratamento térmico tamizada em peneira de 28 mesh; FA1: Farinha de xiquexique autoclavada tamizada em peneira de 100 mesh; FA2: Farinha de xiquexique autoclavada tamizada em peneira de 28 mesh; C1: *Cookie* convencional controle; C2: *Cookie* convencional de xiquexique; C3: *Cookie* integral controle; C4: *Cookie* integral de xiquexique.

Para a realização das análises, as farinhas foram embaladas a vácuo em embalagens estéreis de plástico e armazenadas a -20 ± 1 °C, até realização das análises. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

3.4 PROCESSAMENTO DA FARINHA DE Xiquexique

O xiquexique foi sanitizado a partir de lavagem com água corrente e com hipoclorito de sódio (100 ppm/ 15 min), conforme Resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – RDC nº 216/2004 (BRASIL, 2004), em seguida foi descascado com faca de aço inoxidável e separada a polpa do talo central. O talo central (Figura 3E) foi cortado em fatias de 1cm de espessura (Figura 3F), separado em 2 grupos, sendo que o primeiro não sofreu tratamento térmico (controle) e o segundo seguiu para autoclavagem (121 ± 1 °C). Após, os dois grupos seguiram para secagem em estufa com circulação de ar (40 ± 1 °C) até que atingisse 4% de umidade (Figura 5), o que levou aproximadamente 48 hs.

Figura 5 - Talo central de xiquexique seco e farinhas.



Talo central de xiquexique seco-controle (A), Talo central de xiquexique autoclavado seco (B). F1- farinha xiquexique sem tratamento térmico tamizada a 100 mesh (C), F2 - farinha xiquexique sem tratamento térmico tamizada a 28 mesh (D) FA1 - farinha xiquexique autoclavada tamizada a 100 mesh (E), FA2 - farinha xiquexique autoclavada tamizada a 28 mesh (F).

Após a secagem o xiquexique foi triturado em moinho de facas (Solab®, Piracicaba, São Paulo) e tamizado por 8 min (velocidade média) em peneiras de 100 e 28 mesh em um agitador de peneiras (Bertel®, Caieiras, São Paulo). As farinhas (Figura 5) foram embaladas a vácuo em sacos de polipropileno estéreis, contendo, aproximadamente 30g e congeladas (-20 ± 1 °C) até a realização das análises e desenvolvimento dos *cookies*. As farinhas sem tratamento térmico apresentaram rendimento de 9% (100 mesh) e 10% (28 mesh) (Figura 5C e D), enquanto que as farinhas autoclavadas tiveram rendimento de 12% (100 mesh) e 7% (28 mesh) (Figura 5 E e F).

3.5 CARACTERIZAÇÃO DAS FARINHAS DE Xiquexique

3.5.1 Análises físicas, físico-químicas e controle de qualidade microbiológica das farinhas

As farinhas de xiquexique (F1, F2, FA1 e FA2) foram avaliadas quanto aos parâmetros físicos, físico-químicos e qualidade microbiológica. No que se refere aos parâmetros físicos foram analisadas a atividade de água (Aa) a 25 °C por meio do uso do aparelho Aqualab® (modelo CX-2 Water Activity System, Decagon, Washington – USA). A composição físico-química, foi determinada a partir da determinação do pH, acidez, umidade, cinzas (RMF), proteínas (fator de conversão 5,7) e gordura. O pH foi medido usando um potenciômetro (modelo Q400AS; Quimis®, Diadema, São Paulo, Brasil). As demais análises conforme metodologias recomendadas pela AOAC (2016).

A determinação dos parâmetros microbiológicos seguiu metodologia recomendada pela APHA (2001). A avaliação da qualidade microbiológica constou da contagem de coliformes totais e termotolerantes, contagem de bolores, leveduras, presença de *Salmonella* sp., *Bacilos cereus*, contagem de bactérias aeróbias e mesófilas de acordo com Brasil (2001).

3.5.2 Perfil de minerais

As análises de minerais (cálcio, ferro, fósforo, magnésio, manganês, selênio, sódio e zinco) foram realizadas conforme AOAC (2016).

A amostra foi carbonizada e incinerada em mufla (550 ± 1 °C), tratada com ácido clorídrico e filtrada e seguiu para o espectrômetro de emissão com fonte de plasma com

acoplamento indutivo (ICP OES 5100 VDV, Agilent Technologies®, Tóquio, Japão). As condições de análise foram: potência de radiofrequência (1,2 kW); vazão do plasma (12 L/min); vazão de fluxo auxiliar (1,0 L/min); vazão de nebulização (0,7 L/min); visão do plasma (axial para Fe, Mn, Se e Zn; radial para Ca, Mg, P e Na); comprimentos de onda: Ca (317,933 nm), Fe (259,940 nm), Mg (279,553 nm), Mn (257,610 nm), P (213,618 nm), Na (589,592 nm), Se (196,026 nm) e Zn (206,200 nm).

3.5.3 Amido e amido resistente

A determinação do teor de amido foi realizada por polarimetria (CCE, 1999). O teor de amido resistente foi determinado através de método enzimático e espectrofotométrico, com leitura realizada em espectrofotômetro (Q798U, Quimis®, São Paulo, Brasil) em comprimento de onda de 500 nm (AOAC, 2016).

3.5.4 Fibras e perfil de açúcares

Para determinação de fibra total, solúvel e insolúvel seguiu-se a metodologia enzimática descrita pela AOAC (2016). Os açúcares foram determinados por cromatografia líquida de alta resolução (HPLC), descrito por Burgner e Feinberg (1992). Os seguintes padrões foram utilizados para determinação dos açúcares por HPLC: Padrões de frutose (F0127), glicose (G8270), galactose (G0750), sacarose (S7903), maltose (63418) para cromatografia (Sigma-Aldrich®, St Louis, MO, EUA). Foi utilizado um cromatógrafo líquido (Young Lin Instrument®, Korea) com detector de índice de refração (Young Lin®, modelo YL9170), bomba isocrática e forno de coluna equipado com coluna de NH₂ (250 x 4,6 mm, 5 mm) Zorbax Carbohydrate. A temperatura do forno da coluna de 30 °C; vazão da fase móvel de 1 mL/min (constante); e detector de índice de refração na mesma temperatura do forno da coluna. A identificação dos picos dos compostos foi realizada através de comparação com os tempos de retenção obtidos nos padrões injetados.

3.5.5 Perfil de aminoácidos e triptofano

O perfil de aminoácidos foi determinado por HPLC (WHITE; HART; FRY, 1986). A quantificação de aminoácidos foi realizada a partir da hidrólise ácida, com HCl

(6N) e fenol. Os aminoácidos liberados foram misturados com o ácido alfa aminobutírico, após evaporação do ácido foi realizada uma re-evaporação com acetato de sódio, metanol e trimetilamina. A derivatização foi realizada com uma solução com metanol, água ultra-pura, trietilamina e fenilisocianato.

O sistema consistiu de uma bomba isocrática (série HP1100), um detector espectrofotométrico UV-VIS (série HP1100, Waldbronn®, Alemanha), acoplado a um computador com software HP Chemstation (Hewlett-Packard®, Avondale, EUA). As análises cromatográficas foram realizadas utilizando-se a coluna PHEA [poli-(2-hidroxietilaspartamida)-sílica], 250 x 9,4 mm, tamanho da partícula de 5 µm e do poro 300Å (PolyLc, Columbia, MD, EUA). A fase móvel empregada consistiu de acetonitrila/trietilaminafosfato (TEAP, 10 mmol/L), pH 2,8 (70:30, v/v). A injeção da amostra (50 µL) foi efetuada manualmente e, a detecção ocorreu a 215 nm. A separação cromatográfica foi realizada a um fluxo constante de 1 mL/min, a uma temperatura de 25 °C. A curva de calibração foi construída com seis pontos, traçando-se um gráfico das áreas dos picos obtidos pela injeção de 50 µL da solução de aminoácido preparada numa faixa de 0,02 a 1100 nmol para lisina, de 0,02 a 0,1 nmol para fenilalanina, de 50 a 600 nmol para leucina, de 50 a 500 nmol para isoleucina e metionina, de 200 a 700 nmol para valina e de 50 a 600 nmol para treonina. A análise de triptofano foi realizada por espectrofotometria, segundo a metodologia de Spies (1967).

3.6 DETERMINAÇÃO COR DA FARINHA E DO GEL E TURBIDEZ

A determinação da cor instrumental da farinha e do gel foi realizada em colorímetro Minolta®, modelo CR300 (CIELAB, New Jersey, EUA). Foram analisadas as coordenadas definidas por L* (luminosidade), a* [verde (-)/ vermelho (+)] e b* [azul (-)/ amarelo (+)]. As medições foram realizadas em triplicata com o aparelho previamente calibrado, imediatamente após a retirada das farinhas das embalagens, a 25 °C. O gel utilizado foi oriundo do Viscoanalisador Rápido (RVA, 4500, Perten Instruments®, Warriewood, Austrália). Para tanto, a farinha foi suspensa em água (1,5 e 3 g de sólidos e 25 g de água deionizada bs, p/p; 6 e 12 g/100 g, ms, p/p) e equilibrada a 50 °C durante 1 min, aquecida a uma taxa de 6 °C/min para 95 °C, e depois mantidos a 95 °C, durante 5 min. Então, as suspensões foram arrefecidas a 50 °C a uma taxa de 6 °C/min. A velocidade de rotação da pá foi ajustada para 160 rpm durante as medições, exceto para 960 rpm nos primeiros 10 s.

A turbidez das suspensões das farinhas de xiquexique foi medida por espectrometria a cada 24 horas por 5 dias, com leitura feita em espectrofotômetro (Q798U, Quimis®, São Paulo, Brasil) em comprimento de onda de 640 nm, segundo a metodologia descrita por Perera e Hoover (1999). A farinha foi suspensa (1%) e colocada em banho maria (90 ± 1 °C) sob agitação constante durante 1 hora. A suspensão foi armazenada (4 ± 1 °C) durante 5 dias.

3.7 PROPRIEDADES DE GELATINIZAÇÃO E TEXTURA DA FARINHA DE Xiquexique

3.7.1 Propriedade de gelatinização das farinhas de xiquexique

As propriedades de gelatinização (Temperatura de pasta, viscosidade máxima, viscosidade mínima a temperatura constante, quebra do gel, viscosidade final, tendência à retrogradação) das farinhas foram analisadas de acordo com Du et al. (2013) usando o Viscoanalisador Rápido (RVA, 4500, Perten Instruments®, Warriewood, Austrália) com metodologia descrita no item 3.6.

3.7.2 Textura do gel das farinhas de xiquexique

As texturas dos géis foram determinadas a partir dos resultantes da análise das propriedades de gelatinização da farinha descrita no item 3.6, os quais foram armazenados a $4 (\pm 1$ °C) por 24 horas e as propriedades de textura foram determinadas por análise de perfil de textura (TPA) usando o analisador de textura TA/XT2® (Stable MicroSystems, Surrey, Inglaterra). O gel foi comprimido a uma velocidade de 0,5mm/s, a uma distância de 10mm com um êmbolo cilíndrico (diâmetro = 5 mm). A compressão foi repetida duas vezes para gerar uma curva força-tempo a partir da qual a dureza (altura do primeiro pico) e elasticidade (relação entre a altura recuperada após a primeira compressão e a altura original do gel) foram determinadas. A área negativa da curva durante a retração foi considerada como a adesividade. A coesão foi definida através do cálculo resultante da relação entre a área sob o segundo pico e a área sob o primeiro pico. A gomosidade foi determinada multiplicando-se a dureza pela coesão. A mastigabilidade foi obtida multiplicando-se a gomosidade pela adesividade (BOURNE, 1968; FRIEDMAN; WHITNEY; SZCZESNIAK, 1968).

3.8 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS FARINHAS DE Xiquexique

3.8.1 Obtenção do extrato

Os extratos das farinhas foram obtidos de acordo com metodologia de McCue e Shetty (2005). A amostra foi pesada (1 g) em tubo falcon, sendo adicionados 5 mL de metanol (80%), e em seguida triturada em Ultra-Turrax® (IKA T18, Wilmington, USA) por 1 min, centrifugada por 5 min a 3000 rpm e o sobrenadante foi transferido para um balão de 25 mL. Essa etapa foi realizada mais duas (2) vezes e então o balão foi completado com metanol (80%). O extrato obtido foi mantido a 4°C em vidro âmbar até realização das análises.

3.8.2 Fenólicos totais

A determinação de compostos fenólicos totais foi realizada segundo metodologia de Singleton e Rossi (1965), em que alíquotas de 100 µL de amostra foram homogeneizadas com 500 µL da solução de Folin-Ciocalteu a 10%, sendo mantidas em temperatura ambiente durante 2 minutos. Foram adicionados 400 µL de solução de carbonato de sódio a 7,5%, homogeneizadas e incubadas a 50 °C por 15 minutos em banho maria. Após arrefecimento, as leituras das absorvâncias foram realizadas em espectrofotômetro Quimis® (Q798U, São Paulo, Brasil) em comprimento de onda de 760 nm, sendo o equipamento zerado previamente com ensaio branco, contendo 100 µL de solvente extrator em substituição à amostra. Considerando-se as leituras de absorvância na faixa entre 0 e 1, a quantificação dos compostos foi determinada em relação ao modelo linear obtido a partir da curva padrão de calibração preparada com diferentes volumes de solução estoque de ácido gálico 100 µg/mL (5 a 60 µL), sendo os resultados expressos em mg equivalentes de ácido gálico por grama de amostra (mg EAG/g).

3.8.3 Atividade sequestradora do radical 2,2-difenil-1picrilhidrazila (DPPH•⁺)

A capacidade sequestradora do radical DPPH•⁺ dos extratos foi determinada, em triplicata, seguindo a metodologia descrita por Brand-Williams et al. (1995). Uma alíquota de 350 µL foi adicionada a 3,15 mL do radical DPPH (%) em metanol. Após

homogeneização, foi realizada a leitura no tempo zero apenas do ensaio branco, contendo o radical livre e solvente, com todos os ensaios mantidos a 25 °C por 30 min. Em seguida, a atividade de eliminação do radical foi realizada de acordo com a capacidade antioxidante dos hidrolisados e então verificada a 517 nm em espectrofotômetro UV/visível Quimis® (Q798U, São Paulo, Brasil), em triplicata, zerando-se o equipamento com metanol. Os resultados foram expressos em porcentagem de inibição do radical DPPH^{•+} em relação ao potencial antioxidante das amostras.

3.8.4 Atividade sequestradora do radical 2,2-azino-bis (3-etilbezotiazolina)-6-ácido sulfônico (ABTS^{•+})

A capacidade sequestradora do radical ABTS^{•+} foi determinada em triplicata, seguindo a metodologia proposta por Re et al. (1999). Uma alíquota de 50 µL foi adicionada a 950 µL do radical ABTS^{•+} (%) em metanol. Após homogeneização, procedeu-se a leitura no tempo zero apenas do ensaio branco, contendo o radical livre e solvente, com todos os ensaios mantidos a 25 °C por 6 min. Em seguida, a atividade de eliminação do radical de acordo com a capacidade antioxidante dos extratos foi verificada a 734 nm em espectrofotômetro UV/visível Quimis® (Q798U, São Paulo, Brasil), zerando-se o equipamento com etanol. Os resultados foram expressos em porcentagem de inibição do radical ABTS^{•+} em relação ao potencial antioxidante das amostras.

3.8.5 Capacidade de Absorção do Radical de Oxigênio (ORAC)

O teste ORAC foi realizado de acordo com o método descrito por Dávalos, Gómez-Cordovés e Bartolomé (2004). Os reagentes foram colocados em poços de microplacas, no qual ocorreu a reação. Vinte (20) microlitros de extrato, 120 µL de fluoresceína em fosfato de potássio tampão (concentração de 0,378 µg/mL, pH 7,4) e 60 µL de AAPH (2,2' Azobis-(2-metilpropanoamidinal) (108 mg/mL) foram misturados. A solução AAPH foi preparada antes de usar. O padrão Trolox foi usado em tampão fosfato de potássio (0,1; 1,0; 10; 25; 50; 80; e 100 µM). A fluorescência foi medida a cada minuto, durante 60 minutos. Com os seguintes filtros: emissão 520 nm e excitação 485 nm. Os resultados foram expressos como equivalentes em µmol de Trolox por grama de amostra e foram fundamentados na área sob a curva para o declínio no tempo de fluorescência e em área líquida.

3.8.6 Atividade de proteção de DNA

A atividade de proteção do DNA foi realizada por eletroforese em gel de agarose de acordo com a metodologia descrita por Gião et al. (2008), com pequenas modificações. Este método permite avaliar as capacidades anti-pro-oxidantes de um determinado extrato. Os extratos foram preparados como no item 3.7.1, uma alíquota de cada extrato adicionado de DNA de plasmídeo foi submetido a uma reação de oxidação e seguiu para os poços de gel de agarose a 1% (p/v) (agarose tipo I-A, de Sigma-Aldrich®) preparado com tampão tris-EDTA (TAE) 1% (v/v) (Sigma-Aldrich®) e 10 µL de brometo de etídio numa concentração de 10 mg/mL (Sigma-Aldrich®). A eletroforese foi executada usando uma fonte de alimentação (modelo 1000/500 de Bio-Rad) a 100 V e 500 mA. Bandas de DNA foram finalmente digitalizadas usando o Gel Doc 2000 (Bio-Rad®).

3.8.7 Carotenoides totais

A quantificação de carotenoides totais foi realizada segundo a metodologia proposta por Kimura e Rodriguez-Amaya (2003). As amostras foram trituradas em cápsula de vidro contendo 0,15 g de amostra com 0,5 g de celite em 25 mL de acetona PA, previamente resfriadas, sendo a solução obtida filtrada em papel filtro. O filtrado foi particionado com 10 mL de éter de petróleo em funil de separação. Posteriormente, a fração etérea foi lavada com 75 mL de água destilada por três vezes para completa remoção da acetona. O extrato etéreo foi filtrado e recolhido em béquer contendo 2,5 g de sulfato de sódio anidro, para remoção da água residual e então transferido para um balão volumétrico de 25 mL. Seguiu com ajuste do volume da solução com éter de petróleo. A absorbância foi imediatamente medida a 450 nm no espectrofotômetro UV/visível Quimis® (Q798U, São Paulo, Brasil). O branco foi obtido utilizando o éter de petróleo.

3.9 FATORES ANTINUTRICIONAIS DAS FARINHAS DE Xiquexique

3.9.1 Inibidor de tripsina

Para a análise de determinação do inibidor de tripsina a amostra foi preparada com solução de NaOH 0,01 mol/L em agitação magnética, por 1 h, em temperatura ambiente.

Após centrifugação, uma alíquota do sobrenadante foi usada no ensaio enzimático, empregando-se o BApNA (benzoil-DLarginina-p-nitroanilida) como substrato e a enzima, tripsina. A leitura da mistura foi realizada em espectrofotômetro UV/visível Quimis® (Q798U, São Paulo, Brasil) a 410 nm. A atividade do inibidor de tripsina foi expressa em termos de unidade de tripsina inibida (UTI)/mg matéria seca (KAKADE et al., 1969; 1974).

3.9.2 Taninos

A determinação de taninos seguiu o procedimento de Hagerman e Butler (1978), em que a leitura foi realizada em espectrofotômetro Quimis® (Q798U, São Paulo, Brasil) a 760 nm.

3.9.3 Fitatos

A análise de ácido fítico foi realizada pela extração com HCl (2,4%), passando-se por coluna de troca aniônica, com leitura em espectrofotômetro UV/visível Quimis® (Q798U, São Paulo, Brasil) em comprimento de onda de 760 nm, de acordo com a metodologia descrita por Latta e Eskin (1980).

3.10 ELABORAÇÃO DE *COOKIES* DE Xiquexique

Para efeitos de comparação, uma formulação controle de *cookie* convencional (C1) e integral (C3) foram adotadas, com os ingredientes e suas proporções descritas na Tabela 1. A ordem de adição dos ingredientes pode ser vista na Figura 6.

A partir dos resultados das análises de caracterização (conteúdo de carboidratos, fibras, minerais, proteínas, compostos antioxidantes e fatores antinutricionais) das farinhas de xiquexique *in natura* e autoclavada foram selecionadas as farinhas autoclavadas de 28 e 100 mesh para o desenvolvimento dos *cookies*. Em seguida, foram realizados testes e uma formulação padrão foi escolhida, foram produzidos *cookies* aplicando-se diferentes níveis de substituição de farinha de trigo sem fermento, por farinha de xiquexique tamizada a 100 mesh e de xiquexique tamizada a 28 mesh. As porcentagens desta substituição da farinha de trigo sem fermento foram de 50% em relação aos *cookies* controle (convencional e integral). Para o *cookie* de xiquexique

convencional (C2), foi realizada uma substituição de 50% de farinha de trigo refinada por farinha de xiquexique refinada (granulometria 100 mesh). Para o *cookie* de xiquexique integral (C4), uma substituição de 50% de farinha de trigo refinada por farinha de xiquexique tamizada a 28 mesh.

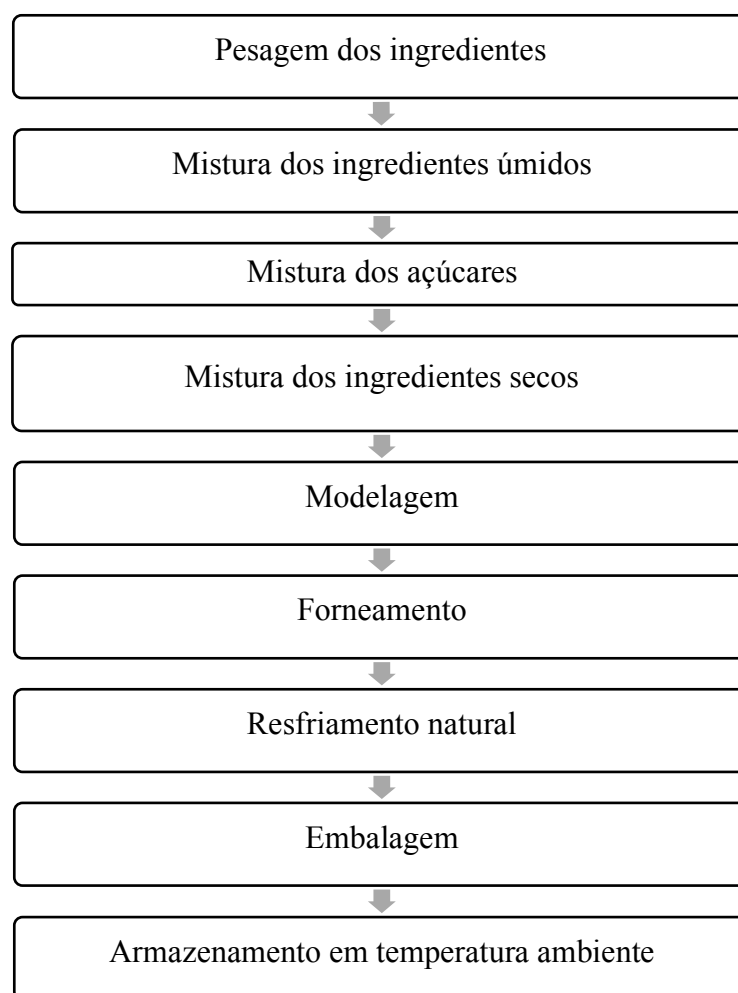
Tabela 1 - Formulação de *cookies*.

Ingredientes (g)	C1	C2	C3	C4
Farinha de trigo	420	210	280	140
FA1	-	210	-	-
FA2	-	-	-	140
Manteiga sem sal	264	264	200	200
Açúcar cristal	180	180	180	180
Açúcar mascavo	180	180	180	180
Ovo de galinha	183	183	359	359
Chocolate (gotas)	300	300	300	300
Nozes	400	400	400	400
Baunilha (fava)	0,12	0,12	0,12	0,12
Sal	4	4	4	4
Fermento	8	8	8	8
Aveia em flocos	-	-	180	180

C1 - *cookie* convencional controle, C2 - *cookie* convencional de xiquexique, C3 - *cookie* integral controle, C4 - *cookie* integral de xiquexique, FA1- farinha de xiquexique autoclavada e tamizada a 100 mesh; FA2 - farinha de xiquexique autoclavada e tamizada a 28 mesh.

O processamento do *cookie* foi realizado conforme a Figura 6. Para tanto, os ingredientes foram pesados, e os ingredientes úmidos (manteiga e ovos) foram homogeneizados por 60 segundos em batedeira planetária (Kitchen Aid®, modelo K5SS), na velocidade de rotação média, nível 4 do equipamento (144 rpm), com batedor tipo raquete. Foram adicionados os açúcares e misturado por 3 min em velocidade de rotação média (144 rpm). Em seguida, foram adicionados os demais ingredientes secos (farinhas, chocolate, nozes, baunilha, fermento, sal e para o integral, ainda foi adicionada a aveia) e homogeneizado por 1,5 min em velocidade de rotação baixa, nível 2 (96 rpm), até a massa ficar homogênea.

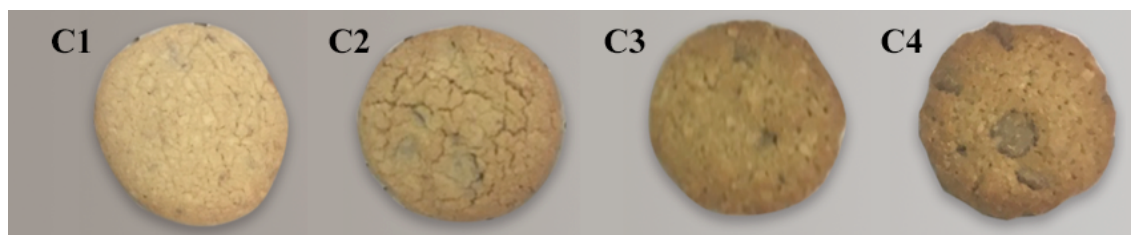
Figura 6 - Fluxograma da produção do *cookie*.



A massa foi disposta sobre uma mesa e estendida com um rolo de polietileno até atingir a espessura de 8mm, mediante uso de uma guia. Posteriormente, foi resfriada e cortada com um molde circular de alumínio de 3,5 cm de diâmetro. Os *cookies* foram colocados em forma metálica furada e assados durante 9 minutos em forno elétrico Vipinho 0448 (Perfecta[®], Curitiba, Paraná) pré-aquecido a 180 °C.

Os *cookies* assados (Figura 7) foram armazenados até o momento das análises, utilizando-se caixas de papel (Figura 8A), ensacadas em embalagens laminadas (Figura 8B), seladas a vácuo e armazenadas sob condições de temperatura ambiente (25° C) e umidade relativa do laboratório.

Figura 7 – Cookies.



Cookie convencional controle – C1, cookie convencional de xiquexique – C2, cookie integral controle – C3, cookie integral de xiquexique – C4.

Figura 8- Embalagens dos cookies.



Embalagens dos cookies, caixas de papel (A), embalagem laminada selada a vácuo (B).

3.11 CARACTERIZAÇÃO DOS COOKIES DE Xiquexique

3.11.1 Atividade de água, caracterização nutricional e qualidade microbiológica

A atividade de água seguiu metodologia mencionada no item 3.4.1. As outras análises físico-químicas (umidade, cinzas, proteínas e gordura), perfil de minerais, amido (total e resistente) e fibras seguiram metodologias mencionadas nos itens 3.4.1, 3.4.2; 3.4.3, 3.4.4, respectivamente.

3.11.2 Cor, textura e índice de expansão

A cor e textura foram determinadas de acordo com as metodologias descritas nos itens 3.5 e 3.6. A textura foi determinada a partir do analisador de textura TA/XT2® (Stable MicroSystems, Surrey, Inglaterra). Os *cookies* foram comprimidos a uma velocidade de 10mm/s, a uma distância de 10mm com distância entre os dois suportes inferiores de 50mm, com força de disparo de 25 g e carga da célula de 50 kg, a força registrada para dividir os *cookies* em duas partes foi expressa em força de fratura (Chakraborty et al., 2009). O índice de expansão foi determinado de acordo com a AACC (2010), a partir do quociente entre o diâmetro médio de 8 *cookies* alinhados e o valor médio de sua espessura.

3.11.3 Análise sensorial

O presente projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFPB/CCS e conforme aprovação sob o parecer de número 2.440.581 (ANEXO A). A avaliação sensorial dos produtos desenvolvidos foi realizada após um dia de sua fabricação.

Foram realizados testes de aceitação do consumidor, análise de preferência e análise descritiva CATA (*Check All That Apply*) (MEILGAARD; CARR; CIVILLE, 2007) e intenção de consumo. Os testes foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial do ITAL.

Para a avaliação das amostras de *cookies* foram recrutados 123 consumidores de biscoitos doces, com idade na faixa de 16 a 70 anos, das classes sociais A, B e C (ABEP, 2018) e que não apresentavam nenhuma patologia que viesse a comprometer a acuidade sensorial. Os produtos foram avaliados em relação à aceitabilidade para os parâmetros de aparência, cor, aroma, crocância, sabor e avaliação global por meio de escala hedônica estruturada de nove pontos (9 = gostei muitíssimo, 5 = nem gostei nem desgostei e 1 = desgostei muitíssimo). As amostras também foram avaliadas quanto à intensidade da dureza ao morder, crocância e adoçamento empregando escala do ideal de 5 pontos (5 = muito mais duro/crocante/doce do que eu gosto, 3 = do jeito que eu gosto, 1 = muito menos duro/crocante/doce do que eu gosto).

Foi também aplicada a análise descritiva CATA, para a qual foi apresentada uma lista de quinze (15) descritores e solicitado aos consumidores que escolhessem, nesta lista, aqueles que estavam presentes e caracterizavam o produto que estava sendo avaliado.

Para os *cookies* integrais foram utilizados os termos: natural, artificial, artesanal, industrializado, caseiro, aroma característico de *cookie* integral, aroma não característico de *cookie* integral, aroma suave, aroma forte, sabor característico de *cookie* integral, sabor não característico de *cookie* integral, sabor suave, sabor forte, sabor estranho ruim e sabor estranho agradável. Para os *cookies* tradicionais foram utilizados os termos: natural, artificial, artesanal, industrializado, caseiro, aroma característico de *cookie*, aroma não característico de *cookie*, aroma suave, aroma forte, sabor característico de *cookie*, sabor não característico de *cookie*, sabor suave, sabor forte, sabor estranho ruim e sabor estranho agradável.

Na sequência, os consumidores foram consultados sobre a intenção de consumo das amostras por meio de uma escala de 7 pontos (7 = Eu consumiria este produto muito frequentemente, 4 = Eu consumiria este produto quando disponível, mas não sairia da minha rotina, 1 = Eu consumiria este produto se não tivesse outra escolha).

Nos apêndices A e B são apresentados os modelos das fichas empregadas.

As amostras foram servidas de forma monádica sequencial segundo delineamento de blocos completos balanceados. Foi oferecida água mineral natural para a limpeza do palato antes e entre as amostras.

O teste foi conduzido em cabines individuais com iluminação de lâmpadas fluorescentes brancas e equipadas com o sistema computadorizado *Compusense Five* versão 5.6 para coleta e análise dos dados. Foi realizada a Análise de Penalidades, na qual foram avaliados os efeitos das intensidades da dureza ao morder, crocância e adoçamento abaixo ou acima do ideal na aceitabilidade global, bem como na avaliação do efeito dos atributos da análise descritiva CATA na aceitabilidade global.

Além das questões relacionadas à avaliação dos produtos, os consumidores responderam a questões sobre hábitos de consumo de biscoitos doces e características pessoais relacionadas à idade e definição de classe social, segundo o critério de classificação econômica Brasil 2015 (ABEP, 2018).

3.12 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados das análises físicas, físico-químicas, características de cor e comportamento reológico das farinhas de xiquexique foram submetidos à análise de variância (ANOVA), aplicando-se teste de média de Tukey ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$) para estimar o efeito das variáveis estudadas entre todas as

amostras de farinhas. Os dados de cor e turbidez do gel, além do comportamento reológico (propriedades de gelatinização das farinhas e textura dos géis) foram analisados usando além, da ANOVA e teste Tukey, o teste t-Student com o objetivo de determinar as diferenças entre os pares de amostras nas concentrações 6 e 12%. Os resultados das análises sensoriais dos *cookies* foram submetidos ao teste T-Student, análise de penalidades e as demais análises de caracterização foram submetidas à análise de variância (ANOVA), aplicando-se teste de média de Tukey ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$). Para analisar a relação entre as propriedades das farinhas, a análise de componentes principais também foi realizada. Os cálculos de todos os dados foram realizados utilizando o programa – XLStat 2018.5, versão 52935 (Adinsoft, France).

REFERÊNCIAS

AACC-American Association of Cereal Chemists. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. 9. ed. Saint Paul: AACC; 2010.

ABEP-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE PESQUISA. **Critério de Classificação Econômica Brasil 2018**. Disponível em: <http://www.abep.org/criterio-brasil>. Acesso em: 23 de abril de 2018.

ABIP-Associação Brasileira das Indústrias de Panificação. **Mercado nacional e suas tendências**, 2016. Home page da ABIP. Disponível em: <http://www.abip.org.br>. Acesso em: 17 de junho de 2017.

ALMEIDA, C. F. C.; SILVA, T. C. L.; AMORIM, E.L.C.; MAIA, M. B. S.; ALBUQUERQUE, U. P. Life strategy and chemical composition as predictors of the selection of medicinal plants from the caatinga (Northeast Brazil). **Journal of Arid Environments**, v. 62, p. 127-142, 2005.

ALMEIDA, C. A.; DE FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; OLIVEIRA, F. M. N. Características físicas e químicas da polpa de xiquexique. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 4, p. 440-443, 2007.

APHA-American Public Health Association. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4. ed., cap. 7, p. 63 – 67, 2001.

AOAC-Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists **International**. 20th ed. Gaithersburg: AOAC International, 2016.

AWOLU, O. O.; OLUWAFERANMI, P. O.; FAFOWORA, O. I.; OSEYEMI, G. F. Optimization of the extrusion process for the production no fready-to-eatsnack from rice, cassava and kersting's ground nut composite flour. **LWT-Food Science and Technology**, v. 64, p. 18–24, 2015.

AWOLU, O. O.; OSEMEKE, R. O.; IFESAN, B. O. T. Antioxidant, functional and rheological properties of optimized composite flour, consisting wheat and amaranth seed, brewers' spent grainand apple pomace. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 2, p. 1151–1163, 2016a.

AWOLU, O. O.; OMOBA, O. S.; OLAWOYE, O.; DAIRO, M. Optimization of production and quality evaluation of maize-based snack supplemented with soy bean and tigernut (*Cyperus esculenta*) flour. **Food Science and Nutrition**, v. 5, n. 1, p.3–13, 2016b.

AWOLU, O. O. Optimization of the functional characteristics, pasting and rheological properties of pearl millet-based composite flour. **Heliyon**, v.3, p. 1- 17, 2017.

BALDERMANN, S.; BLAGOJEVIC, L.; FREDE, K.; KLOPSCH, R.; NEUGART, S.; NEUMANN, A.; NGWENE, B.; NORKEWEIT, J.; SCHROTER, D.; SCHRÖTER, A.; SCHWEIGERT, F. J.; WIESNER, M.; SCHREINER, M. Are neglected plants the food for the future? **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 35, n. 2, p. 106–119, 2016.

BAMIGBOLA, Y. A.; AWOLU, O. O.; OLUWALANA, I. B. The effect of plantain and tiger nut flours substitution on the antioxidant, physicochemical and pasting properties of wheat-based composite flour. **Cogent Food and Agriculture**, v. 2, n. 1, p. 50-60, 2016.

BARREIRA, T. F. et al. Diversidade e equitabilidade de Plantas Alimentícias Não convencionais na zona rural de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.17, n.4, supl. II, p.964-974, 2015.

BEZERRIL, F. F. **Caracterização nutricional e de compostos bioativos do xiquexique** (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex. K. Schum.) Bly. ex Rowl.). 2017. 75 f. Dissertação (Mestrado em em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

BHAG, M. Under-Utilised plants: A treasure house unexplored. **Indian Farming**, v. 40, p. 19-24, 1990.

BORGES, J. T. S.; PIROZI, M. R.; LUCIA, S. M. D.; PEREIRA, P. C.; MORAES, A. R. F.; CASTRO, V. C. Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. **Boletim Ceppa**, v. 24, n. 1, p. 145-162, 2006.

BOURNE, M. C. Texture profile of ripening pears. **Journal of Food Science**, v. 33, p. 223–226, 1968.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT- Food Science and Technology Technologie**, v. 28, p. 25–30, 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2001. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_12_2001.pdf/15ffddf6-3767-4527-bfac-740a0400829b. Acesso em: 18 fev 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 344, de 13 de dezembro de 2002. Regulamento Técnico para Fortificação das Farinhas de Trigo e das Farinhas de Milho com Ferro e Ácido Fólico. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**, Brasília-DF, 18 de dezembro de 2002. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_344_2002_COMP.pdf/b4d87885-dcb9-4fe3-870d-db57921cf73f. Acesso em: 18 fev 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 272 de 22 de setembro de 2004. Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2004. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/388704/RESOLU%25CC%2587%25CC%2583O-RDC>. Acesso em: 18 fev 2018.

BURGNER, E.; FEINBERG, M. Determination of mono and disaccharides in foods by interlaboratory study: quantification of Bias components for liquid chromatography. **Journal of AOAC International**, v. 75, n. 3, p. 443-464, 1992.

CACTUS. Britannica Academic. **Encyclopaedia Britannica**, (2012). Disponível em: <http://academicebbritannica.ez15.periodicos.capes.gov.br/levels/collegiate/print/article/cactus/18482>. Acesso em 08 Jan 2018.

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, P. O. A. A. SUCO DE Xiquexique (*Pilosocereus gounellei*): caracterização nutricional, bioativa e atividade anti-inflamatória intestinal. 2019. 154p. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

CAVALCANTE, N. B.; RESENDE, G. M. Consumo de xiquexique (*Pilocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl) por caprinos no semi-árido da bahia. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 1, p. 22-27, 2007.

CAVALCANTE, A.; TELES, M.; MACHADO, M. Cactos do semiárido do Brasil: guia ilustrado. **Instituto Nacional do Semiárido**, Campina Grande, Paraíba, Brasil, v. 1, p.11-13, 2013.

CANALIS, M. S.; LEÓN, A. E.; RIBOTTA, P. D. Incorporation of dietary fiber on the cookie dough. Effects on thermal properties and water availability. **Food Chemistry**, v. 271, n. 15, p. 309-317, 2019.

CCE-COMMISSION DES COMMUNAUTES EUROPEENNES. Dosage de l amidon. Méthode polarimétrique. Directive 1999/79/CE du juillet 1999, **Journal Officiel des Communautés Européennes**, n. L209, p. 23-27, 1999.

CHAKRABORTY, S. K.; SINGH, D. S.; KUMBHAR, B. K.; SINGH, D. Process parameter optimization for textural properties of ready-to-eat extruded snack food form millet and pulse-brokens blends. *Journal of Texture Studies*, v. 40, p. 710-726, 2009.

CHANDRA, K. S.; GOGOI, D.; GAUTAM, K. H.; HANDIQUE, A. K. Nutritive values of some non-conventional leafy vegetables and scarcity food plants of north east India. **African Journal of Food Science**, v. 10, n. 11, p. 340-343, 2016.

CHENG, Y. F.; BHAT, R. Functional, physicochemical and sensory properties of novel cookies produced by utilizing underutilized jering (*Pithecellobium jiringa* Jack.) legume flour. **Food Bioscience**, v. 14 p. 54–61, 2016.

DAVALOS, A.; GOMEZ-CORDOVES, C.; BARTOLOME, B. Extending Applicability of the Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC-Fluorescein) Assay. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 48-54, 2004.

DIAS, G. E. N. G. E. N.; GORGONIO, I.F.; RAMALHO, J.A.; OLIVEIRA, K. M.; GUEDES, E. J. R. C. E.; LEITE, F. C., ALVES, M. F.; MACIEL, J. K. S.; SOUZA, M. F. V.; LIMA, C. M. B. L.; DINIZ M. F. F. M. Acute oral toxicity and anti-inflammatory activity of ethanolic extract from *Pilosocereus gounellei* (Fac Weber) in rats. **International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research**, v. 7, n. 5, p. 1-6, 2015.

DRAKOS, A.; KYRIAKAKIS, G.; EVAGELIOU, V.; PROTONOTARIOU, S.; MANDALA, I.; RITZOULIS, C. 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, S. K.; JIANG, H.; YU, X.; JANE, J. Physicochemical and functional properties of whole legume flour. **LWT - Food Science and Technology**, v. 18, p. 1-6, 2013.

DUTRA, R. C.; CAMPOS M. M.; SANTOS, A. R. S. S.; CALIXTO, J. B. Medicinal plants in Brazil: pharmacological studies, drug Discovery, challenges and perspectives. **Pharmacological Research**, v. 112, p. 4-29, 2016.

EBERE, C. O.; EMELIKE, N. J. T.; KABARI, D. B. K. Physico-Chemical and Sensory Properties of Cookies Prepared from Wheat Flour and Cashew-Apple Residue as a Source of Fibre. **Asian Journal of Agriculture and Food Sciences**, v. 3, n. 2, p. 1571-2321, 2015.

EKOR, M. The growing use of herbal medicines: issues relating to adverse reactions and challenges in monitoring safety. **Frontiers in Pharmacology**, v. 4, p. 1-10, 2014.

EL-DASH, A.; MAZZARI, M. R.; GERMANI, R. Tecnologia de farinhas mistas. (Uso de farinha mista de trigo e mandioca na produção de pães). Brasília: **EMBRAPA**. v. 1, p. 88, 1994.

FELISBERTO, M. H. F.; BERALDO, A. L.; CLERICI, M. T. P. S. Young bamboo culm flour of *Dendrocalamus asper*: Technological properties for food applications. **LWT - Food Science and Technology**, v. 76, p. 230-235, 2017.

FERNANDES, D. de S.; DEL BEM, M. S.; SORROCHE, C.; LEONEL, M.; LEONEL, S. Elaboração de pão de queijo adicionado com farinha de banana verde: características físicas e sensoriais. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 11, n. 1, p. 56-65, 2015.

FIB-FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Panificação e seus ingredientes enriquecedores**. n.10, 2009. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/114.pdf>. Acesso em: 17 jun 2017.

FRIEDMAN, H. H.; WHITNEY, J. E.; SZCZESNIAK, A. S. The texturometer – a new instrument for objective texture measurement. **Journal of Food Science**, v. 28, p. 390–396, 1968.

GIÃO, M. S.; GONZALEZ-SANJOSE, M. L.; MUNIZ, P.; RIVERO-PEREZ, M. D.; KOSINSKA, M.; PINTADO, M. E.; MALCATA, F. X. Protection of deoxyribose and DNA from degradation by using aqueous extracts of several wild plants. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 88, p. 633–640, 2008.

GIUBERT, G.; ROCCHETTI, G.; SIGOLO, S.; FORTUNATI, P.; LUCINI, L.; GALLO, A. Exploitation of alfalfa seed (*Medicago sativa* L.) flour into gluten-free rice cookies: Nutritional, antioxidant and quality characteristics. **Food Chemistry**, v. 239 p. 679–687, 2018.

GUTKOSKI, L. C.; BONAMIGO, J. M. A.; TEIXEIRA, D. M. F.; PEDÓ, I. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 355-363, 2007.

HAGERMAN, A. E.; BUTLER, L. G. Protein precipitation method for the quantitative determination of tannins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 26, n. 4, p. 809-812, 1978.

HARLEV, E.; NEVO, E.; LANSKY, E. P.; LANSKY, S.; BISHAYEE, A. Anticancer attributes of desert plants: a review. **Anticancer Drugs, Planta Medica**, v. 33, p. 255-271, 2012a.

HARLEV, E.; NEVO, E.; LANSKY, E. P.; OFIR, R.; BISHAYEE, A. Anticancer potential of aloes: antioxidant, antiproliferative and immunostimulatory attributes. **Planta Medica**, v. 78, p. 843–852, 2012b.

HARLEV, E.; NEVO, E.; SOLOWEY, E.; BISHAYEE, A. Cancer preventive and curative attributes of plants of the Cactaceae family: a review. **Planta Medica**, v. 79, p. 713-722, 2013a.

HARLEV, E.; NEVO, E.; MIRSKY, N.; OFIR, R. Antidiabetic attributes of desert and steppic plants: a review. **Planta Medica**, v. 79, p. 425–436, 2013b.

HOSSEINZADEH, S.; JAFARIKUKHDAN, A.; HOSSEINI, A.; ARMAND, R. The application of medicinal plants in traditional and modern medicine: a review of *thymus vulgaris*. **International Journal of Clinical Medicine**, v. 6, p. 635-642, 2015.

INFANTE, J.; ROSALEN, P. L.; LAZARINI, J. G.; FRANCHIN, M.; ALENCAR, S. M. Dietary polyphenols, oxidative stress and antioxidant and anti-inflammatory effects. Antioxidant and anti-inflammatory activities of unexplored brazilian native fruits. **PlosOne**, v. 11, n. 4, p. 1–13, 2016.

JAN, R.; SAXENA, D. C.; SINGH, S. Physico-chemical, textural, sensory and antioxidant characteristics of gluten free cookies made from raw and germinated *Chenopodium* (*Chenopodium album*) flour. **LWT - Food Science and Technology**, v. 71, p. 281-287, 2016.

KAKADE, M. L.; SIMONS, N.; LIENER, I. E. An evaluation of natural versus synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybean samples. **Cereal Chemistry**, v. 46, p. 518, 1969.

KAKADE, M. L.; RACKIS, J. J.; MCGHEE, J. E.; PUSKI, G. Determination of trypsin inhibitor activity of soy products: A collaborative analysis of an improved procedure. **Cereal Chemistry**, v. 51, p. 376, 1974.

KARAM, M. C.; PETIT, J.; ZIMMER, D.; DJANTOU, E. B.; SCHER, J. Effects of drying and grinding in production of fruit and vegetable powders: A review, **Journal of Food Engineering**, v. 188, p. 32-49, 2016.

KIMURA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Carotenoid Composition of Hydroponic Leafy Vegetables. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 2603-2607, 2003.

KIIN-KABARI, D.; GIAMI, S. Y. Physico-Chemical Properties and *in-vitro* Protein Digestibility of Non-Wheat Cookies Prepared From Plantain Flour and Bambara Groundnut Protein Concentrate. **Journal of Food Research**. v. 4, n. 20, p. 78-86, 2015.

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

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.

LATTA, M.; ESKIN, M. A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 28, p.1313–1315, 1980.

LUCENA, C. M.; LUCENA, R. F. P.; COSTA, G. M.; CARVALHO, T. K. N.; COSTA, G. G. S.; ALVES, R. R. N.; PEREIRA, D. D.; RIBEIRO, J. E. S.; ALVES, C. A. B.; QUIRINO, Z. G. M.; NUNES, E. N. Use and knowledge of Cactaceae in Northeastern Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 9, n. 1, p. 1-11, 2013.

LUCENA, C. M.; CARVALHO, T. K. N.; MARIN, E. A.; NUNES, E. N.; OLIVEIRA, R. S.; MELO, J. G.; CASAS, A.; LUCENA, R. F. P. Potencial medicinal de cactáceas en la región semiárida del Nordeste de Brasil. **Gaia Scientia**. Volume especial populações tradicionais, p. 36-50, 2014.

LUCENA, C. M.; CARVALHO, T. K. N.; RIBEIRO, J. E. S.; QUIRINO, Z. G. M.; CASAS, A.; LUCENA, R. F. P. Conhecimento botânico tradicional sobre cactáceas no semiárido do Brasil. **Gaia Scientia**, v. 9, n. 2, p. 77-90, 2015.

LUIZZA, M.W.; YOUNG, H.; KUROIWA, C.; EVANGELISTA, P.; WOREDE, A.; BUSSMAN, R.; WEIMER, A. Local Knowledge of Plants and their uses among Women in the Bale Mountains, Ethiopia. **Ethnobotany Research & Applications**, v. 11, n. 1, p. 315-39, 2013.

MACIEL, J. K. S.; CHAVES, O. S.; FILHO, S. G. B.; TELES, Y. C. F.; FERNANDES, M.G.; ASSIS, T. S.; FERNANDES, P. D.; ANDRADE, A. P.; FELIX, L. P.; SILVA, T. M. S.; RAMOS, N. S. M.; SILVA, G. R.; SOUZA, M. F. V. New Alcamide and Antioxidant Activity of *Pilosocereus gounellei* A. Weber ex K. Schum. Bly. Ex Rowl. (Cactaceae). **Molecules**, v. 21, n. 0011, p. 1-13, 2016.

MCCUE, P. P.; SHETTY, K. Phenolic antioxidant mobilization during yogurt production from soymilk using Kefir cultures. **Process Biochemistry**, v. 40, p. 1791-1797, 2005.

MEILGAARD, M.; CARR, B. T.; CIVILLE, G. V. **Sensory evaluation techniques**. 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2007.

MENEZES, M. O. T.; RIBEIRO-SILVA, S. Cactáceas do Ceará, Brasil: Prioridades para a conservação. **Gaia Scientia**: Edição especial cactaceae, v. 9, n. 2, p. 67-76, 2015.

MONTEIRO, E. R.; STRIOTO, D. K.; MEIRELLES, A. C. S.; MANGOLIN, C. A.; MACHADO, M. F. P. S. Genetic structure of *Pilosocereus gounellei* (Cactaceae) as revealed by AFLP marker to guide proposals for improvement and restoration of degraded areas in Caatinga biome. **Genetics and Molecular Research**, v. 14, n. 4, p. 16966-16974, 2015.

MUDGIL, D.; BARAK, S.; KHATKAR, B. S. Cookie texture, spread ratio and sensory acceptability of cookies as a function of soluble dietary fiber, baking time and different water levels. **LWT - Food Science and Technology**, v. 80, p. 537-542, 2017.

NASCIMENTO, V. T.; VASCONCELOS, M. A. SILVA.; MACIEL, M. I. S.; ALBUQUERQUE, U. P. Famine foods of brazil's seasonal dry forests: ethnobotanical and nutritional aspects. **Economic Botany**, v. 66, n. 1, p.22-34, 2012.

NASCIMENTO, V. T.; LUCENA, R. F.; MACIEL, M. I. S.; ALBUQUERQUE, U. P. Knowledge and use of wild food plants in areas of dry seasonal forests in Brazil. **Ecology of Food and Nutrition**, v. 52, p. 317-343, 2013.

NASCIMENTO, V. T.; PEREIRA, H. C.; SILVA, A. S.; NUNES, A. T.; MEDEIROS, P. M. Plantas alimentícias espontâneas conhecidas pelos moradores do Vau da Boa Esperança, município de Barreiras, oeste da Bahia, nordeste do Brasil. **Revista Ouricuri**, v. 5, n. 1, p. 86-109, 2015.

NDIFE, J.; KIDA, F.; FAGBEMI, S. Production and quality assessment of enriched cookies from whole wheat and full fat soya. **European Journal of Food Science and Technology**, v. 2, p. 19–28, 2014.

NUNES, A. T.; LUCENA, R. F. P.; SANTOS, M.V. F.; ALBUQUERQUE, U. P. Local knowledge about fodder plants in the semi-arid region of Northeastern Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 11, p. 1-12, 2015.

OLIVEIRA, A. M.; FREIRE, M. O. L.; SILVA, W. A. V.; FERREIRA, M. R. A.; PAIVA, P. M. G.; SOARES, L. A. L.; MEDEIROS, P. L.; CARVALHO, B. M.; NAPOLEÃO, T. H. Saline extract of *Pilosocereus gounellei* stem has antinocceptive effect in mice without showing acute toxicity and altering motor coordination, **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 95, p. 289–297, 2018.

OLIVEIRA, A. M.; SILVA, W. A. V.; FERREIRA, M. R. A.; PAIVA, P. M. G.; MEDEIROS, P. L.; SOARES L. A. L.; CARVALHO, B. M.; NAPOLEÃO, T. H. Assessment of 28-day oral toxicity and antipyretic activity of the saline extract from *Pilosocereus gounellei* (Cactaceae) stem in mice. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 234, p. 96-105, 2019.

PERERA, C.; HOOVER, R. Influence of hydroxypropylation on retrogradation properties of native, defatted and heat-moisture treated potato starches. **Food Chemistry**, v. 64, p. 361–375, 1999.

PINELA, J.; CARVALHO, A.M.; FERREIRA, I.C.F.R. Wild edible plants: Nutritional and toxicological characteristics, retrieval strategies and importance for today's society. **Food and Chemical Toxicology**, v. 110, n.1, p. 165-188, 2017.

PROTONOTARIOU, S.; BATZAKI, C.; YANNIOTIS, S.; MANDALA, I. Effect of jet milled whole wheat flour in biscuits properties. **LWT - Food Science and Technology**, v. 74, p. 106-113, 2016.

QUEIROZ, G. C.; REGO, R. A.; JARDIM, D. C. P. **Brazil bakery and confectionery trends 2020**. São Paulo: ITAL, p. 324, 2014. Disponível em: <http://www.bakeryconfectionerytrends.com>. Acesso em: 18 fev. 2018.

RAO, D. B.; KULKARNI, D. B.; KAVITHA, C. Study on evaluation of starch, dietary fiber and mineral composition of cookies developed from 12 sorghum cultivars. **Food Chemistry**, v. 238, p. 82–86, 2018.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YASNG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, p. 1231–1237, 1999.

RESENDE, L. M.; FRANCA, A. S.; OLIVEIRA, L. S. Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) fruit by-products flours: Evaluation as source of dietary fibers and natural antioxidants. **Food Chemistry**, v. 270, p. 53–60, 2019.

SAMPAIO, C. R. P.; FERREIRA, S. M. R.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Perfil sensorial e aceitabilidade de barras de cereais fortificadas com ferro. **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 1, p. 95-106, 2009.

SANTANA, F. C.; SILVA, J. V.; SANTOS, A. J. A. O.; ALVES, A. R.; WARTHA, E. R. S. A.; MARCELLINI, P. S.; SILVA, M. A. A. P. Desenvolvimento de biscoito rico em fibras elaborado por substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Flavicarpa) e fécula de mandioca (*Manihot esculenta* Crants). **Alimentos e Nutrição**, v. 22, n. 3, p. 391-399, 2011.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Panificação: estudo de tendências 2009-2017**. 2016. Home Page da SEBRAE. Disponível em: [http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/4AC5C034FC7F782E832576330053107A/\\$File/NT0004207E.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/4AC5C034FC7F782E832576330053107A/$File/NT0004207E.pdf). Acesso em: 3 de fevereiro de 2018.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144-158, 1965.

SILVA, P. D. L.; BEZERRA, M. F.; SANTOS, K. M. O.; CORREIA, R. T. P. Potentially probiotic ice cream from goat's milk: Characterization and cell viability during processing, storage and simulated gastrointestinal conditions. **Food Science and Technology**, v. 62, n. 1, p. 452-457, 2014.

SILVA, V. A. Diversidade de uso das cactáceas no Nordeste do Brasil: uma revisão. **Gaia Scientia**, v. 9, n. 2, p. 137-154, 2015.

SOUSA, G. A. **Avaliação da atividade gastroprotetora dos extratos etanólicos da casca do caule e das raízes de *Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. Ex Rowl (Cactaceae) em modelos animais.** 2013. 79 f. Dissertação (Mestrado em Farmacologia) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2013.

SOUZA, G. A.; OLIVEIRA, I. S.; FREITAS, F. V. S.; VIANA, A. F. S. C.; NETO B. P. S.; CUNHA, F. V. M.; GONÇALVES, R. L. G.; FILHO, A. C. M. L.; AMARAL, M. P. M.; OLIVEIRA, R. C. M.; FERNANDES, P. D.; MACIEL, J. K. S.; SILVA, T. M. S.; OLIVEIRA, F. A. Gastroprotective effect of ethanol extracts of cladodes and roots of *Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. Ex Rowl (Cactaceae) on experimental ulcer models. **Journal of Ethnopharmacology**. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.02.009>, 2018.

SOUSA, S.; PINTO, J.; RODRIGUES, C.; GIÃO, M.; PEREIRA, C.; TAVARIA, F.; MALCATA, F. X.; GOMES, A.; PACHECO, M. T. B.; PINTADO, M. Antioxidant properties of sterilized yacon (*Smallanthus sonchifolius*) tuber flour. **Food Chemistry**, v. 188, p. 504-509, 2015.

SPIES, J. R. Determination of tryptophan in proteins. **Analytical Chemistry**, Arlington, v. 39, n. 12, p. 1412-1415, 1967.

TORIJA-ISASA, M.E.; MATA LLANA-GONZÁLEZ, M.C. A historical perspective of wild plant foods in the mediterranean area, **Mediterranean Wild Edible Plants**. pp. 3–13, 2016.

VIEGA JÚNIOR, V. F.; PINTO, A. C. Plantas medicinas: cura segura? **Química Nova**, v. 28, n. 3, p. 519-528, 2005.

WHITE, J. A.; HART, R. J.; FRY, J.C. An evaluation of the Waters Pico-Tag system for the amino-acid analysis of food materials. **Journal of Automatic Chemistry of Clinical Laboratory Automation**, v. 8, n. 4, p. 170-177, 1986.

YUEH, F. C.; BATH, R. Functional, physicochemical and sensory properties of novel cookies produced by utilizing underutilized jering (*Pithecellobium jiringa* Jack.) legume flour, **Food Bioscience**, v. 14, p. 54–61, 2016.

ZAPPI, D. Fitofisionomia da Caatinga associada à cadeia do Espinheiro. **Revista Megadiversidade**, v. 4, p. 34-38, 2008.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.; SANTOS, M.R.; LAROCCA, J. Cactaceae in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB1562>. Acesso em 13 Jun 2017.

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.

ZHU, F. Chemical composition and food uses of teff (*Eragrostis tef*), **Food Chemistry**, v. 239, n. 1, p. 402-415, 2018.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do estudo proporcionaram a elaboração de duas patentes e três artigos científicos. As patentes contemplaram os dois produtos desenvolvidos: farinha de xiquexique e *cookie* de xiquexique. Os artigos foram compostos por: composição proximal, propriedades nutricionais e comportamento reológico do novo alimento: farinha de xiquexique (*Pilosocereus gounellei*); Desenvolvimento de *cookie* de xiquexique (*Pilosocereus gounellei*) convencional e integral: propriedades nutricionais, textura e caracterização sensorial; e atividade antioxidante e fatores anti-nutricionais de farinha de xiquexique (*Pilosocereus gounellei*).

ARTIGO I

Proximate composition, nutritional properties and rheological behavior of a novel food: xiquexique (*Pilosocereus gounellei*) flour

Abstract

The objective of this study was to investigate the effect of autoclaving and granulometry on chemical composition, rheological behavior, amino acids and minerals content assessment of the nutritional value of xiquexique flour with an approach to implement the results for practical use in the development of novel foods. The xiquexique flour was evaluated for physical and physicochemical composition, and rheological properties in a pursuit to identify an innovative plant with high nutritional value and potential functional which could be exploited in other food applications. Acidity, pH and water activity values agreed with the characteristic range for the flour and indicates good stability during storage. The flours presented low content of moisture (3.08 – 5.06%) and fat (0.48 – 0.95%); high of fiber (16.59 – 44.43%), starch (28.77 – 65.24%) and ash (8.36 – 12.34%); and medium in protein (3.06 – 5.75%). Were rich in minerals, mainly calcium, iron, potassium, magnesium and manganese. Presented greater characteristics of flour color and turbidity and color gels. Rheology analyses revealed that flour is a greater flours viscosity and gels textural properties, that it an excellent entity which could be used as a thickener or gelling agent in various food products. The autoclaving and the granulometry influenced parameters physical, physicochemical and rheological properties, however they did not reduce the food potential of the flour, but only in the choice of products for which they will be destined. It can be concluded that xiquexique is an excellent food matrix for development of flour with high nutritional value and technology potential.

Keywords: Cactaceae; Granulometry; Pasting properties; Textural properties.

1. Introduction

The increasing consumer demand for practical foods, with pleasant taste and aroma, as well as sustainable, stimulates the development of new products by the industries. Sustainable foods are those that can help thrive the local economy (social benefits) and improve consumer health, including those using traditional knowledge (Cheng & Bhat, 2016). Therefore, using raw, nutritious, underused and regional foods in the development of novel foods can attend the demands of consumers and industry.

Changes in dietary patterns and food systems have led to increasing consumption of highly processed foods across the world. Although processed foods are not necessarily unhealthy, many contain high levels of saturated fats, salt and sugars, and tend to be low in vitamins and minerals (WHO, 2015; FAO, 2017). As a result, diets have become less healthy. At the same time, income growth and urbanization have led to more sedentary lifestyles, exacerbating imbalances in food energy intake and energy use. Poor nutrition in this sense of the word is now considered the major risk factor for the global burden of disease (FAO, 2017).

In this context, natural products and healthy foods have recently received a lot of attention for improving overall well-being, as well as in the prevention of diseases (Amirdivani et al., 2018; Barba, Munekat, & Cilla, 2018; Danneskiold-Samsøe et al., 2018).

The global food production over the past five decades has increased by 170 per cent thereby increasing the daily per capita food availability from 2220 kcal in early 1960s to >2800 kcal in 2009 (FAO, 2013a). Globally, of the 50.000 edible plant species, only a few hundred contribute to food supplies and 15 crop plants provide 90% of world's food energy intake. Rice, maize, and wheat make up two-thirds of this total as they serve as the staples for over 4000 million people (FAO, 2013b). Unconventional food sources, such as cactus, could contribute to supply not only as an energy source, but especially with the availability of essential nutrients and bioactive compounds, such as fibers, minerals and antioxidants (Kinupp, & Lorenzi, 2014).

The Cactaceae family is widely distributed from Canada, across the USA, Mexico, Central and South America. The cacti family includes about 1450 species belonging to nearly 127 genera (Hernández-Hernández et al., 2011). The food potential of this family has been evaluated, mainly with species from the *Opuntia* genera. *Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. Ex Rowl, popularly known as “xiquexique”, is a plant of the family Cactaceae and an endemic species from Caatinga biome (Monteiro et al., 2015). Its cladodes are used as baked or cooked, to produce candy or flour for couscous preparation (Lucena et al., 2013).

Xiquexique is characterized by high moisture content, low protein and lipids content, representative carbohydrate content, including soluble and insoluble fibers, high phenolic content, expressive values of minerals, such as calcium, magnesium, selenium and zinc (Bezerril, 2017). In addition to having relevant nutritional qualities, other studies have found important functional properties related to this cactus, such as antioxidant activity (Maciel et al., 2016), anti-inflammatory activity (Dias et al., 2015), gastric mucosa protector (Sousa et al., 2018), and antinocceptive affect (Oliveira et al., 2018).

The xiquexique central stems (fibrous central part of the cladodium) present potential for the development of flour due to the solids content, according to Almeida et al. (2007). Several unusual raw materials like cereals, tubers, fruit, legumes and others are often used as viable sources of functional composite flour (Campuzano, Rosell, & Cornejo, 2018; Felisberto, Beraldo, & Clerici, 2017; Bamigbola, Awolu, & Oluwalana, 2016; Drakos et al., 2017; Awolu et al., 2016ab).

Partial utilization or non-utilization of wheat in flour production are meant to mitigate gluten-related celiac disease, diversify raw materials for flour production especially using local and nutritional crops, and reduce the high cost of importing wheat by developing countries. Cereals (rice, amaranth, tiger nut), tubers (taro, sweet potatoes), legumes (soy beans, African oil bean, Bambara ground nut, kerkering's ground nut) and fiber sources (rice bran, brewer's spent grains) have been utilized as credible sources of composite flours (Bamigbola et al., 2016; Awolu et al., 2016ab; Awolu et al., 2015). Just like the aforementioned flours have advantageous characteristics such as the quantity of fibers, minerals, antioxidant compounds, and others, the xiquexique presents potential for flour development besides use in several bakery products.

Several flour factors influence the characteristics of final bakery products. Grinding process is age-old known and complex process widely used in the food industry, the process of size reduction of solid particles subjected to mechanical forces wherein the fracture occurs within the failure of internal molecular binding forces regarding external forces (Karam et al., 2016). Particle size is an important parameter of the flour quality, because it affects their composition and functional properties (Drakos et al., 2017), and consequently the products of the bread industry.

As well as granulometry, thermal treatment can be used for modified characteristics of foods without chemical additions (Collar, & Armero, 2018). Heat affects the mainly rheological properties, thus gelatinization and retrogradation properties of starches, aggregation and disaggregation equilibrium of proteins. Besides, heat causes a physical modification, the rearrangement of starch polymer chains, and may modify its pattern, crystallinity, swelling power, amylose leaching, pasting, and gelatinization properties, such as its susceptibility to enzymatic or acidic hydrolysis (Goesaerti et al., 2005). In order to explore the extent of this effect in the composition, several physicochemical and mechanical parameters can be evaluated.

Hence, the aim of this study was to investigate the effect of autoclaving and granulometry on chemical composition, rheological behavior, amino acids and minerals content assessment of the nutritional value of xiquexique flour with an approach to implement the results for practical use in the development of novel foods.

2. Materials and methods

2.1. Chemicals

All chemicals used in this study were of analytical grade, HPLC grade acetonitrile was purchased from Riedel de Haen[®] (Seelze, 5 Germany). Standards of sugar (Sigma[®] CAR-11), and n-hexane were purchased from Sigma–Aldrich[®] Co. (Steinheim, Germany). HPLC grade methanol, benzene, 2, 2- dimethoxypropane and n-heptane were obtained from Merck[®] (Darmstadt, Germany). The other chemicals were of analytical grade.

2.2. Materials

Cladodes of *Pilosocereus gounellei* species were collected in Boa Vista (PB), Brazil, in November 2016. Botanical identification was made by Prof. Dr. Leonardo Felix Person (DF/CCA/UFPB), and a voucher specimen was deposited in the Prof. Jaime Coelho de Moraes - Center for Agricultural Sciences Herbarium, Federal University of Paraíba (CCA/UFPB) under code 17.562.

2.3. Preparation of xiquexique flour

The collected material (cladodes) was carefully sanitized with running water and sodium hypochlorite (100 ppm/ 15 min) to soil removal and decontamination. The central stem was stripped and removed the pulp and peel, then the central stems was cut into 1 cm slices and their pieces were separated in 2 portions, 1 autoclaving (121 ± 1 °C / 20 min) and 1 control (not subjected to heat treatment). Subsequently, samples were cooled down at room temperature, followed for drying in an air circulation oven (40 ± 1 °C) until it reached approximately 4% moisture content. After drying the xiquexique was ground in a knife mill and screened with a 100 and 28 mesh sieve on a sieve shaker, resulting in four treatments, autoclaved flour (AF100 and AF28) and control flour (CF100 and CF28). The flours were packed in vacuum with sterile polyethylene bags, rolled in aluminum foil, containing approximately 30 g and frozen (-20 ± 1 °C) until the analyses. All analyzes were performed in triplicate.

2.4. Physical and physicochemical analysis

Physical and physicochemical analysis of the xiquexique flours were conducted according to standard procedures (AOAC, 2016): Consisted of determining the pH, titratable acidity, water activity (aw), moisture, total solids, fixed mineral residue (FMR),

lipids, protein (N x 5.7), total fibers, starch and sugars. The pH was measured in a digital potentiometer (model Q400AS; Quimis[®], Diadema, São Paulo, Brazil). Acidity (soluble alcohol) was determined by titration and expressed as g/100 g and water activity (*a_w*) was performed at 25 °C using Aqualab[®] instrument (model CX-2 Water Activity Meter[®], Washington-USA), in accordance with manufacturer's instructions. The fiber content was determined by enzymatic method. Moisture and total solids were determined by drying, the FMR was quantified by carbonization followed by incineration in a muffle furnace, the lipids content was determined based on the Soxhlet method, protein was quantified using the Micro-Kjeldahl method. The starch content was performed by polarimetry (CCE, 1999). Sugars content were determined with high performance liquid chromatography (HPLC), described by Burgner and Feinberg (1992). The following standards were used for determination of sugars by HPLC: Fructose standards (F0127), glucose (G8270), galactose (G0750), sucrose (S7903), maltose (63418) for chromatography. A Chromatograph (Young Lin Instrument[®], Korea) was used with refractive index detector (Young Lin[®], model YL9170), isocratic pump and column furnace equipped with NH₂ column (250 x 4.6 mm, 5 m) Zorbax Carbohydrate. The oven temperature of the 30 °C column, flow of the mobile phase: 1 mL/min (constant); Refractive index detector: same oven temperature of the column. Identification of the peaks of the compounds was performed by comparison with the retention times obtained in the injected standards.

2.5. Minerals profile

The minerals profile was performed in an inductively coupled plasma atomic emission spectrometer (ICP OES 5100 VDV, Agilent Technologies[®], Tokyo, Japan). The analysis conditions were: radiofrequency power (1.2 kW); plasma flow (12 L/min); auxiliary flow rate (1.0 L/min); nebulization flow (0.7 L/min); Plasma vision (axial to Fe, Mn, Se and Zn, radial to Ca, Mg, P, Na); Fe (259.553 nm); Mn (257.610 nm), Se (196.026 nm), Zn (206.2200 nm), Ca (317.933), Mg (279.553 nm), P (213.618 nm), Na (589.592 nm).

2.6. Flour color

The instrumental color was measured using a CR-400 colorimeter (Minolta Co. Osaka, Japan). The CIE Lab color scale (*L^{*}a^{*}b^{*}*) was used with a D65 illuminant (standard daylight) and 10° angle. The *L^{*}*, *a^{*}* and *b^{*}* parameters were determined by values reported for lightness *L^{*}* (*L^{*}*= 100 for white; *L^{*}*= 0 for black), *a^{*}* (+ *a^{*}* for redness;

- a^* for greenness) and b^* (+ b^* for yellowness; - b^* for blueness) parameters of the CIELAB system were the mean of three measurements at three different locations of each flour sample.

2.7. Color properties of gel

Turbidity of the xiquexique flour suspension was measured as described by Perera and Hoover (1999). The gel color was determined from the gels from the Rapid Visco Analyser® (RVA) (RVA 4500 model, Perten, Warriewood NSW, Australia). The gel was stored at 4 °C for 24 h, and the instrumental color followed the methodology described in 2.6.

2.8. Rheological behavior

In rheological behavior assessment, the pasting properties and gel texture of the different flours formulations were determined. Measurements were performed in triplicate using the inner section of the flour immediately after opening the packs.

2.8.1 Pasting properties

The pasting properties of the flours were analyzed according to Du, Jiang, Yu, and Jane (2013) using a Rapid Visco Analyser® (RVA) (model 4500, Perten Instruments, Warriewood, Australia). The flour was suspended in water (1.5 and 3.0 g of solids and 25 g deionized water, db, w/w; 6 and 12 g/100 g, db, w/w) and equilibrated at 50 °C for 1 min, heated at 6 °C/min to 95 °C, and then held at 95 °C for 5 min. Then, the suspensions were cooled to 50 °C at a rate of 6 °C/min. The paddle rotation speed was set at 160 rpm during measurements, except for 960 rpm in the first 10 s.

2.8.2 Gel texture properties

The gel texture was determined from the gel from the Rapid Visco Analyser® (RVA), maintained in the aluminum canister (4.5 cm high and 2.5 cm in diameter), sealed with plastic film and the gel was stored at 4 °C for 24 hours and the texture properties were determined by texture profile analysis (TPA) using the TA/XT2i texture analyzer® (Stable MicroSystems, Surrey, England). The gel was compressed at a speed of 0.5 mm/s, at a distance of 10 mm with an acrylic cylindrical plunger (diameter = 25 mm). The compression was repeated twice to generate a force-time curve from which the hardness (height of the first peak) and elasticity (ratio between the height recovered after the first compression and the original height of the gel) was determined. The negative area of the

curve during retraction was considered tack. Cohesion was defined by the resulting calculation of the relationship between the area under the second peak and the area under the first peak. The gum was determined by multiplying the hardness and cohesion. Mastigability was obtained by multiplying guminess and adhesiveness (Bourne, 1968; Friedman, Whitney, & Szczesniak, 1968).

2.9. Statistical

Statistical analyses were performed using XLstat Software version 2018.5. All data were analyzed with one way ANOVA method. The level of confidence was 95%. Significant differences between means were identified by the Least Significant Difference (LSD), and the means were compared using Tukey's post hoc test with a $p < 0.05$.

The data of gel color, gelatinization properties and gel texture were analyzed besides the test Tukey's, T student test to determine if the concentrations pairs samples differed significantly among them. Principal component analysis (PCA) was applied on the physical, physicochemical and rheological behavior properties using the XLstat Software version 2018.5.

3. Results and discussion

3.1. Physical and physicochemical analyses

Physical and physicochemical analyses were conducted to examine the composition and nutritional value of the xiquexique flour and results are summarized in Table 1. Acidity and pH values associate with the low A_w content indicates that this flours will be stable during storage.

All flour samples contain low composition of moisture (3.08 – 5.06%) and fat (0.48 – 0.95%); but on the other hand, high content of fiber (16.59 – 44.43%), starch (28.77 – 65.24%) and ash (8.36 – 12.34%). The protein content (3.06 – 5.75%) was intermediary when compared to other flours (Felisberto et al., 2017). However, in the moment, no studies conducted on xiquexique flour is available for better comparison. The particle size did not influence the moisture of the samples pertaining to the same heat treatment, considering that F1 and F2 were equal ($p \geq 0.05$), as well as AF1 and AF2. Drakos et al. (2017) report that higher surface area of the granules higher water content, but was not observed.

All the samples presented high ash content, indicating of the presence of large amounts of minerals (Al-Farga et al., 2016). In raw flours, bigger particle size flour (F2) presented a highest minerals content, while in the autoclaved flours, bigger particle size flour (AF2) presented less quantity of ash. This behavior possibly explained because the minerals can be present in highest quantity combined with insoluble fibers, present in higher proportion in raw xiquexique flour with higher granulometry (F2). Whereas in the autoclaved flour, the heating may have degraded part of the insoluble fibers, and consequently the minerals that were combined with them, so released through the smaller hole sieve, migrating to the smaller particle size flour (AF1).

Table 1
Characterization of the xiquexique flour.

Variable	F1	F2	AF1	AF2
pH	6.00 ^b ±0.01	6.02 ^a ±0.01	5.72 ^c ±0.01	5.70 ^d ±0.01
Acidity (%)	0.02 ^B ±0.01	0.03 ^a ±0.01	0.03 ^A ±0.01	0.03 ^A ±0.01
Aw	0.308 ^c ±0.01	0.287 ^d ±0.01	0.312 ^b ±0.01	0.330 ^a ±0.01
Moisture (% wb)	5.06 ^a ±0.02	4.20 ^{ab} ±0.05	3.08 ^c ±0.41	3.56 ^{bc} ±0.06
Ash (%)	8.36 ^d ±0.01	11.33 ^b ±0.05	12.34 ^a ±0.27	9.15 ^c ±0.15
Protein (%)	3.06 ^d ±0.03	5.75 ^a ±0.11	3.90 ^c ±0.10	4.22 ^b ±0.02
Lipids (%)	0.95 ^a ±0.04	0.84 ^{ab} ±0.04	0.73 ^b ±0.05	0.48 ^c ±0.01
Starch (%)	65.24 ^a ±0.01	28.77 ^d ±0.03	61.31 ^b ±0.20	46.23 ^c ±0.09
Fibers total (%)	18.42 ^c ±0.06	44.43 ^a ±0.25	16.59 ^d ±0.09	29.81 ^b ±0.21
Fructose (%)	0.32 ^b ±0.01	0.63 ^a ±0.05	0.21 ^c ±0.01	0.18 ^c ±0.01
Glucose (%)	0.24 ^b ±0.01	0.55 ^a ±0.02	ND	0.27 ^b ±0.01
Sucrose (%)	0.45 ^c ±0.01	1.58 ^a ±0.01	0.31 ^c ±0.01	1.10 ^b ±0.14

F1 - Control xiquexique flour (100 mesh); F2 - Control xiquexique flour (28 mesh);

AF1 - Autoclaved xiquexique flour (100 mesh); AF2 - Autoclaved xiquexique flour (28 mesh).

^{a-d}Media ± standard deviation with different letters on the same line differed by Tukey's test (p <0.05), between treatments.

*ND- Not detected.

The values obtained for protein content presented same behavior in raw and autoclaved xiquexique flours, so flours with bigger granulometry (F2 and AF2) obtained highest the amount of protein than flours with smaller granulometry (F1 and AF1). This may be which the proteins probably present more adhered to the fibers than to the starch. The content protein in our xiquexique flours was higher than Felisberto et al. (2017) with bamboo culm flour (1.31-1.75%).

All samples showed insignificant values of lipids, being similar to bamboo flour (0.27-0.90%) (Felisberto et al., 2017). This characteristic makes xiquexique flour a

potential component of low-fat diets. Besides, one of the main concerns with storage of flours are lipid oxidation (Sartori et al., 2018), therefore such low values are an advantage for the use of xiquexique flour in the food industry.

Concerning the starch content, the flours with smaller particle size F1 and AF1 presented the highest values (65.24 and 61.31%, respectively), while F2 and AF2 the lowest values (28.77 and 46.23%, respectively). As expected the higher concentration of starch was obtained in the samples with lowest granulometry, this can be because in tamization the highest insoluble fiber content remains in sieve with bigger roles (28 mesh) due the hardness in its structure, while the starch and soluble fibers are milling easily, thus they cross in bigger quantity in the smaller sieve (100 mesh).

The data obtained shows that xiquexique flour is rich in fiber (%) with significant differences between the samples ($p < 0.05$), where the highest values were observed for F2 (44.43%), following AF2 (29.81%), F1 (18.42%) and AF1 (16.59%). The fiber content of these xiquexique flours was superior to the levels found in the others unusual flours (Karam et al., 2016).

The total fiber content in the xique–xique flour samples increase significantly ($p < 0.05$) with granulometry from F1 (18.42%) to F2 (44.43%) and AF1 (16.59%) to AF2 (29.81%). The increase in content total fiber may be attributed to the breaking of particle size during milling. Particle size is an important parameter of the flour quality as it affects its functional properties, an effect of the composition and properties of the flours is expected (Drakos et al., 2017). Concerning heat treatment can be observed highest fiber content in the raw samples F1 (18.42%) and F2 (44.43%) when compared to their respective autoclaves AF1 (16.59%) and AF2 (29.81%), this may be cause the autoclaving provides degradation of fibers.

The high fiber content in xiquexique flours allows their use as alternative and novel ingredient consumed all around the world. The high content of fibers and starch in xiquexique flours opens prospects for use this flours for new products, which can increase food applications and consequently, the value of this material. The xiquexique flours can be used directly in food products or for isolated way, added in ready meals. If xiquexique flours are used for food production, it will take advantage of the F1 and AF1 for refine products, in other way F2 and AF2 can be better for whole products.

The sugars identified in the xiquexique flours were fructose, glucose and sucrose. Raw and autoclaved xiquexique flours presented the same behavior, on what concerning granulometry, flours with smaller granulometry (F1 and AF1) was lower sugars content

when compared to flours with higher particle size (F2 and AF2), except from fructose. In relation with heat treatment, raw xiquexique flours (F1 and F2) obtained higher content than autoclaved xiquexique flours (AF1 and AF2).

In general, sucrose (0.31-1.58%) and fructose (0.18-0.63%) were the majority sugars, however, they presented a low quantity and cannot be considered a source of these simple sugars, in this way, together with the high content of fiber observed, it can be suggested the introduction into low glycemic index diets. Although xylose is a sugar commonly found in cacti, it was not detected, probably because it used only the central stem in flour development and according to Medina-Torres et al. (2000), xylose is present in the mucilage of cacti.

In general, the *Pilosocereus gounellei* also contained appreciable amounts of carbohydrates, which regulate various metabolic processes in the body. The fiber content was also found to be significantly high, which is crucial for digestibility enhancement, blood cholesterol reduction and decline of the risk of large bowel cancers. In this regard, the high dietary fiber content of the flours undoubtedly makes it a potential ideal ingredient for functional food formulation. It is therefore suggested that the consumption of xiquexique flour, like other flours, may possibly result into many positive health benefits such as protection against cardiovascular diseases, reduction in the risk of cancer (Xu et al., 2018), diabetes (Davison & Temple, 2018), hypercholesterolemia (Brum et al., 2018), constipation (Wang et al., 2018), and obesity (Patel, 2018).

3.2. Minerals profile

The minerals profile of xiquexique flours are presented in Table 2. The results presented relevant amount the minerals, between macrominerals, the flours are rich of calcium (272.00 to 1088.23 mg/100 g), potassium (2605.62 to 4063.59 mg/100 g), and magnesium (649.11 to 1031.66 mg/100 g), among the microminerals the highest content obtained was of manganese (36.54 to 62.21 mg/100 g).

Minerals are nutrients essential to the in metabolism and homeostasis in human body, and deficiency of these bioactive constituents can result in common disorders and diseases (Gharibzahedi & Jafari, 2017). In this way, reference values for their intake are periodically established (Padovani et al., 2006), which consider Dietary Reference Recommendations (RDAs) and Adequate Intakes (AIs). These parameters determine the levels of nutrients corresponding to the needs of the individual (US, 2006).

Table 2
Minerals profile of xiquexique flours, in mg/100g.

Elements	F1	F2	AF1	AF2	*Recommendation (mg)
Ca	942.45 ^b ±2.40	272.00 ^d ±0.14	1088.23 ^a ±5.30	305.00 ^c ±2.93	1000 ⁽¹⁾
Cu	0.11 ^d ±0.00	0.17 ^b ±0.00	0.20 ^a ±0.01	0.14 ^c ±0.00	0.9 ⁽²⁾
Fe	1.01 ^c ±0.02	1.36 ^b ±0.04	2.66 ^a ±0.07	1.12 ^c ±0.02	8 ⁽¹⁾
K	2605.62 ^d ±38.05	4063.59 ^a ±46.49	2983.46 ^b ±17.70	2892.46 ^c ±16.11	4700 ⁽¹⁾
Mg	830.36 ^b ±3.80	758.79 ^c ±7.06	1031.66 ^a ±2.36	649.11 ^d ±1.81	420 ⁽²⁾
Mn	52.91 ^c ±0.09	54.63 ^b ±0.56	62.21 ^a ±0.50	36.54 ^d ±0.15	2.3 ⁽¹⁾
Na	326.86 ^d ±4.00	551.83 ^a ±5.63	432.34 ^b ±1.34	413.00 ^c ±2.50	1500 ⁽¹⁾
P	35.55 ^c ±0.09	73.55 ^a ±0.96	51.68 ^b ±0.09	51.03 ^b ±0.14	700 ⁽²⁾
Zn	1.08 ^b ±0.01	0.93 ^c ±0.02	1.77 ^a ±0.06	1.05 ^b ±0.02	11 ⁽²⁾

F1 - Control xiquexique flour (100 mesh); F2 - Control xiquexique flour (28 mesh);
AF1 - Autoclaved xiquexique flour (100 mesh); AF2 - Autoclaved xiquexique flour (28 mesh).

^{a-d}Media ± standard deviation with different letters on the same line differed by Tukey's test (p <0.05), between treatments.

*Baseado em Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes, Washington D. C., National Academy Press; 2003 (1997-2005). Based on a 70

kg man, 31-50 years old. (Padovani et al., 2006).

(1)Adequate Intake; (2)Recommended Dietary Allowances.

Based on the consumption of 20 g portion, equivalent to 1 tablespoon of xiquexique flour and reasoned on the recommendations of the Dietary Reference Intakes (DRI), the results obtained for calcium, would be responsible for supplying the needs of 50% (F1, F2, AF1 and AF2) of adequate intake for children (7 to 12 months), for adults (31-50 years) ranged 5.44% (F2), 6.10% (AF2), 21.76% (AF1). According to RDC 54 (2012), contents from 15% the food can be considered source while from 30% is considered as containing high nutrient content, therefore it can be considered that for children all flours have high content and for adults flour F1 and AF1 is source of calcium. Calcium is one of the most abundant minerals in the body and plays an important role in the structure and conservation of bones and teeth, muscle development, regulation of heart rate and blood pressure (Song & Sergeev, 2012).

The levels of compliance with the daily recommendations for copper ranged from 2.44% (F1) to 4.44% (AF1), and although they did not present high amounts, their presence is relevant due of copper antioxidant effect, stimulation of the immune system, besides compose the structure of many enzymes (Gharibzahedi & Jafari, 2017).

The iron content that supply the needs of 50% from children (7-12 months), while for adults it varies from 2.53% (F1) to 6.65% (AF1). Thus, although they have a value to be considered as a source for adults, the amount of this mineral can contribute together with a varied diet to reach the daily necessities. Deficiency of this nutrient is associated with the development of iron deficiency anemia, decreased cognitive ability and behavior changes in children (Elinge et al., 2012; Mukherjee et al., 2018).

The potassium presented a higher content, 20 g of flour offer 11.09 to 17.29% of needs daily this mineral, so xiquexique flour can contribute combine with a diet to reach the daily necessities. Potassium is important for fluid balance, nerve transmission, muscle contraction, maintenance of blood pressure and waste elimination (Gharibzahedi & Jafari, 2017).

For magnesium, all flours supply more than 30% of the needs for the adult and more than 200% of the needs of children (7 months to 8 years), therefore can say that flour has a high content of magnesium and can be used as supplementation, alone or as a food ingredient. This mineral is related to several important metabolic reactions in the human body, being a cofactor in more than 300 enzymatic reactions (Ayuk & Gittoes, 2014).

The manganese values obtained deserve special mention, they corresponded from 317% (AF2) to 540% (AF1) of the adult supply, therefore all flours present more than enough content to supply the needs of adults and children. Manganese is an important trace element, it is responsible for activating various enzymes in charge of scavenging free radicals, regulation of glucose homeostasis, calcium mobilization (Sulaiman et al., 2011), increase insulin secretion and improvement the glucose tolerance (Kaur & Henry, 2014). When compared to other cactus, Astello-Garcia et al. (2015) found lower values of this mineral in *Opuntia* spp.

The consumption of 20 g of xiquexique flour according to the DRI provides of sodium, phosphorus and zinc corresponding to a variation of 4.36% (F1) to 7.36% (F2), 1.2% (F1) to 2.10% (F2) and 1.69% (F2) to 3.22% (AF1), respectively. Sodium and zinc low values are an advantage since high sodium content may influence hypertension and excess zinc may minimize absorption of other nutrients (Brewer, 2010).

The values of minerals contained in the flours varied among the treatments, however, all presented as potential for the supply of these nutrients, even minerals that presented lower values if combined with a balanced diet, can contribute to the supply of these nutrients. Therefore, it is verified that the xiquexique flour presents relevant content of minerals important for the organism, and therefore it could be relevant to include it as an ingredient in foods, formulas for children, in addition to its consumption added to ready to eat preparations, as juices, salads, beans, soups, just other flours are used.

3.2 Flour color

The color characteristics of all samples were also studied and the corresponding data are presented in Table 3. The L^* value remained the same statistically ($p \geq 0.05$) for smaller particle size flour presenting high value, even after the heat treatment, corresponding to values of 80.42 for AF1 and 81.81 for F1, indicating that xiquexique flour has a light color.

The same behavior was not observed in the flours with higher grain size, in which after the heat treatment there was a reduction of luminosity ($p < 0.05$). This slight darkening in the AF2 sample may have occurred due to the higher concentrations of sugars and especially of proteins observed in the samples with higher grain size (Table 1) that probably after the heat treatment culminated in the *Maillard* reaction process.

Table 3
Color of xiquexique flours.

Color	F1	F2	AF1	AF2
L*	81.50 ^a ±0.53	73.80 ^b ±0.61	80.42 ^a ±0.36	68.40 ^c ±0.52
a*	-1.65 ^d ±0.03	-0.19 ^b ±0.15	-0.63 ^c ±0.04	1.90 ^a ±0.09
b*	17.50 ^b ±0.32	20.18 ^a ±0.16	14.14 ^d ±0.14	16.16 ^c ±0.08

F1 - Control xiquexique flour (100 mesh); F2 - Control xiquexique flour (28 mesh); AF1 - Autoclaved xiquexique flour (100 mesh); AF2 - Autoclaved xiquexique flour (28 mesh).

^{a-d}Media ± standard deviation with different letters on the same line differed by Tukey's test (p <0.05), between treatments.

F1, F2 and AF1 had negatives values of a* indicate green color, while positive value of AF2 characterize mild reddish color. For AF2, the heating may have influenced a greater formation of pheophytin from chlorophyll, culminating in a reduction of the green color, tending to red, besides the *Maillard* reaction that leads to the formation of compounds (melanoidines) of brownish coloration. In addition, all b* values denote yellowness, concerning heat treatment, higher values were found in the raw xiquexique flours (F2 and F1 respectively) than autoclaving xiquexique flours (AF2 and AF1 respectively), this corroborate with the formation of brownish pigments and consequently reduction of yellow color.

3.3. Color properties of flour suspensions

3.3.1 Turbidity

The turbidity values of gelatinized suspensions from xiquexique flours are depicted in Fig. 1. The turbidity values in all samples increased during storage (120 h) at 4 °C. F1 increased until 24 hours, then remained. F2 and AF1 showed maintenance of turbidity until 72 hours, but after 72 hours F2 increased, while F1 and AF1 remained.

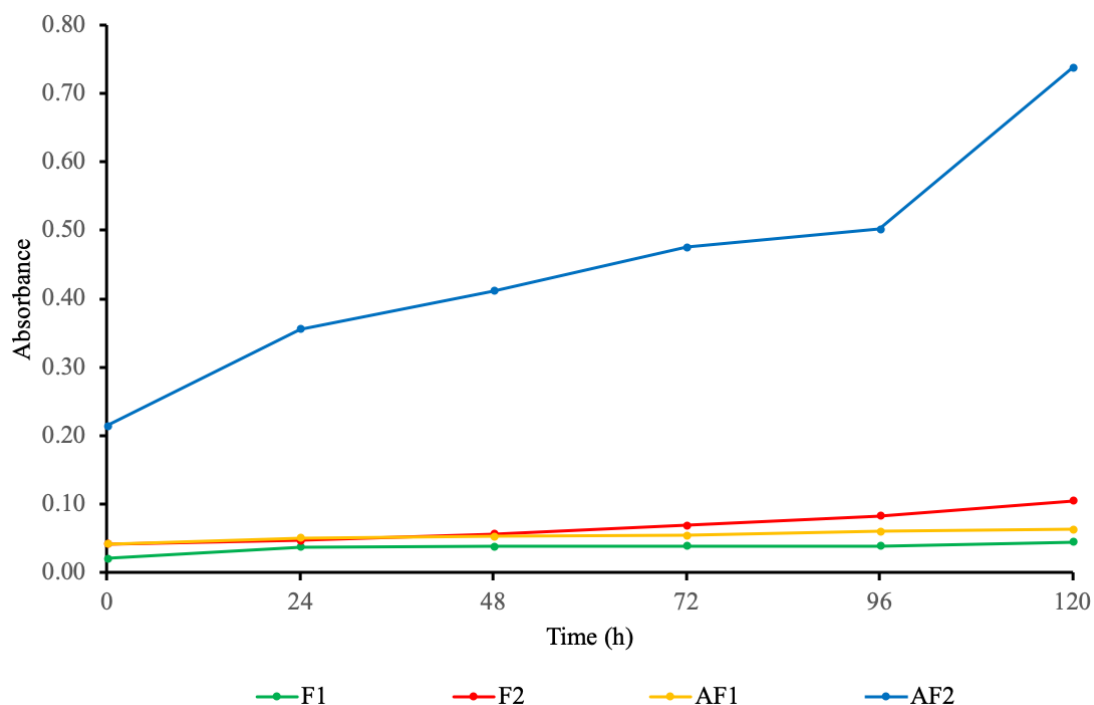


Fig. 1. Effect of storage on the turbidity of xiquexique flours suspensions.

The AF2 increased since the beginning, and its increase was much highest than the other flours. Then can be observed that samples with smaller granulometry (F1 and AF1) did not have influence in flours turbidity. However, in flours with bigger granulometry (F2 and AF2), the autoclaved sample was more cloudy than raw xiquexique flour, the same way occurred in flour and gel color (L^* values in Table 3 and 4). This probably happened due Maillard and caramelization reactions intensified by the water presence. In this way, the use of flour AF2 for products where transparency is not a relevant characteristic or in products with addition of the others colorful ingredients, like fruit juices, sauce, and soup can be a good choice.

3.3.2 Color of gels xiquexique flours

The color of gel from different concentrations of xiquexique flours are presented in Table 4.

Table 4

Gel color from different concentrations of xiquexique flours.

Gel Color (6%)	L*	a*	b*
F1	79.23 ^a ±0.46	-4.31 ^c ±0.37	21.51 ^{bc} ±0.90
F2	70.22 ^b ±0.41	-0.23 ^a ±0.34	29.47 ^a ±1.34
AF1	64.33 ^c ±0.91	0.32 ^a ±0.22	23.68 ^b ±0.21
AF2	64.84 ^c ±0.27	-2.78 ^b ±0.46	19.76 ^c ±0.62
Gel Color (12%)	L*	a*	b*
F1	77.69 ^a ±0.01	-4.55 ^c ±0.03	25.97 ^b ±0.31
F2	59.79 ^c ±0.01	0.37 ^a ±0.02	29.41 ^a ±0.02
AF1	65.11 ^b ±0.83	0.96 ^a ±0.12	21.45 ^d ±0.59
AF2	58.77 ^c ±1.03	-2.57 ^b ±0.47	24.18 ^c ±0.57

F1 - Control xiquexique flour (100 mesh); F2 - Control xiquexique flour (28 mesh);

AF1- Autoclaved xiquexique flour (100 mesh); AF2 - Autoclaved xiquexique flour (28 mesh).

^{a-d}Media ± standard deviation with different letters on the same line differed by Tukey's test (p <0.05), between all treatments with the same concentration of flour in the gel.

*Differed between pairs by Student t-test, between the same type of treatment with different concentrations of flour in the gel.

Independently of the concentration of flour used (6 or 12%), in general way, was observed that after the autoclaving process the gels of AF1 and AF2 were less clear (p < 0.05) when compared to their respective gels without autoclaving (F1 and F2), probably due to the non-enzymatic browning process, specifically Maillard reactions and caramelization, which culminates in the formation of substances with brown colorings, as melanoidins. In addition, the heat treatment may have contributed to the oxidation process of chlorophyll in feofine, collaborating with better perception of brownish staining compared to green. Flours with lower particle size, may be due to their richness in starch and sugars, tended to become less green after autoclaving, because of aforementioned reactions, when compared to the larger granulometry, richer in insoluble fibers. These color transformations were confirmed by the observation of color b *, with shades tending to yellow.

3.4. Xiquexique flour rheological behavior

3.4.1 Pasting properties

The pasting properties is shown in Fig.1 and Table 5. The gelatinization properties of a food refer to the changes that occur in the food as a result of application of heat in the presence of water. These changes affect texture, digestibility, and the use of this matrix in the food industry.

In general, when starchy foods are heated in an aqueous environment, they undergo a series of changes known as gelatinization and pasting. These are two of the main properties that influence quality and aesthetic considerations in the food industry, their affect texture and digestibility as well as the end use of starchy foods. Pasting temperature gives an indication of the gelatinization time during processing. Pasting temperature has been reported to relate to water binding capacity, besides pasting temperature also gives an indication of the minimum temperature for cooking a given sample (Alamu, Dixon, & Dixon, 2017). F1 (6%), F1 (12%), AF1 (12%), whose pasting temperature were 84.72, 81.90 and 82.32 °C, respectively. These values are considered usual and comparable to the cereal starch temperature, which present values ranging from 64.1 to 88.6 °C for rice waxy and wheat starch, respectively (Breuninger, Piyachomkwa, & Sriroth, 2009). The pasting temperature values are related to the molecular structure and proportion of amylose and amylopectin, which are associated with degree of crystallinity, which influence the resistance to gelatinization (Singh et al., 2003). Higher values of this parameter may to influence in susceptibility of starch by digestive enzymes.

The pasting temperature ranged from 50.13 °C to 84.72 °C, these variations were due, possibly from differences in composition, especially due to the starch and dietary fiber content of the samples, as well as by the autoclaving heat treatment.

The flour with higher gelatinization temperature is more indicate for products prepared with boiling or baking prepared like noodles, cake, bread and other, while the others samples, whose pasting temperature were lower values, have potential for addition on instant food liquid products like soup and filling.

Concerning peak, trough and final viscosity the values ranged from 8.56 to 361.58; 8.47 to 265.04 and 12.31 to 383.83 respectively. The evolution of the viscosity of the flours can be observed with greater clarity in Fig. 2.

Table 5

Pasting properties of xiquexique flours.

Flour (6%)	Pasting temperature (°C)	Peak viscosity (RVU)	Trough viscosity (RVU)	Breakdown (RVU)	Final viscosity (RVU)	Setback (RVU)
F1	84.72 ^{a*} ±0.03	39.92 ^a ±0.51	26.62 ^a ±0.46	13.29 ^a ±0.17	34.25 ^a ±0.54	7.62 ^a ±0.13
F2	65.97 ^{b*} ±2.56	21.33 ^b ±2.82	20.64 ^b ±2.86	0.69 ^c ±0.10	30.95 ^b ±0.38	8.11 ^a ±1.05
AF1	59.11 ^c ±0.28	15.94 ^c ±0.68	13.14 ^c ±0.51	2.80 ^b ±0.25	17.03 ^c ±0.64	3.89 ^b ±0.13
AF2	53.65 ^d ±0.01	8.56 ^d ±0.24	8.47 ^d ±0.24	0.08 ^d ±0.01	12.31 ^d ±0.34	3.84 ^b ±0.14
Flour (12%)	Pasting temperature (°C)	Peak viscosity (RVU)	Trough viscosity (RVU)	Breakdown (RVU)	Final viscosity (RVU)	Setback (RVU)
F1	81.90 ^a ±0.26	306.00 ^{b*} ±1.34	115.91 ^{c*} ±0.97	190.08 ^{a*} ±2.31	178.16 ^{c*} ±1.96	62.25 ^{c*} ±1.00
F2	50.13 ^c ±0.03	361.58 ^{a*} ±2.66	265.04 ^{a*} ±1.21	110.25 ^{b*} ±1.67	383.83 ^{a*} ±1.34	115.46 ^{a*} ±0.79
AF1	82.32 ^{a*} ±0.03	169.22 ^{d*} ±0.50	78.00 ^{d*} ±1.01	91.22 ^{c*} ±0.67	110.45 ^{d*} ±0.39	32.81 ^{d*} ±0.63
AF2	61.48 ^{b*} ±0.43	255.75 ^{c*} ±2.50	255.83 ^{b*} ±2.75	0.28 ^{d*} ±0.09	374.83 ^{b*} ±1.09	108.71 ^{b*} ±1.46

F1 - Control xiquexique flour (100 mesh); F2 - Control xiquexique flour (28 mesh);

AF1 - Autoclaved xiquexique flour (100 mesh); AF2 - Autoclaved xiquexique flour (28 mesh).

^{a-d}Media ± standard deviation with different letters on the same column differed by Tukey's test (p < 0.05), between all treatments with the same concentration of flour in the gel.

*Differed between pairs by Student t-test, between the same type of treatment and different concentrations.

The samples of more concentrated flours (12%) had higher viscosity profile when compared to samples with 6% of the flours (Figure 2). After thermal treatment, there was reduction of the peak and trough viscosities, regardless of the flour concentration. As for the granulometry, it was verified that at 6% concentrations, the flours with lower particle size (F1 and AF1) had higher values for these viscosity parameters when compared to the flours with the highest granulometry (F2 and AF2), however, the flour in the 12% concentration was the opposite. Flours with the highest granulometry (F2 and AF2) obtained higher values than those with the lowest granulometry (F1 and AF1).

Pasting behavior parameters can be easily correlated with the texture profile and quality of the product like peak viscosity is the indicative for water binding capacity of starch, higher breakdown values is an indicator of higher palatability of the product (Bashir & Aggarwal, 2016).

The breakdown is associated with the disruption of starch at the higher temperature and mechanical shearing during the measurement (Ahmed & Thomas, 2018). The more concentrated samples (12%) showed a higher susceptible to break than in the less concentrated samples (6%). According to Mason (2009), higher concentrations of starch can promote a friction between granules increases, become more susceptible to rupture by shear. Also, the break tended to occur with more intensity ($p < 0.05$) in the gels of the smaller granulometry flours (F1 and AF1) than the gels with bigger granulometry flours (F2 and AF2) at both concentrations. Breakdown value measures the degree of the disintegration of swollen granules. The decrease in the breakdown values indicate that their samples are more resistant to shear thinning during cooking (Bashir, Swer, Prakash, & Aggarwal, 2017).

The setback viscosity measures the retrogradation behavior of starch gels. Setback in less concentrate flours (6%) did not have significant difference ($p \geq 0.05$) between different particle sizes, and raw xiquexique flours gels was higher trend to retrograde than autoclaved xiquexique flours gels. Whilst more concentrate flours (12%) all samples differed from each other, the higher tendency to retrogradation was F2 and lowest AF1. This values indicated a lower retrogradation affinity, and syneresis for autoclaved samples. High setback is also associated with syneresis, or weeping, and this indicates that the autoclaved flours will exhibit a lowest tendency to undergo retrogradation during freeze/thaw cycles than raw flours.

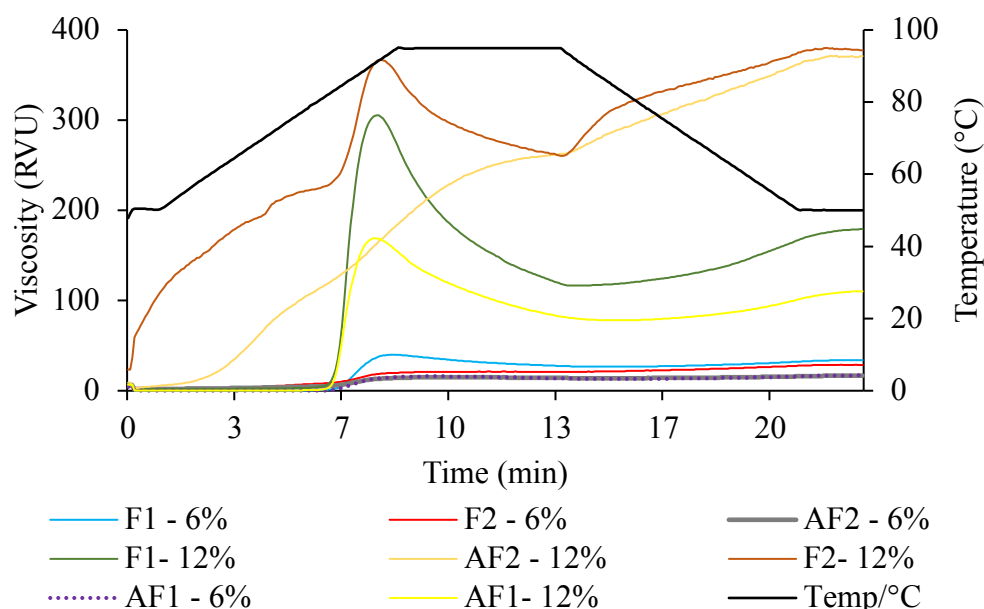


Fig. 2. Pasting curves of xiquexique flours using rapid viscoanalyser.

When observed all parameters, can be perceive that in flours less concentrate all of them behaved in a similar way, where F1 was higher values while AF2 was lowest values, except from Setback that besides presented the same behavior did not have difference statistically between the particle size, this denote that the particle size has no influence on the retrogradation at this concentration. However in more concentrate flours the gelatinization temperature was higher in the thin flours (F1 and AF1) and inversely proportional to the other parameters, where the flours with higher gelatinization temperature had Peak, trough, final viscosity and setbacks lowest, the breakdown it seems no relation to the gelatinization temperature, but to a possible influence of both the granulometry and the heat treatment, where the crude flour with smaller particle size obtained the highest breaking value, and decreased while the flour particle increased in size and suffer autoclaving. The formation of protein-starch and lipid-starch complexes might also be having some effect on the apparent viscosity, principally during cooling.

3.4.2 Gel texture properties

The textural properties of gels from xiquexique flours determined using the texture analyzer are shown in Table 6. The hardness ranged 21.23 to 299.50 g, in which F1-12% presented higher hardness and F2-6% lower value for this parameter ($p < 0.05$), this values were correlated with the starch content and degree of granule swelling. According to Takahashi, Maningat and Seib (1989), the gel hardness depends on the

binding force, so that short and smaller junction areas form weaker gels, and longer and larger junction areas produce firmer gels, resistant to pressure and temperature.

Concerning less concentrate gels (6%) it can be observed, which the hardness F1 and AF1 was highest than F2 and AF2. In cohesiveness thermic treatment did not have effect ($p > 0.05$), however flours with higher granulometry was more cohesive, this indicate that granulometry influence. Regarding gumminess, the 6% gels were showed the same tendency as the hardness parameter, with the F1 and AF1 was higher than F2 and AF2, however in bigger particle size flour gels the heat did no influence in gumminess. About springiness all values were close to zero, and only F1 was significantly lower than others.

Still in relation the 6% gels, The F1 and AF1 was higher chewiness values than F2 and AF2, where their last ones did not present statistical difference. The adhesiveness reached negatives values of F1 and AF1 and positives values of F2 and AF2, where AF2 was highest and F1 was lowest, presenting influence according to particle size.

When evaluated textural behavior in more concentrate gels (12%) was observed that theirs were harder and had a higher gummy, which may have contributed to the increase in the required strength for their mastigability ($p < 0.05$). In contrast, gels with lower concentrations of flour (6%) were more elastic and with greater adhesiveness ($p < 0.05$). In general, it was verified that after the heat treatment the gels tended to become less hard, with less gumminess and therefore with less chewiness, except AF2 with 6% for the first two parameters studied, behavior probably influenced by the process of gelatinization of the starch and slowing of the fibers present in the samples.

Cohesiveness was the only texture parameter that was not influenced ($p \geq 0.05$) of the concentration of flour in the gel, nor of the heat treatment.

Comparing both concentrations (6 and 12%), the gels from the highest flour concentration (12%) were harder and presented higher gumminess, which may have contributed to higher chewiness ($p < 0.05$). In contrast, gels with lower concentrations of flour (6%) were more elastic and with greater adhesiveness ($p < 0.05$). In general, it was verified that after the heat treatment the gels tended to become less hard, with less gumminess and therefore less chewiness, except AF2-6% for the hardness and cohesiveness, behavior probably influenced by the swelling starch and mitigating fibers present in the samples induced by heating during process of gelatinization. This influence can see as directly proportional to the particle size and amount of flour starch, and inversely to the fiber content, since the flour with smaller particle size (F1, AF1) in both

concentrations (6 and 12%), of starch (65.24 and 61.31%), and lower fiber content (18.42 and 16.59%) resulted in harder, gummy and resilient gels.

Table 6
Textural properties of gels from xiquexique flours.

Flour (6%)	Hardness (g)	Cohesiveness	Gumminess	Springiness	Chewiness	Adhesiveness (g.s.)
F1	59.67 ^a ±1.85	0.61 ^b ±0.02	36.64 ^a ±2.03	0.81 ^b *±0.01	29.70 ^a ±1.74	-37.08 ^d *±1.55
F2	21.23 ^d ±1.25	0.78 ^a ±0.02	16.51 ^c ±0.96	0.93 ^a *±0.07	15.38 ^c ±0.89	2.78 ^b *±1.61
AF1	37.65 ^b ±1.85	0.64 ^b *±0.03	26.07 ^b ±2.25	0.85 ^a * ^b ±0.01	21.10 ^b ±0.72	-23.79 ^c *±1.01
AF2	25.53 ^c ±0.29	0.79 ^a *±0.02	19.52 ^c ±1.24	0.85 ^a * ^b ±0.01	16.56 ^c ±0.94	10.23 ^a *±0.57
Flour (12%)	Hardness (g)	Cohesiveness	Gumminess	Springiness	Chewiness	Adhesiveness (g.s.)
F1	299.50 ^a *±1.20	0.61 ^b ±0.01	168.87 ^a *±2.07	0.79 ^b ±0.01	133.59 ^a *±2.49	-225.17 ^c ±2.55
F2	215.55 ^c *±2.25	0.74 ^a ±0.06	149.89 ^b *±2.25	0.80 ^b ±0.01	119.74 ^c *±0.53	-180.05 ^a ±0.85
AF1	262.55 ^b *±2.45	0.58 ^b ±0.01	151.83 ^b *±0.76	0.82 ^a ±0.01	124.88 ^b *±0.53	-197.75 ^b ±2.65
AF2	196.50 ^d *±2.40	0.67 ^{ab} ±0.01	129.79 ^c *±1.78	0.82 ^a ±0.01	106.18 ^d *±1.98	-221.75 ^c ±1.95

F1 - Control xiquexique flour (100 mesh); F2 - Control xiquexique flour (28 mesh);

AF1 - Autoclaved xiquexique flour (100 mesh); AF2 - Autoclaved xiquexique flour (28 mesh).

^{a-d}Media ± standard deviation with different letters on the same column differed by Tukey's test (p <0.05), between all treatments with the same concentration of flour in the gel.

*Differed between pairs by Student t test, between the same type of treatment and different concentrations.

These results point to viscoelastic behavior, been favorable to viscosity properties of xiquexique flours, shown signifying potential applicability in several food systems, can be used as a thickener or gelling agent, as well as an ingredient in many food products, since fluid foods (soup, filling and sauce), until solid foods (bread, biscuit, cake and noodles).

3.5 Principal component analysis

The variables subjected to principal component analysis (PCA) are listed in Table 7 and the results of the analysis are shown in Figs. 3 and 4. The PCA plots provide an overview of the similarities and differences between the flours of different treatments, and of the interrelationships between the measured properties. The distance between the locations of any two flours on the score plot is directly proportional to the degree of difference or similarity between them (Fig. 3). The first and the second principal components (PCs) described 55.59% and 36.03% of the variance, respectively. Together, the first two PCs represent 91.62% of the total variability. PCA showed that F1 and AF1 flours were located at the far left of the score plot with large negative scores, while the F2 and AF2 flours had large positive scores in the first principal component (PC1).

The loading plot of the two PCs provided information about correlations between measured physical, physicochemical and rheological behavior (Fig. 4). The properties whose curves are close to each other on the plot are positively correlated while those whose curves run in opposite directions are negatively correlated. Positive correlations of Ash and Aw with Gu6 Sp6 PT°6 and negative correlations of FT with pH and PTN can be observed in the PCA loading plot (Fig. 3). PCA was also used to visualize the variation in the properties among flours from different treatments. The Figure 3 provides an overview of the similarities and differences between the flours, and the interrelationships between the measured properties. The distance between the locations of any two flours on the plot is directly proportional to the degree of difference or similarity between them.

In this respect, all samples were distinct. Raw smaller size particle flour (F1 and AF1) were located at the left of the score plot, while bigger size particle flours (F2 and AF2) were located at right score plot. It can be seen from Figure 3 that the starch element is positively correlated with Co12 and FV6 which means that samples of xiquexique flour with high starch concentration tend to have high Co12 and FV6, at the same time can be seen that these variables are negatively correlated with the variables fibers, Se12, Co6 and protein.

Table 7
Variables examined with PCA.

Cod	Variable	Cod	Variable
M	Moisture	PT°6	Pasting temperature 6%
Ash	Ash	PV6	Peak viscosity 6%
P	Protein	TV6	Though viscosity 6%
LIP	Lipidios	Br6	Breakdown 6%
TF	Total Fiber	FV6	Final viscosity 6%
AC	Acidity	Se6	Setback 6%
pH	pH	H12	Hardness 12%
S	Starch	Co12	Cohesivness 12%
Wa	Water Activitie	Gu12	Gumminess 12%
L	Cor L*	Sp12	Springiness 12%
a	Cor a*	Ch12	Chewiness 12%
b	Cor b*	Ad12	Adhesiveness 12%
H6	Hardness 6%	PT°12	Pasting temperature 12%
Co6	Cohesivness 6%	PV12	Peak viscosity 12%
Gu6	Gumminess 6%	TV12	Though viscosity 12%
Sp6	Springiness 6%	Br12	Breakdown 12%
Ch6	Chewiness 6%	FV12	Final viscosity 12%
Ad6	Adhesiveness 6%	Se12	Setback 12%

The first component is positively associated with acidity, the color variable a*, fibers, PTN and the texture variables Co, Ch and Ad (6%), while the second component is negatively associated with ash, Aw and starch. It is interesting to note that the amount of starch relates in an opposite manner to the total fibers, the greater the amount of starch less than that of fibers. In general, the raw xiquexique flours (F1 and F2) were positively related to the texture and viscosity variables while the autoclaved xiquexique flours (AF1 and AF2) were negatively related except A2 for factor a* and acidity. Nevertheless, further research is required to better investigate the relationship between heat and granulometry.

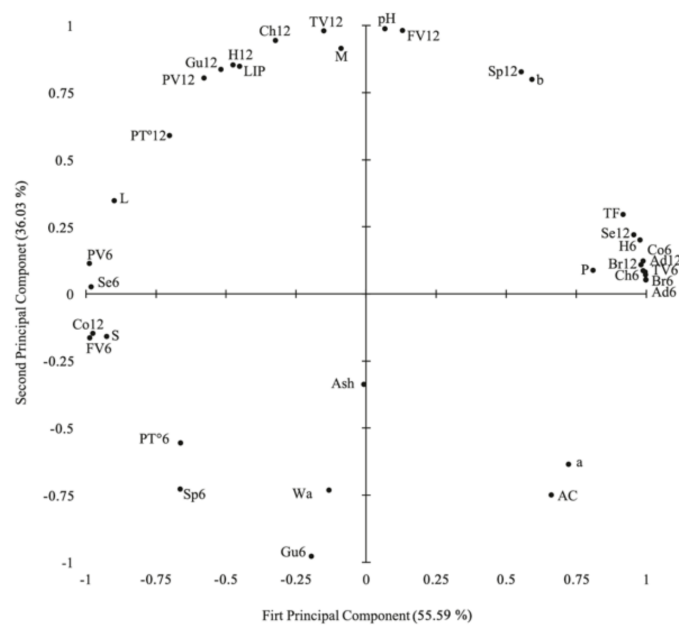


Fig. 3. Principal component analysis: loading plot of PC1 and PC2 describing the variation among the different properties of xiquexique flours.

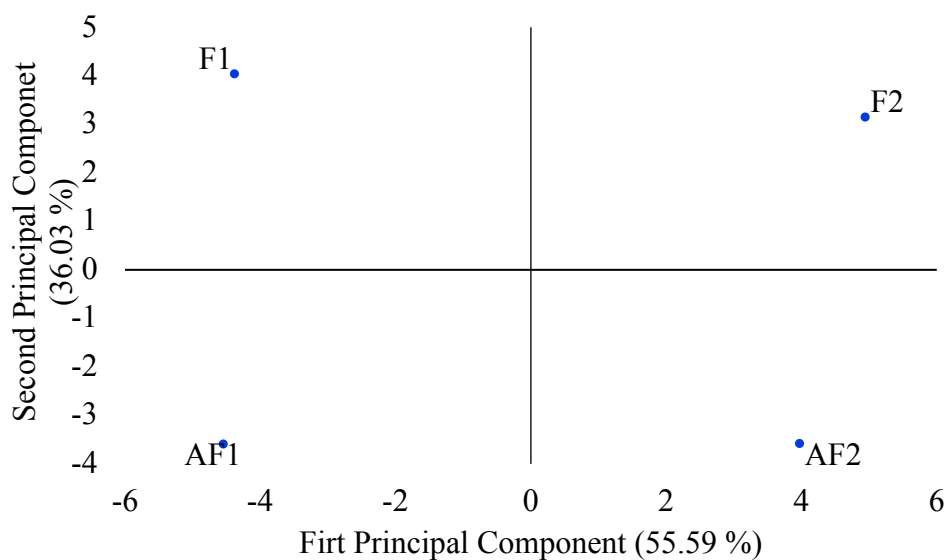


Fig. 4. Principal component analysis: score plot of first principal component (PC1) and second principal component (PC2) describing the overall variation among Xiquexique flours.

4. Conclusions

Results of this study have revealed that xiquexique flour is a rich source of nutrients, carbohydrates, especially dietary fiber, and minerals, more specifically, calcium, iron, potassium, magnesium and manganese, could be implemented as excellent

supplement and as an ingredient in developing of novel functional foods. The flour also has high content of starch, an advantage for viscosity and gelatinization. In terms of functional properties, favorable characteristics of rheological behavior of xiquexique flour favors that it an excellent entity which could be used as a technological agent in various food products. Thus, F1 and AF1 can be used as a thickening or gelling agent, from fluid foods (soup, jellies, yogurts, puddings, fillings and sauces) to solid foods (bread, biscuit, cake and pasta). While, F2 and AF2 would be ideal for whole products such as breads and cookies, crispy products such as cereal bars and snacks. Despite the xiquexique are rich of important nutrients besides to present technology potential, unfortunately, xiquexique is still not well known around the globe. This widespread and under-utilized crop has economic advantages and nutritional qualities in relation to others flours. From this current study, have proposed that xiquexique crop promotion and commercialization worldwide may prove an invaluable alternative non-conventional food.

References

- Ahmed, J., & Thomas, L. (2018). Effect of xanthan and guar gum on the pasting, stickiness and extensional properties of brown wheat flour/b-glucan composite doughs, *LWT - Food Science and Technology*, 87, 443-449.
- Alamu, E. O., Dixon, B. M., & Dixon, A. G. (2017). Evaluation of proximate composition and pasting properties of high quality cassava flour (HQCF) from cassava genotypes (*Manihot esculenta* Crantz) of b-carotene-enriched roots, *LWT - Food Science and Technology*, 86, 501-506.
- Al-Farga, A., Zhang, H., & Azhari, S. (2014). In vitro antioxidant activity and total phenolic and flavonoid contents of alhydwān (*Boerhavia elegans* Choisy) seeds. *Journal of Food and Nutrition Research*, 2(5), 215–220.
- Al-Farga, A., Zhang, H., Siddeeg, A., Shamoona, M., Chamba, M. V. M., & Al-Hajj, N. (2016). Proximate composition, functional properties, amino acid, mineral and vitamin contents of a novel food: Alhydwān (*Boerhavia elegans* Choisy) seed flour. *Food Chemistry*, 211, 268-273.
- Almeida, C. A., Figueirêdo, R. M. F., Queiroz, A. J. M., & Oliveira, F. M. N. (2007). Características físicas e químicas da polpa de xiquexique. *Revista Ciência Agronômica*, 38(4), 440-443.
- Amirdivani, S., Khorshidian, N., Fidelis, M., Granato, D., Koushki, M. R., Mohammadi, M., Khoshtinat, K., & Mortazavian, A. M. (2018). Effects of transglutaminase on health properties of food products. *Current Opinion in Food Science*, 22:74–80.
- AOAC. (2016). Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists International. 20th ed.. Gaithersburg: AOAC International.
- Astello-García, M. G., Cervantes, I., Nair, V., Santos-Díaz, M. S., & Reyes-Aguero, A. (2015). Chemical composition and phenolic compounds profile of cladodes from *Opuntia* spp. cultivars with different domestication gradient. *Journal of Food Composition and Analysis*, 43, 119–130.
- Awolu, O. O., Oluwaferanmi, P. M., Fafowora, O. I., & Oseyemi, G. F., (2015). Optimization of the extrusion process for the production of ready-to-eat snack from rice, cassava and kersting's ground nut composite flour. *LWT- Food Science and Technology*, 64,18–24.
- Awolu, O. O., Osemeke, R. O., & Ifesan, B. O. T., (2016a). Antioxidant, functional and rheological properties of optimized composite flour, consisting wheat and amaranth seed, brewers' spent grain and apple pomace. *Journal of Food Science and Technology*, 53(2), 1151–1163.
- Awolu, O. O., Omoba, O. S., Olawoye, O.A., & Dairo, M., (2016b). Optimization of production and quality evaluation of maize-based snack supplemented with soybean and tigernut (*Cyperus esculenta*) flour. *Food Science Nutrition*, 5(1),3–13.

- Ayuk, J., & Gittoes, N. J. L. (2014). Contemporary view of the clinical relevance of magnesium homeostasis. *Annals of Clinical Biochemistry*, 51(2) 179–188.
- Bamigbola, Y. A., Awolu, O. O., & Oluwalana, I. B., (2016). The effect of plantain and tigernut flours substitution on the antioxidant, physicochemical and pasting properties of wheat-based composite flour. *Cogent Food Agriculture*, 2(1)1245.
- Barbaa, F., Munekata, P. S., Lorenzo, J. M., & Cill, A. (2018). Health Effects of Food Storage, *Elsevier*.
- Bashir, K., & Aggarwal, M. (2016). Effects of gamma irradiation on the physicochemical, thermal and functional properties of chickpea flour. *LWT - Food Science and Technology*, 69, 614-622.
- Bashir, K., Swer, T. L., Prakash, K. S., & Aggarwal, M. (2017). Physico-chemical and functional properties of gamma irradiated whole wheat flour and starch. *LWT-Food Science and Technology*, 76, 131-139.
- Bezerril, F. F. (2017). Caracterização nutricional do xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) e sua utilização no processamento de geleia. 66p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- Bourne, M. C. (1968). Texture profile of ripening pears. *Journal of Food Science*, 33, 223–226.
- Brewer, G. J. (2010). Copper toxicity in the general population. *Clin. Neurophysiol.* 121, 459–460.
- Breuninger, W. F., Piyachomkwa, K., & Sriroth, K. Tapioca/cassava starch: production and use. In: *Starch: Chemistry and Technology*, 3 ed. Elsevier: London, 2009. 541-564.
- Brum, J., Ramsey, D., McRorie, J., Bauer, B., & Kopecky, S. L. (2018). Meta-analysis of Usefulness of Psyllium Fiber as Adjuvant Anti-lipid Therapy to Enhance Cholesterol Lowering Efficacy of Statins, *The American Journal of Cardiology*, doi 10.1016/j.amjcard.2018.06.040
- Burgner, E. & Feinberg, M. (1992). Determination of mono and disaccharides in foods by interlaboratory study: quantitation of bias components for liquid chromatography. *AOAC*, 75, 443-464.
- Campuzano, A., Rosell, C. M., & Cornejo, F. (2018). Physicochemical and nutritional characteristics of banana flour during ripening. *Food Chemistry*, 256, 11–17.
- Cheng, Y. F., & Bhat, R. (2016). Functional, physicochemical and sensory properties of novel cookies produced by utilizing underutilized jering (*Pithecellobium jiringa* Jack.) legume flour, *Food Bioscience*, 14, 54–61.
- Collar, C., & Armero, E. (2018). Impact of heat moisture treatment and hydration level on physicochemical and viscoelastic properties of doughs from wheatbarley composite flours. *European Food Research Technology*, 244, 355-366.

Commission des Communautés Européennes. (1999). Dosage de l'amidon. Méthode polarimétrique. Directive 1999/79/CE du juillet, *Journal Officiel des Communautés Européennes*, Bruxelles, 209, 23-27.

Danneskiold-Samsøe, N. B., Freitas, H. D. Q. B., Santos, R., Bicas, J. L., Cazarin, C. B. B., Madsen, L., Kristiansen, K., Pastore, G. M., Brix, S., & Junior, M. R. M. (2018). Interplay between food and gut microbiota in health and disease. *Food Research International*, doi: 10.1016/j.foodres.2018.07.043

Davison, K. M., & Temple, N. J. (2018). Cereal Fiber, Fruit Fiber, and Type 2 Diabetes: Explaining the Paradox, *Journal of Diabetes and Its Complications*, doi: 10.1016/j.jdiacomp.2017.11.002

Dias, G. E. N., Gorgonio, I.F., Ramalho, J.A., Oliveira, K.M., Guedes, E.J.R.C.E., Leite, F.C., Alves, M.F., Maciel, J.K.S., Souza, M.F.V., Lima, C.M.B.L., & Diniz M.F.F.M. (2015). Acute Oral Toxicity and Anti-inflammatory Activity of Ethanolic Extract from *Pilosocereus gounellei* (Fac Weber) in Rats. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 7(5), 1-6.

Drakos, A., Kyriakakis, G., Evageliou, V., Protonotariou, S., Mandala, I., & Ritzoulis, C. (2017). Influence of jet milling and particle size on the composition, physicochemical and mechanical properties of barley and rye flours. *Food Chemistry*, 215, 326–332.

Du, S. K., Jiang, H., Yu, X., & Jane, J. L. (2013). Physicochemical and functional properties of whole legume flour. *LWT - Food Science and Technology*, 18, 1-6.

Elinge, C. M., Muhammad, A., Atiku, F. A., Itodo, A. U., Peni, I. J., Sanni, O. M., & Mbongo, A.N. (2012). Proximate, mineral and anti-nutrient composition of pumpkin (*Cucurbitapepo L*) seeds extract. *International Journal of Plant Research*, 2(5), 146–150.

FAO. (2017). The state of food security and nutrition in the world. <http://www.fao.org/3/a-I7695e.htm> Accessed 20.04.18.

FAO. (2013a). Dimensions of need e Staple food: What do people eat?. <http://www.fao.org/docrep/u8480e/u8480e07.htm> Accessed 24.02.18.

FAO. (2013b). What is agrobiodiversity?. <http://www.fao.org/docrep/007/y5609e/y5609e02.htm> Accessed 22.02.18.

Felisberto, M. H. F., Beraldo, A. L., & Clerici, M. T. P. S., (2017). Young bamboo culm flour of *Dendrocalamus asper*: Technological properties for food applications. *LWT - Food Science and Technology*, 76: 230-235.

Friedman, H. H., Whitney, J. E., & Szczesniak, A. S. (1968). The texturometer – a new instrument for objective texture measurement. *Journal of Food Science*, 28, 390–396.

Gharibzahedi, S. M. T., & Jafari, S. M. (2017). The importance of minerals in human nutrition: Bioavailability, food fortification, processing effects and nanoencapsulation. *Trends in Food Science & Technology*, 62, 119–132.

Goesaert, H., Brijs, K., Veraverbeke, W. S., Courtin, C. M., Gebruers, K., & Delcour, J. A. (2005). Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. *Trends in Food Science & Technology*, 16, 12–30.

Hernández-Hernández, T., Hernández, H.M., De-Nova, J.A., Puente, R., Eguiarte, L.E., & Magallón, S., (2011). Phylogenetic relationships and evolution of growth form in Cactaceae (Caryophyllales, Eudicotyledoneae). *American Journal Botany*. 98, 44–61. doi: 10.3732/ajb.1000129.

Karam, M. C., Petit, J., Zimmer, D., Djantou, E. B., & Scher, J. (2016). Effects of drying and grinding in production of fruit and vegetable powders: A review, *Journal of Food Engineering*, 188, 32-49.

Kaur, B., & Henry, J., (2014). Micronutrient status in type 2 diabetes: a review. *Advances in Food and Nutrition Research*, 71, 55–100.

Lucena, C.M., Lucena, R.F., Costa, G.M., Carvalho, T.K., Costa, G.G., Alves, R.R., Pereira, D.D., Ribeiro, J.E., Alves, C.A., Quirino, Z.G., & Nunes, E.N., 2013. Use and knowledge of Cactaceae in Northeastern Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 9, 1-11. Doi: 10.1186/1746-4269-9-62

Maciel, J. K. S., Chaves, O. S., Filho, S. G. B., Teles, Y. C. F., Fernandes, M. G., Assis, T S., Fernandes, P. D., Andrade, A. P., Felix, L. P., Silva, T. M. S., Ramos, N. S. M., Silva, G. R., & Souza, M. F. V. (2016). New Alcamide and Anti-oxidant Activity of *Pilosocereus gounellei* A. Weber ex K. Schum. Bly. ex Rowl. (Cactaceae). *Molecules*, 21(0011), 1-13.

Mason, W. R. Starch use in foods. *Starch: Chemistry and Technology*, 3 ed. Elsevier: London, 2009. 745-795.

Medina-Torres, L., Brito-De La Fuente, E., Torrestiana-Sanchez, B., & Katthain, R. (2000). Rheological properties of the mucilage gum (*Opuntia ficus indica*). *Food Hydrocolloids*, 14, 417–424.

Monteiro, E.R., Mangolin, C.A., Neves, A.F., Orasmo, G.R., Silva, J.G.M., & Machado, M.F.P.S. (2015). Genetic diversity and structure of populations in *Pilosocereus gounellei* (F.A.C.Weber ex K.Schum.) (Cactaceae) in the Caatinga biome as revealed by heterologous microsatellite primers. *Biochemical Systematics and Ecology*. 58, 7-12.

Mukherjee, M. S., Sharma, M. G. M., Devgan, C. A., & Jatana, B. S. K. (2018). Iron deficiency anemia in children with cyanotic congenital heart disease and effect on cyanotic spells, *Medical Journal Armed Forces India*, 74 (3), 235-240.

Oliveira, A. M., Freire, M. O. L., Silva, W. A. V., Ferreira, M. R. A., Paiva, P. M. G., Soares, L. A. L., Medeiros, P. L., Carvalho, B. M., & Napoleão, T. H. (2018). Saline extract of *Pilosocereus gounellei* stem has antinocceptive effect in mice without showing acute toxicity and altering motor coordination, *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 95, 289–297.

Padovani, R.M., Amaya-Farfán, J., & Colugnati, F. A. B. (2006). Dietary reference intakes: Aplicabilidade das tabelas em estudos nutricionais. *Revista de Nutrição*, 19(6), 741–760.

Patel, S. (2018). Anti-Obesity and Anti-Diabetes Foods: High Fibre Diets, San Diego State University, San Diego, CA, *Elsevier*, United States.

Perera, C., & Hoover, R. (1999). Influence of hydroxypropylation on retrogradation properties of native, defatted and heat-moisture treated potato starches, *Food Chemistry*, 64, 361-375.

Sartori, A. G. O., Alencar, S. M., Bastos, D. H. M., Regitano d'Arce, M. A. B., & Skibsted, L. H. (2018). Effect of water activity on lipid oxidation and nonenzymatic browning in Brazil nut flour, *European Food Research and Technology*, 244, 1657–1663.

Singh, N., Singh, J., Kaur, L., Sodhi, N. S., & Gill, B. S. (2003). Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. *Food Chemistry*, 81, 219–231.

Song, Q., & Sergeev, I. N. (2012). Calcium and vitamin D in obesity. *Nutrition Research Review*, 25, 130–41.

Sousa, G. A., Oliveira, I. S., Viana, F. V. S. F., A. F. S.C., Neto, B.P.S., Cunha, F. V. M., Gonçalves, R. L. G., Filho, A. C. M. L., Amaral, M. P. M., Oliveira, R. C. M., Fernandes, P. D., Maciel, J. K. S., Silva, T. M. S., Souza, M. F. V., & Oliveira, F. A. (2018). Gastroprotective effect of ethanol extracts of cladodes and roots of *Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. Ex Rowl (Cactaceae) on experimental ulcer models. *Journal of Ethnopharmacology*, doi.org/10.1016/j.jep.2018.02.009

Sulaiman, S. F., Yusoff, N. A. M., Eldeen, I. M., Seow, E. M., Sajak, A. A. B., Supriatno, & Ooi, K. L. (2011). Correlation between total phenolic and mineral contents with antioxidant activity of eight Malaysian bananas (*Musa* sp). *Journal of Food Composition and Analysis*, 24, 1–10.

Takahashi, S., Maningat, C. C., & Seib, P. A. (1989). Acetylated and hidroxipropilated wheat starch: paste and gel properties compared with modified maize and tapioca starches. *Cereal Chemistry*, 66(6), 499-506.

US. Institute of Medicine, (2006). Dietary reference intakes: The essential guide to nutrient requirements. *The National Academy Press*. Washington, D.C.

Wang, H., Hong, T., Li, N., Zang, B., & Wu, X. (2018). Soluble dietary fiber improves energy homeostasis in obese mice by remodeling the gut microbiota, *Biochemical and Biophysical Research Communications*, DOI 10.1016/j.bbrc.2018.02.017

WHO. Healthy diet, *World Health Organization*, Geneva, 2015. Disponível em: <<http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>>. Acesso em: 12 julho 2018.

Xu, H., Ding, Y., Xin, X., Wang, W., & Zhang, D. (2018). Dietary fiber intake is associated with a reduced risk of ovarian cancer: A dose-response meta-analysis, *Nutritional Research*, doi:10.1016/j.nutres.2018.04.011

ARTIGO II

Study of potential functional, nutritional and sensory of the substitution of wheat flour by xiquexique flours in cookies

Abstract

The objective of this study was to investigate the potential from xiquexique flour for develop new cookies made with two size xiquexique flours, besides to evaluate nutritional content of xiquexique cookies developed, as well to evaluate their sensory characteristics, comparing with standard wheat flour cookies. Xiquexique cookies was evaluated for physical and physicochemical composition, and sensorial properties in a pursuit to identify an innovative bakery ingredient with high nutritional value and potential functional which could be exploited by food industry. Water activity and moisture values were low and indicates good stability during storage. The xiquexique cookies were greater than their controls content of ash (2.47-2.74%), protein (0.94-1.36%), fiber (4.41-8.10%), and resistant starch (3.65-2.10%). Were rich in minerals, mainly calcium, iron, potassium, magnesium and manganese, can be consumed by all consumers to help meet daily needs, even as people who have increased needs of this essential nutrients. Besides presented color characteristics of cookies, and hardness was higher while expansion index was smaller than control. Sensory analyses revealed that great and CATA results can be used for adjustment in cookies recipes and develop optimal cookies. In this way, the present exploration suggested the xiquexique as an excellent for cookie production.

Keywords: Cactaceae, Nutritional composition, Unconventional flour.

1. Introduction

Unconventional species have gained global attention to use in food industry because they are nutritive and particularly rich in bioactive compounds. Several studies have been observed their potential of development of the functional food products (Baumgartner et al., 2018; Kaur et al., 2017; Turfani et al., 2017). Kinupp and Lorenzi (2014) define unconventional food plants (UFP) as a food species that have one or more parts with food potential and no common use, including native and exotic plants, and cultivated and spontaneous ones.

Pilosocereus gounellei is a UFP, a cactus that develops in the Brazilian semiarid region, and multiplies regularly, covering extensive areas of the Caatinga, popularly known as xiquexique (Lucena et al., 2015). The cladodes, which are modified stems, are usually eaten peeled, fresh and cooked, as well as can be used in the production of cakes, sweets, biscuits and flours (Chaves and Barros, 2015; Lucena et al., 2013; Nascimento et al., 2012).

This UFP (*in-nature*, cooked or dry) can be an alternative crop with multiple uses and benefits, providing human beings with excellent nutritional characteristics, as they are rich in minerals, carbohydrates, fibers, besides low in fat and sugars (Almeida et al.,

2007). In addition, they contain have antioxidant capacity due the presence of phenolic compounds (Maciel et al., 2016), anti-inflammatory activity (Dias et al., 2015), and gastroprotective (Sousa et al., 2018). Thus, could be a common ingredient in breakfast cereals, fruit juices, bakery and meat products, sauces, shredded cheeses, cookies, pastas, snacks, frozen desserts, and many other food products.

Xiquexique central stems (cladode without peel and pulp) are suitable to produce flours, while pulps are more appropriate for the elaboration of products with high water content, like candies (Almeida et al., 2007). The key advantages of using xiquexique flour is its minerals, fibers and resistant starch content which may allow its direct use into various dry food items, and preparing bakery products and beverages.

New technologies and ingredients are introduced in the world for fulfilling the nutritional needs (Mustafa et al., 2016). Functional foods including whole foods and fortified, enriched, or enhanced foods or dietary components that may reduce the risk of chronic disease and provide health benefits beyond the basic nutrition. Screening novel fibers source, will be the next challenge to significantly impact gut microbiota-associated human diseases (Makki et al., 2018). Dietary fibers have preventive effects likely reflect the biological activity, which shows anticancerous, antibacterial, anti-inflammatory, anti-oxidative and anti-apoptotic effects (Zhu et al., 2015). Due to so many advantages, the addition of fiber source ingredients in food matrices like cookies is pertinent.

Cookies hold an important position in snack food industry due to their variety in taste, crispiness and digestibility, they offer a valuable vehicle of supplementation with nutrients because of their popularity, relatively low cost, varied taste, ease of availability, high nutrient density and long shelf-life (Sudha et al., 2007). They are made in a wide variety of styles by using an array of ingredients including chocolate, butter, pea-nut butter, nuts or dried fruit (Chappalwar et al., 2013), been wheat flour the principal component of virtually all biscuits/cookies, however, good quality product can be prepared using non-wheat (non- gluten) flours (Rao et al., 2018), like xiquexique. Therefore, understanding functions of ingredient and process variables would be a necessity for industrial production of soluble fiber fortified cookies to attain optimum product quality (Mudgil et al., 2017).

Until now, few studies have focused on physical, physical chemical, mineral and antioxidant potential composition of the xiquexique *in-nature* (Nascimento et al., 2011). However, to our knowledge, there is still no scientific data that reports the development and nutritional composition of xiquexique cookies. The purpose of the present study was

to observed the potential from xiquexique flour for develop new product cookies made with two size xiquexique flours, besides to evaluate physical and physico-chemical, minerals, dietary fiber, starch, and resistant starch content of xiquexique cookies developed, as well to evaluate their sensory characteristics, comparing with standard wheat flour cookies.

2. Materials and methods

2.1. Materials

Cladodes of *Pilosocereus gounellei* species were collected in Boa Vista (PB), Brazil, in November 2016. Botanical identification was made by Prof. Dr. Leonardo Felix Person (DF/CCA/UFPB), and a voucher specimen was deposited in the Prof. Jaime Coelho de Moraes - Center for Agricultural Sciences Herbarium, Federal University of Paraíba (CCA/UFPB) under code 17.562.

To obtain the xiquexique flours, the collected material (cladodes) was carefully sanitized with running water and sodium hypochlorite (100 ppm/ 15 min) to soil removal and decontamination. The central stem was stripped and removed the pulp and peel, then the central stems was cut into 1 cm slices and their pieces were autoclaving (121 ± 1 °C/20 min). Subsequently, samples were cooled down at room temperature, followed for drying in an air circulation oven (40 ± 1 °C) until it reached approximately 4% moisture. After drying the xiquexique was ground in a knife mill and screened with a 100 and 28 mesh sieve on a sieve shaker, resulting in two treatments, flours (F1 and F2) are showed in Fig. 1. The flours were packed in vacuum with sterile polyethylene bags, rolled in aluminum foil, containing approximately 100 g and frozen (-20 ± 1 °C) until the cookie processing. The other ingredients of the cookie (sugar, vanilla bean, eggs, chocolate, nuts, wheat flour, oats and butter) were obtained from local market, Campinas, SP, Brazil.

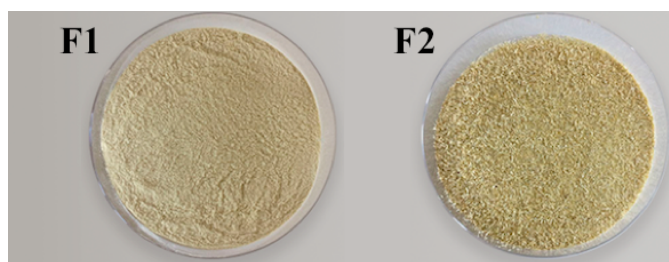


Fig. 1. Xiquexique flour tamized at 100 mesh-F1, xiquexique flour tamized at 28 mesh-F2.

2.2. Preparation of xiquexique cookies

Some recipes of conventional and whole cookies were tested, in order to choose the formulations used. The cookies ingredients and their proportions, are show in Table 1. Was produced 4 formulations (Fig. 2): Conventional control cookie (C1), conventional xiquexique cookie (C2), whole control cookie (C3) and whole xiquexique cookie (C4). From the control formulation, cookies were produced applying different levels of substitution of wheat flour by smaller size xiquexique flour (100 mesh) and bigger size xiquexique flour (28 mesh). The percentages of this substitution of wheat flour were 50%.

Table1
Cookies Formulations.

Ingredients (g)	C1	C2	C3	C4
Wheat flour	420	210	280	140
F1	-	210	-	-
F2	-	-	-	140
Butter	264	264	200	200
Sugar	180	180	180	180
Brown sugar	180	180	180	180
Egg	183	183	359	359
Chocolate	300	300	300	300
Walnuts	400	400	400	400
Vanilla	0.12	0.12	0.12	0.12
Salt	4	4	4	4
Yeast	8	8	8	8
Oat flakes	-	-	180	180

Conventional control cookie-C1, conventional xiquexique cookie-C2, whole control cookie-C3, whole xiquexique cookie-C4, xiquexique flour tamized at 100 mesh-F1, xiquexique flour tamized at 28 mesh-F2.

Cookie processing was performed using a methodology adapted from Kaur et al. (2017). The ingredients were weighed, the fluid ingredients were homogenized for 60 seconds in planetary mixer (Kitchen Aid®, model K5SS), medium speed, equipment level 4 (144 rpm), with racket type whisk. The sugars were added and mixed for 3 minutes at medium speed. Following, the remaining dry ingredients were added and homogenized for 1.5 minutes at low speed, level 2 (96 rpm) until complete homogenization.

The dough was laid under a table extended with a teflon roll to the thickness of 8 millimeters, by use of a guide. The mass was cut with a 3.5 mm aluminum mold. Cookies were placed in perforated metal tray and baked for 9 minutes in a Vipinho 0448 oven (Perfecta®, Curitiba, Paraná) preheated to 180 °C. The cookies were packed paper packages, covered with laminate bags, sealed under vacuum and stored at room temperature (25 °C) until analysis (1 day).

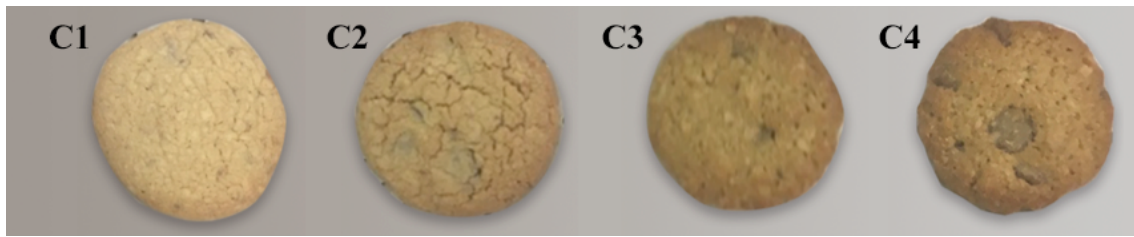


Fig. 2. Conventional control cookie-C1, conventional xiquexique cookie-C2, whole control cookie-C3, whole xiquexique cookie-C4.

2.3. *Physical and physicochemical analysis*

Physical and physicochemical analysis was conducted according to standard procedures (AOAC, 2016): Consisted of determining the Water activity (Wa), moisture, ash, lipids, protein, total dietary fiber (including soluble and insoluble fractions), starch and resistant starch. Wa at 25 °C was performed using Aqualab® apparatus (model C2-2 Water Activity System®, Washington-USA), in accordance with manufacturer's instructions. The soluble, insoluble, total fibers and resistant starch content was determined by enzymatic method. Moisture and total solids were determined by drying, the ash was quantified by carbonization followed by incineration in a muffle furnace, the lipids content was determined based on the Soxhlet method, protein was quantified using the Micro-Kjeldahl method. The determination of the starch content was performed by polarimetry (CCE, 1999).

2.4. *Color, texture and spread ratio*

The instrumental color was measured using a CR-400 colorimeter (Minolta Co. Osaka, Japan). The CIE Lab color scale ($L^*a^*b^*$) was used with a D65 illuminant (standard daylight) and 10° angle. The L^* , a^* and b^* parameters were determined by values reported for lightness L^* ($L^*= 100$ for white; $L^*= 0$ for black), chroma a^* (+ a^* for redness; - a^* for greenness) and hue b^* (+ b^* for yellow; - b^* for blueness) parameters of the CIELAB system were the mean of three measurements at three different locations of each cookie sample.

The texture was determined from Texture Analyzer (model TA-XT2i, Stable Micro systems, U.K) was used to measure hardness (as fracture force) of cookies via 3-point bending test using 3-point bending rig, trigger force of 25 g, and load cell of 50 kg. The textural studies were conducted at pretest speed of 1.5 mm/s, test speed of 2.0 mm/s, posttest speed of 10 mm/s, distance 10 mm and the distance between the two bottom supports was adjusted to 50 mm. The peak value of fracture force (maximum) was

recorded as hardness at a point when the cookies were broken into two major pieces (Chakraborty et al., 2009). This peak force (g) at breaking point represented the breaking strength of cookie. Mean values in triplicates were reported as fracture force.

The spread ratio was determined according to AACC (2010), from the ratio between the average length of 8 cookies aligned (diameter) and the average value of its height (thickness).

2.5. Minerals profile

The minerals profile was performed in an inductively coupled plasma atomic emission spectrometer (ICP OES 5100 VDV, Agilent Technologies®, Tokyo, Japan). The analysis conditions were: radiofrequency power (1.2 kW); plasma flow (12 L/min); auxiliary flow rate (1.0 L/min); nebulization flow (0.7 L/min); Plasma vision (axial to Fe, Mn, Se and Zn, radial to Ca, Mg, P, Na); Fe (259.553 nm); Mn (257.610 nm), Se (196.026 nm), Zn (206.2200 nm), Ca (317.933), Mg (279.553 nm), P (213.618 nm), Na (589.592 nm).

2.6. Sensory properties

The evaluation of the microbiological parameters to determine the security for consumption followed the methodology recommended by APHA (2001). The present project was submitted to the Research Ethics Committee of the UFPB/CCS and according to the approval under the number 2.440.581, the sensorial evaluation of the developed products was carried out after 1 days of their manufacture.

Sensory properties of cookies were evaluated by 123 consumers using acceptance tests (Meilgaard et al., 2007). The effects of hardness intensities on biting, crunching and sweetening regarding the ideal in overall acceptability were evaluated (Prescott and Kim, 2011), besides descriptive analysis were carried out by Check All That Apply (CATA) method (Dooley et al., 2010), and consumption intentions (Meilgaard et al., 2007).

The consumers aged between 16 and 60 years old, from the ABC social classes (ABEP, 2018) were recruited. The products were evaluated for the acceptability of the parameters appearance, color, aroma, crunchiness, flavor and overall evaluation through a structured hedonic scale of nine points (9 = I liked very much, 5 = neither liked nor disliked and 1 = disliked much. The samples were also evaluated for the intensity of hardness when biting, crunching and sweetening employing the ideal 5 point scale (5 =

much harder / crunchier / sweet than I like, 3 = the way I like it, 1 = much less hard / crunchy / sweet than I like).

The CATA descriptive analysis was also applied, a list of 15 descriptors was presented and asked consumers to choose from this list those that were present and characterized the product being evaluated.

Consumers were then asked about the intended consumption of the samples on a 7-point scale (7 = I would consume this product very often, 4 = I would consume this product when available, but it would not go out of my routine, 1 = I would consume this product if I had no other choice).

The tests were performed in individual booths using white light, away from noises and odors, and equipped with Compusense Five version 5.6 for data collection and analysis. The effects of hardness intensities on biting, crunching and sweetening regarding the ideal in overall acceptability were evaluated, as well as, the CATA evaluation on global acceptability was conducted by penalty analysis.

2.7. Statistical

Statistical analyses were performed using program Xlstat Software version 2018.5. All data were analyzed with one way ANOVA method. The level of confidence was 95%. Significant differences between means of control cookies (C1 and C3) and their respective xiquexique cookies (C2 and C4) were identified by the Least Significant Difference (LSD), and the means were compared using t Student's test to determine significant difference ($p < 0.05$).

3. Results and discussion

3.1. Physical and physicochemical

Physical and physicochemical analyses were conducted to examine the composition and nutritional value of the xiquexique cookies and results are summarized in Table 2. The substitution of the wheat flour by the xiquexique flours (100 and 28 mesh), influenced in the all cookies parameters except for lipids. The conventional and whole cookies behaved in a similar way, relative the Aw and moisture, the inclusion of xiquexique flour in xiquexique cookies (C2 and C4) contributed to the reduction of this values when compared their controls cookies (C1 and C3, respectively), it indicates than this flours will be stable during storage.

Table 2

Physical and physicochemical of the cookies.

Variable	C1	C2	C3	C4
Aw	0.374 ^a ±0.01	0.319 ^b ±0.01	0.590 ^a ±0.01	0.430 ^b ±0.01
Moisture %	3.47 ^a ±0.02	2.63 ^b ±0.06	3.60 ^a ±0.01	3.50 ^b ±0.01
Ash %	1.33 ^b ±0.02	2.47 ^a ±0.02	1.55 ^b ±0.01	2.74 ^a ±0.02
Protein %	0.82 ^b ±0.01	0.94 ^a ±0.01	1.25 ^b ±0.01	1.36 ^a ±0.01
Lipids %	24.08 ±0.99	25.52 ±0.17	28.46 ±0.87	29.33 ±0.10
Total fibers %	2.13 ^b ±0.04	4.41 ^a ±0.02	3.38 ^b ±0.06	8.10 ^a ±0.01
Insoluble fibers %	1.03 ^b ±0.04	4.33 ^a ±0.04	2.43 ^b ±0.04	7.03 ^a ±0.01
Soluble fibers %	1.10 ^a ±0.07	0.08 ^b ±0.01	0.95 ^b ±0.01	1.07 ^a ±0.01
Starch %	20.80 ^a ±0.04	20.63 ^b ±0.01	17.65 ^a ±0.01	16.94 ^b ±0.10
Resistant starch %	1.81 ^b ±0.05	3.65 ^a ±0.01	1.32 ^b ±0.12	2.10 ^a ±0.19

C1 - Conventional cookie control; C2 – Conventional xiquexique cookie; C3 - Whole cookie control; C4 – Whole xiquexique cookie. ^{a-b}Media ± standard deviation with different letters on the same line differed by T Student's test ($p < 0.05$), for C1 versus C2 and C3 versus C4.

The ash content of both xiquexique cookies (conventional and whole) were greater than control as expected, the xiquexique flours be rich source from minerals (data not shown). The same way protein content for C2 and C4 was bigger than C1 and C3, similar results were reported by Rao et al. (2018) evaluating protein content of the sorghum cookies.

Concerning the fibers content, the substitution of the wheat flour by the xiquexique flours with two particle size (100 and 28 mesh), simulating a refined and whole flour, respectively, contributed to an increase of the total and insoluble fibers, besides reducing the content of soluble fibers in xiquexique cookies (C2 and C4). This can be because granulometry difference, 100 mesh flour have less soluble fibers than 28 mesh flour (data not shown).

Dietary fibers can be considered key compounds that preserve gut microbiota especially regulating macronutrients and host physiology (Makki et al., 2018). In this way, reference values for their intake are periodically established (Padovani et al., 2006), which consider Dietary Reference Recommendations (RDAs) and Adequate Intakes (AIs). These parameters determine the levels of nutrients corresponding to the needs of the individual (US, 2006). The fiber daily recommendation for men (19-50 ears old), woman (19-50 ears old) and children (1-3 ears old) is 38g, 25g and 19g respectively.

If considered a 50g portion (3 cookies), according recommendations of the Dietary Reference Intakes (DRI), the results obtained that C2 and C4 would be responsible for supplying the needs of 5.80% and 10.66% of the total fibers, while control

cookies (C1 and C3) supplying just 2.80% and 4.45% of men (19 to 50 ears old) needs. For women (19 to 50 ears old) and children (1 to 3 ears old) this values even more expressive, providing 8.82% (C2) and 16.20% (C4) for women, 11.61% (C2) and 21.32% (C4) for children, whilst control samples would give just 4.26%, 6.76%, 5.61% and 8.89% respectively, this control cookies values corresponding to less than 50% of the recommendation compared to xiquexique cookies.

The starch content of xiquexique cookies were lower than control cookies, whilst resistant starch was higher than control, how expected. This can be explained because when the fiber content in flours used in processing of cookies are high, they tend to have less starch in the composition of flours and consequently in their cookies. The principal carbohydrate of all cereals is starch, the wheat cookies presented an average 42% of starch (Rao et al., 2018). Starch composition is an important parameter because the nutritional and technological characteristics on food products application, like texture and expansion index (Alcázar-Alay and Meireles, 2015). Thus, the xiquexique cookies (C2 and C4) obtained lower starch content and higher resistant starch content than cookies control (C1 and C3) as wished considering that nutritional and technological features expected, consistent with standard cookies. A study with alfalfa seed flour in cookies have similar behavior about total starch and resistant starch, with decrease of total starch and increase of resistant starch in alfalfa cookies than their control starch (Giubert et al., 2018).

3.2. Color, texture and spread ratio

The color characteristics of cookies and the corresponding data are presented in Table 3 and shown in Fig. 2. It was observed that as the addition of xiquexique flour in the dough decreased the L* and a* parameters, so that cookies the C2 and C4 became darker in color as evident from lower L* (43.79 and 49.12, respectively) value in comparison to C1 and C3 (53.85 and 52.62, respectively); This can be clearly seen in Fig. 2. Whereas, b* values of xiquexique cookies were higher than controls, indicating less red tonality and higher yellowness, probably due influence of yellowish green color of xiquexique flour (Fig. 1).

Concerning fracture force the C2 and C4 was higher than C1 and C3. Giuberti et al. (2018) observed in alfalfa cookies the same behavior. It is well recognized that the hardness of cookies is related to water-starch-protein interactions as a function of the composition of flours and interplay among ingredients (Fustier et al., 2008). The high fracture force values measured for C2 and C4 than C1 and C3 can be related to protein

content, higher protein levels contributing to the formation of a harder structure as result of strong adherence between proteins and starch (Wani et al., 2012). In xiquexique cookies, besides highest the protein level, indications also suggested that the presence of total fibers can influence texture values, since higher levels of fiber can contribute to compact the structure of the dough (Ostermann-Porcel et al., 2017; Zouari et al., 2016).

Table 3
Color, hardness and spread ratio.

Variable	C1	C2	C3	C4
L*	53.85 ^a ±0.02	43.79 ^b ±0.06	52.62 ^a ±0.01	49.12 ^b ±0.12
a*	15.27 ^a ±0.10	14.12 ^b ±0.05	14.62 ^a ±0.03	14.25 ^b ±0.01
b*	28.86 ^b ±0.04	35.21 ^a ±0.02	30.15 ^b ±0.01	35.58 ^a ±0.03
Fracture force (g)	844.13 ^b ±0.35	18864.93 ^a ±0.49	2439.63 ^b ±0.43	3052.18 ^a ±0.47
Spread ratio	5.80 ^a ±0.02	3.04 ^b ±0.03	4.25 ^a ±0.01	3.62 ^b ±0.02

C1 - Conventional cookie control; C2 – Conventional xiquexique cookie;

C3 - Whole cookie control; C4 – Whole xiquexique cookie.

^{a-b}Media ± standard deviation with different letters on the same line differed by T Student's test (p <0.05), for C1 versus C2 and C3 versus C4.

The spread ratio was lower in the cookies added xiquexique flour (C2 and C4) than control cookies, as well as bamboo cookies (Mustafa et al., 2016), chestnut cookies (Singh et al., 2011), and fibers supplemented cookies (Mudgil et al., 2017). Their values as shown in Table 2, spread ratio is affected by the competition of ingredients for available water, these ingredients absorbed water during mixing, like insoluble fibers, reduce cookie spread (Singh et al., 2011). Then, the lowest values of the spread ratio in xiquexique cookies can be explained because of the higher insoluble fibers content.

3.3. Minerals profile

The minerals profile of xiquexique cookies are presented in Table 4. The results presented relevant amount the minerals, between macrominerals, deserve to be highlighted: potassium (508.08 and 555.77 mg/100 g), calcium (201.45 and 124.88 mg/100 g), magnesium (151.08 and 132.88 mg/100 g) and sodium (222.94 and 218.36 mg/100g), among the microminerals the highest content obtained was iron (2.8 and 2.87 mg/100 g) and manganese (7.23 and 5.36 mg/100 g) in C2 and C4, respectively.

Minerals are nutrients essential to the in metabolism and homeostasis in human body, and deficiency of these bioactive constituents can result in common disorders and diseases (Gharibzahedi and Jafari, 2017). As fibers, reference values for their intake are periodically established (Padovani et al., 2006).

Based on the consumption of 50 g portion, equivalent to 3 cookies and reasoned on the recommendations of the DRI, the results obtained for calcium, would be responsible for supplying the needs of 10.86 and 6.24% (C2 and C4, respectively) while control cookies (C1 and C3) 4.52 and 4.93%, respectively. Calcium is one of the most abundant minerals in the body and plays an important role in the structure and conservation of bones and teeth, muscle development, regulation of heart rate and blood pressure (Song and Sergeev, 2012). Concerning copper content, did not have difference between xiquexique cookies and their control, the cookie portion corresponding 13.89% (C1 and C2) and 23.33% (C3 and C4) of the recommendations, their presence is relevant due of copper antioxidant effect, stimulation of the immune system, besides compose the structure of many enzymes (Gharibzahedi and Jafari, 2017).

The iron content of C2 that supply the needs of 17.50% from adults, while C1 just provides 15.88% even the wheat flour being supplemented by law for this mineral. Deficiency of this nutrient is associated with the development of iron deficiency anemia, decreased cognitive ability and behavior changes in children (Elinge et al., 2012; Mukherjee et al., 2018).

For magnesium both xiquexique cookies (C2 and C4) presented high content, the supply range from 17.99 and 15.82%, respectively, whilst their controls just 12.33% (C1) and 7.75% (C3), therefore we can say that cookies are a source of magnesium and can be consumed as the purpose of supplying this nutrient. This mineral is related to several important metabolic reactions in the human body, being a cofactor in more than 300 enzymatic reactions (Ayuk and Gittoes, 2014).

Relative the potassium, xiquexique cookies presented twofold the content then their respective control, in 50 g of C2 and C4 offer 5.41 and 5.91% of needs daily this mineral, in contrast C1 and C3 just offer 2.26 and 2.81%. Demonstrating that the addition of xiquexique flour in cookies can contribute to reach the daily necessities of this mineral. Potassium is important for fluid balance, nerve transmission, muscle contraction, maintenance of blood pressure and waste elimination (Gharibzahedi and Jafari, 2017).

The manganese values obtained deserve special mention, they corresponded from 157.50% (C2) and 116.52% (C4) of the adult supply, therefore xiquexique cookies present more than enough content to supply the needs of adults. Manganese is an important trace element, it is responsible for activating various enzymes in charge of scavenging free radicals, regulation of glucose homeostasis, calcium mobilization (Sulaiman et al., 2011), increase insulin secretion and improvement the glucose tolerance

(Kaur and Henry, 2014). When compared to other cactus, Astello-Garcia et al. (2015) found lower values of this mineral in *Opuntia* spp.

Table 4
Minerals profile in mg/100g.

Elements	C1	C2	C3	C4	*Recommendation (mg)
K	212.43 ^b ±1.48	508.92 ^a ±2.68	264.57 ^b ±3.53	555.77 ^a ±1.93	4700 ⁽¹⁾
Ca	90.39 ^b ±1.16	201.45 ^a ±3.15	98.63 ^b ±0.89	124.88 ^a ±0.45	1000 ⁽¹⁾
P	172.59 ^a ±2.14	151.97 ^b ±1.18	246.50 ^a ±0.82	237.81 ^b ±0.88	700 ⁽²⁾
Mg	44.18 ^b ±1.04	151.08 ^a ±1.06	65.14 ^b ±1.53	132.88 ^a ±2.12	420 ⁽²⁾
Na	183.09 ^b ±1.50	222.94 ^a ±1.97	173.95 ^b ±3.01	218.36 ^a ±2.98	1500 ⁽¹⁾
Cu	0.24 ±0.01	0.25 ±0.01	0.44 ±0.01	0.42 ±0.01	0.9 ⁽²⁾
Fe	2.54 ^b ±0.01	2.80 ^a ±0.08	3.19 ^a ±0.01	2.87 ^b ±0.02	8 ⁽¹⁾
Mn	0.94 ^b ±0.03	7.23 ^a ±0.02	1.69 ^b ±0.08	5.36 ^a ±0.17	2.3 ⁽¹⁾
Zn	0.94 ^a ±0.02	0.90 ^b ±0.01	1.59 ^a ±0.03	1.48 ^b ±0.01	11 ⁽²⁾

C1 - Conventional cookie control; C2 - Conventional xique xique cookie;

C3 - Whole cookie control; C4 - Whole xique xique cookie.

^{a-b}Media ± standard deviation with different letters on the same line differed by T Student's test ($p < 0.05$), for C1 versus C2 and C3 versus C4.

*Baseado em Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes, Washington D. C., National Academy Press; 2003 (1997-2005). Based on a 70 kg man, 31-50 years old. (Padovani et al., 2006).

(1) Adequate Intake; (2) Recommended Dietary Allowances.

The consumption of 50 g of xiquexique cookies (3 units) according to the DRI provides of sodium, phosphorus and zinc corresponding of 7.43% (C2) and 7.28% (C4); 10.86% (C2) and 16.99% (C4); 4.09% (C2) and 6.73% (C4), respectively.

The values of minerals contained in the cookies presented as potential for the supply of these. Even minerals that presented lower values if combined with a balanced diet, can contribute to the provide of these nutrients. Therefore, it is verified that the xiquexique cookies presents relevant content of minerals important for the organism, and therefore it could be interesting to include it in daily consumption.

3.4 Sensorial

The sensorial tests were carried out using 124 voluntary individuals (aged 18 – 60 years). The results of the cookies acceptance and preference are shown in Table 5. All cookies scored between 6.1 and 7.0 for all sensory acceptance attributes, which corresponds to "like it a little" to "like moderately". C2 did not differences for the attributes appearance, color and hardness when compared to C1; while C4 did not differences for the appearance, flavor, hardness and global acceptance when compared C3.

Table 5
Acceptance scores and preference of the cookies.

Variable	C1	C2	C3	C4
Appearance	7.00 ±1.10	7.00 ±1.30	6.90 ±1.10	6.70 ±1.20
Color	7.00 ±1.20	7.00 ±1.30	7.10 ^a ±1.10	6.80 ^b ±1.30
Flavor	7.00 ^a ±1.10	6.50 ^b ±1.30	6.70 ±1.10	6.80 ±1.20
Hardness	7.30 ±1.30	6.90 ±1.30	6.10 ±1.60	6.00 ±1.60
Taste	7.30 ^a ±1.00	6.20 ^b ±1.60	6.90 ^a ±1.10	6.60 ^b ±1.40
Global acceptance	7.30 ^a ±1.10	6.40 ^b ±1.60	6.80 ±1.20	6.50 ±1.40

C1 - Conventional cookie control; C2 – Conventional xiquexique cookie; C3 - Whole cookie control; C4 – Whole xiquexique cookie.

^{a-b}Media ± standard deviation with different letters on the same line differed by T Student's test ($p < 0.05$), for C1 versus C2 and C3 versus C4.

The global acceptance for C3 and C4 was the same, this suggest that addition of the xiquexique flour did not have influence in this parameter. Moro et al. (2018) observed similar behavior, and claim that this indicates greater approval of ingredients with health benefits, even when possibly affecting the sensory characteristics of the products.

The percentages of acceptance (corresponding to values 9 to 6), indifference (value 5) and rejection (values 4 to 1) was presented in Fig. 3, this values are associated

to the samples by means of the hedonic scale used for the evaluation of the appearance, color, flavor, crunchiness, taste and overall acceptance. All parameters evaluated were well accepted by majority of the consumers, achieve more than 70% acceptance for all attributes evaluated. This greater acceptance, representing an advance in the sensory acceptance of unconventional flours products by consumers.

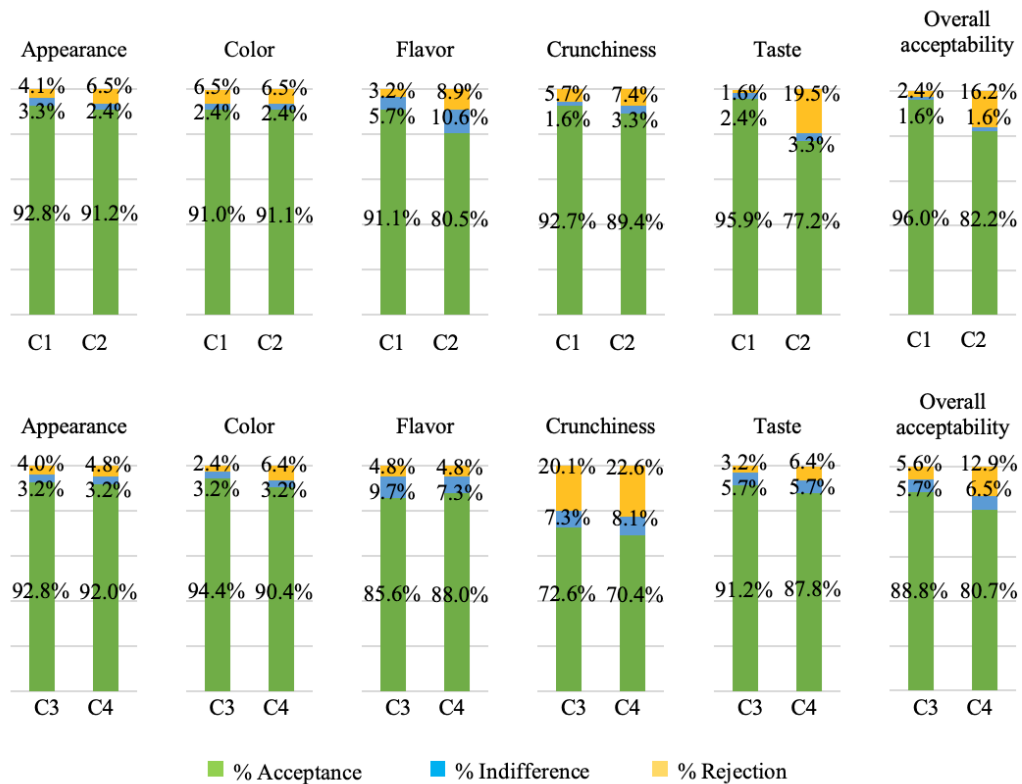


Fig. 3. Acceptance, indifference, and rejection percentages for the acceptability of the appearance, color, flavor, crunchiness, taste and overall acceptability of the cookies. Conventional control cookie-C1, conventional xiquexique cookie-C2, whole control cookie-C3, whole xiquexique cookie-C4.

In Fig. 4 we can observe the percentages of classification above ideal (values 5 and 4), ideal (value 3) and below ideal (values 2 and 1), from hardness when biting, crunching and sweetening, besides the results of Analysis of Penalties. This analysis calculates the difference between the mean of the group and attribute optimal, the means of the groups with more than 20% of responses above or below the ideal for a given attribute may be an indication that the product needs improvement over this attribute.

Observed that 34% of the consumers judged the crunchiness of the C2 to be less intense than the ideal, which caused a significant reduction of the global acceptability. Besides, for the 22.7% of the consumers, the C2 was evaluated as harder than the ideal, but was no impact on the average of global acceptability (Table 5). Likewise, the C1 was considered be sweeter than the ideal by 23.6% of consumers, however did no effect on the average overall acceptability. Relative whole cookies, both (C3 and C4) were

considered to be less harsh than the ideal ones, respectively, by 39% and 36% of the consumers. Besides 63% of consumers judged both samples to be less crunchy than ideal. The sweetening of the C4 was considered less intense than ideal by 24% of the consumers.

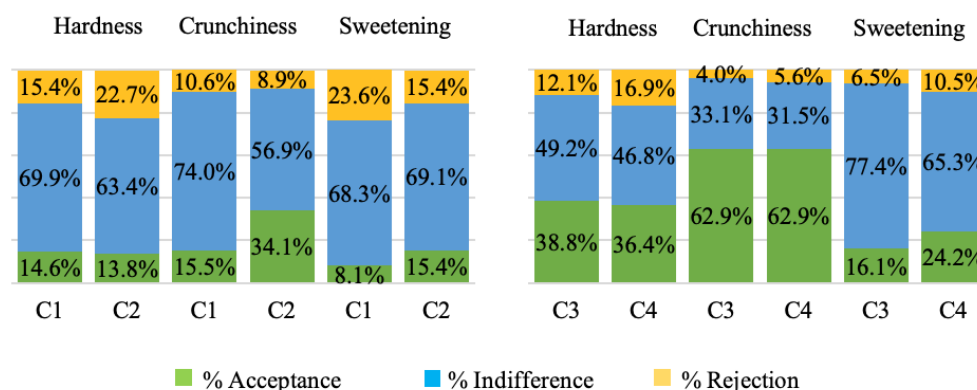


Fig. 4. Ideal rating percentages above and below ideal for hardness when biting, crunching and sweetening of the cookies. Conventional control cookie-C1, conventional xiquexique cookie-C2, whole control cookie-C3, whole xiquexique cookie-C4. * perceived by more than 20% of consumers, with a significant decrease of at least 1 point in the average overall acceptability.

The differences in the consumers' perception of cookies can be observed by CATA test in Fig. 5. The C1 was described as characteristic taste (60.1%), characteristic flavor (51.2%), homemade (47.2%), artisanal (37.4%) and mild taste (49.6%) by consumers, with an increase in the overall acceptability average of between 0.4 and 0.8 points.

The C2 was described as characteristic flavor (30.1%), characteristic taste (28.5%), mild taste (26.8%), artisanal (27.6%), mild flavor (38.2), natural (22.0%), strong taste (29.3%), uncharacteristic taste (23.6%) and artificial (26.0%) by consumers, with a positive impact on the overall acceptability average of 0.7 to 1.5 score, besides was described as artificial and non-characteristic and strong flavor by 23.6% and 30.1% of consumers, with a reduction of 0.9 to 1.2 points in overall acceptability.

Concerning whole cookies, C3 was described as natural (29.8%) and characteristic whole cookie aroma (45%), with an increase in the overall acceptability average between 0.9 and 0.5 point. The C4 was described as natural (31.4%), artisanal (33.1%), mild taste (31.4%), homemade (46.8%) and with a mild flavor (41.9%) by consumers, which had a positive impact on the overall acceptability average of 0.5 to 0.9 point. No one of the whole samples were described by more than 20% of consumers for attributes that have caused a reduction in the overall acceptability average.

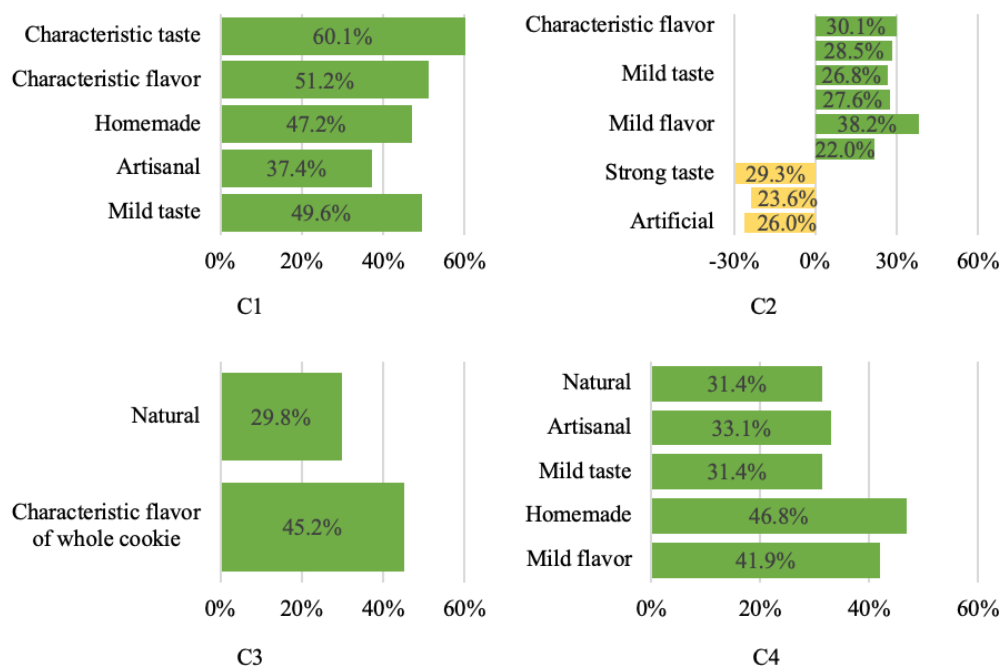


Fig. 5. Attributes with a significant effect on the overall acceptability of the cookies. Conventional control cookie-C1, conventional xiquexique cookie-C2, whole control cookie-C3, whole xiquexique cookie-C4.

The consumer intent test was presented in Fig. 6, C2 and C1 scored from 1 to 7, corresponding of “if there is no choice, rarely, sometimes, when available, low often, often and very often”. All the formulation were not rejected by consumers, the cookies with addition of the xiquexique flour had just 6% (C2) and 3% (C4) of the consumers described theirs intend consumer with “If there is no other choice”, this representing an advance in the sensory acceptance of whole-grain products, which are known to alter the conventional flavor to the consumer and indicates greater approval of ingredients with health benefits, even when possibly affecting the sensory characteristics of the products (Moro et al., 2018). Thus, we can say that the xiquexique flours present a potential for the development of the bakery products as cookies.

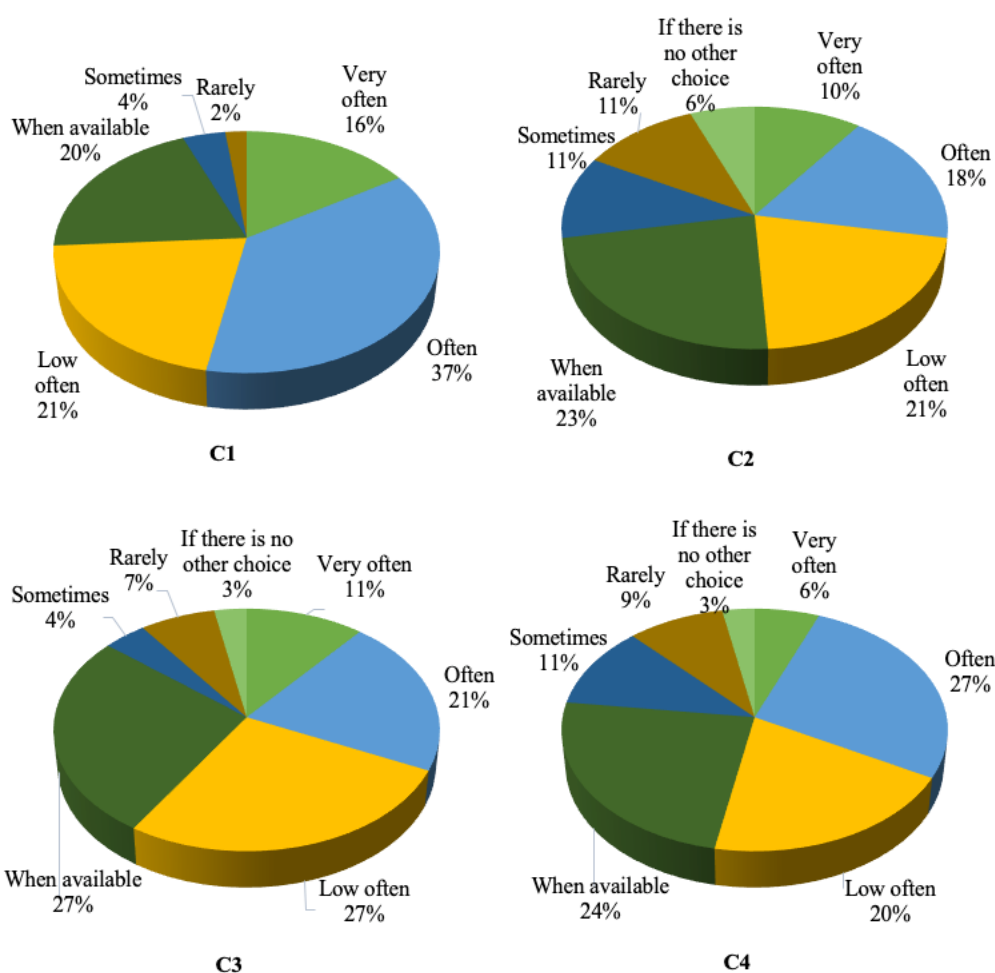


Fig. 6. Intention of frequencies consumption of the cookies. Conventional control cookie-C1, conventional xiquexique cookie-C2, whole control cookie-C3, whole xiquexique cookie-C4.

4. Conclusions

In conclusion, to our knowledge this is the first evidence that use of xiquexique in cookies application. The present exploration suggested xiquexique as an excellent ingredient for cookie production. The cookies added of xiquexique flour obtained highest values of darkness, hardness, ash, protein and resistant starch content, in addition, were fund low Aw, moistures and spread ratio when compared to controls. Owing to nutritional composition xiquexique cookies revealed that this innovative product can bring a change in the production of functional and/or supplemented foods with enhanced nutrients sources, mainly their fibers and mineral composing, making xiquexique cookies an excellent choice for all consumers, as well as populations with the greatest need for these essential nutrients, such as pregnant women and children. Studies about prebiotics potential could be promising results, thus the current research on this material is well-timed leading to emergence of means of xiquexique utilization

including food industry with nutraceutical potential. The sensorial characteristics obtained were great and CATA results can be used for adjustment in cookies recipes and develop optimal cookies and others bakery products even better.

References

- AACC. American Association of Cereal Chemists, 2010. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. 9. ed. Saint Paul.
- ABEP. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE PESQUISA, 2018. Critério de Classificação Econômica Brasil 2018. Disponível em: <<http://www.abep.org/criterio-brasil>>
- Alcázar-Alay, S. C., Meireles, M. A. A., 2015. Physicochemical properties, modifications and applications of starches from different botanical sources, Food Science and Technology, 35(2), 215-236.
- Almeida, C. A., Figueirêdo, R. M. F., Queiroz, A. J. M., Oliveira, F. M. N., 2007. Características físicas e químicas da polpa de xiquexique. Revista Ciência Agronômica, 38(4), 440-443.
- AOAC. Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists International, 2016. 20th ed. Gaithersburg: AOAC International.
- APHA. American Public Health Association, 2001. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4. ed., cap. 7, p. 63 – 67.
- Astello-García, M. G., Cervantes, I., Nair, V., Santos-Díaz, M. S., Reyes-Aguero, A., 2015. Chemical composition and phenolic compounds profile of cladodes from *Opuntia* spp. cultivars with different domestication gradient. Journal of Food Composition and Analysis, 43, 119–130.
- Ayuk, J., Gittoes, N. J. L., 2014. Contemporary view of the clinical relevance of magnesium homeostasis. Annals of Clinical Biochemistry, 51(2) 179–188.
- Baumgartner, B., Ozkaya, B., Saka, I., Ozkaya, H., 2018. Functional and physical properties of cookies enriched with dephytinized oat bran. Journal of Cereal Science, 80, 24-30.
- CCE. Commission Des Communautés Europeennes, 1999. Dosage de l amidon. Méthode polarimetrique. Directive 1999/79/CE du juillet 1999, Journal Officiel des Communautés Europeanes, Bruxelles, 209, 23-27.
- Chakraborty, S. K., Singh, D. S., Kumbhar, B. K., Singh, D., 2009. Process parameter optimization for textural properties of ready-to-eat extruded snack food form millet and pulse-brokens blends. Journal of Texture Studies, 40, 710-726.
- Chappalwar, Vijayakumar M., Peter, Dayanand, Bobde, H., John, Steffi M., 2013. Quality characteristics of cookies prepared from oats and finger millet based composite flour. IRACST – Engineering Science and Technology: An International Journal, (ESTIJ), 3(4), 677–683.
- Chaves, E. M. F., Barros, R. F. M., 2015. Cactáceas: Recurso alimentar emergencial no semiárido, Nordeste do Brasil. Gaia Scientia, 9 (2), 129-135.

Dias, G. E. N. G. E. N., Gorgonio, I.F., Ramalho, J.A., Oliveira, K. M., Guedes, E. J. R. C. E., Leite, F. C., Alves, M. F., Maciel, J. K. S., Souza, M. F. V., Lima, C. M. B. L., Diniz M. F. F. M., 2015. Acute Oral Toxicity and Anti-inflammatory Activity of Ethanolic Extract from *Pilosocereus gounellei* (Fac Weber) in Rats. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 7(5), 1-6.

Dooley, L., Lee, Y., Meullenet, J. F., 2010. The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping. *Food Quality and Preference*, 394–401.

Elinge, C. M., Muhammad, A., Atiku, F. A., Itodo, A. U., Peni, I. J., Sanni, O. M., Mbongo, A.N., 2012. Proximate, mineral and anti-nutrient composition of pumpkin (*Cucurbitapepo L*) seeds extract. *International Journal of Plant Research*, 2(5), 146–150.

Fustier, P., Castaigne, F., Turgeon, S. L., Biliaderis, C. G., 2008. Flour constituent interactions and their influence on dough rheology and quality of semi-sweet biscuits: A mixture design approach with reconstituted blends of gluten, watersolubles and starch fractions. *Journal of Cereal Science*, 48, 144–158.

Gharibzahedi, S. M. T., Jafari, S. M., 2017. The importance of minerals in human nutrition: Bioavailability, food fortification, processing effects and nanoencapsulation. *Trends in Food Science and Technology*, 62, 119–132.

Giubert, G., Rocchetti, G., Sigolo, S., Fortunati, P., Lucini, L., Gallo, A., 2018. Exploitation of alfalfa seed (*Medicago sativa L.*) flour into gluten-free rice cookies: Nutritional, antioxidant and quality characteristics. *Food Chemistry*, 239, 679–687.

Kaur, M., Singh, V., Kaur, R., 2017. Effect of partial replacement of wheat flour with varying levels of flaxseed flour on physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of cookies. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 9, 14–20.

Kaur, B., Henry, J., 2014. Micronutrient status in type 2 diabetes: a review. *Advances in Food and Nutrition Research*, 71, 55–100.

Kinupp V. F., Lorenzi, H., 2014. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: Guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. 4 ed. São Paulo: Intituto Plantarum de Estudos da Flora.

Lucena, C. M., Carvalho, T. K. N., Ribeiro, J. E. S., Quirino, Z. G. M., Casas, A., Lucena, R. F. P., 2015. Conhecimento botânico tradicional sobre cactáceas no semiárido do Brasil. *Gaia Scientia*, 9(2), 77-90.

Lucena, C. M., Lucena, R. F. P., Costa, G. M., Carvalho, T. K. N., Costa, G. G. S., Alves, R. R. N.; Pereira, D. D., Ribeiro, J. E. S., Alves, C. A. B.; Quirino, Z. G. M., Nunes, E. N., 2013. Use and knowledge of Cactaceae in Northeastern Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 9(1),1-11.

Maciel, J. K. S., Chaves, O. S., Filho, S. G. B., Teles, Y. C. F., Fernandes, M.G., Assis, T. S., Fernandes, P. D., Andrade, A. P., Felix, L. P., Silva, T. M. S., Ramos, N. S. M.; Silva, G. R.,

Souza, M. F. V., 2016. New Alcamide and Anti-oxidant Activity of *Pilosocereus gounellei* A. Weber ex K. Schum. Bly. Ex Rowl. (Cactaceae). *Molecules*, 21(0011), 1-13.

Makki, K., Deehan, E. C., Walter, J., Backhed, F., 2018. The Impact of Dietary Fiber on Gut Microbiota in Host Health and Disease, *Cell Host and Microbe*, 23(13), 705-715.

Meilgaard, M., Carr, B. T., Civille, G. V., 2007. Sensory evaluation techniques. 4th.ed. Boca Raton: CRC Press.

Moro, T. M. A., Celegatti, C. M., Pereira, A. P. A., Lopes, A. S., Barbin, D. F., Pastore, G. M., Clerici, M. T. P. S., 2018. Use of burdock root flour as a prebiotic ingredient in cookies, *LWT - Food Science and Technology*, 90, 540-546. doi: 10.1016/j.lwt.2017.12.059.

Mudgil, D., Barak, S., Khatkar, B. S., 2017. Cookie texture, spread ratio and sensory acceptability of cookies as a function of soluble dietary fiber, baking time and different water levels. *LWT - Food Science and Technology*, 80, 537-542.

Mukherjee, M. S., Sharma, M. G. M., Devgan, C. A., Jatana, B. S. K., 2018. Iron deficiency anemia in children with cyanotic congenital heart disease and effect on cyanotic spells, *Medical Journal Armed Forces India*, 74 (3), 235-240.

Mustafa, U., Naeem, N., Farooq, Z., 2016. Effect of Bamboo Powder Supplementation on Physicochemical and Organoleptic Characteristics of Fortified Cookies, *Food Science and Technology*, 4(1), 7-13.

Nascimento, V. T., Moura, N. P., Vasconcelos, M. A. S., Maciel, M. I. S., Albuquerque, U. P., 2011. Chemical characterization of native wild plants of dry seasonal forests of the semi-arid region of northeastern Brazil, *Food Research International* 44, 2112–2119.

Nascimento, V. T., Vasconcelos, M. A. S., Maciel, M. I. S., Albuquerque, U. P., 2012. Famine foods of Brazil's seasonal dry forests: Ethnobotanical and Nutritional Aspects. *Economic Botany*, 66(1), 22-34.

Ostermann-Porcel, M. V., Quiroga-Panelo, N., Rinaldoni, A. N., Campderrós, M. E., 2017. Incorporation of okara into glute-free cookies with high quality and nutritional value. *Journal of Food Quality*. art. ID 4071585.

Padovani, R.M., Amaya-Farfán, J., Colugnati, F. A. B., 2006. Dietary reference intakes: Aplicabilidade das tabelas em estudos nutricionais. *Revista de Nutrição*, 19(6), 741–760.

Prescott, J., Lee, S. M., Kim, K., 2011. Analytic approaches to evaluation modify hedonic responses. *Food Quality and Preference*, 22, 391–393

Rao, D. B., Kulkarni, D. B., Kavitha, C., 2018. Study on evaluation of starch, dietary fiber and mineral composition of cookies developed from 12 sorghum cultivars. *Food Chemistry*, 238, 82–86.

Singh, G. D., Riar, C. S., Saini, C., Bawa, S. S., Sogi, D. S., Saxena, D. C., 2011. Indian water chestnut flour- method optimization for preparation, its physicochemical, morphological,

pasting properties and its potential in cookies preparation, LWT - Food Science and Technology 44, 665-672.

Song, Q., Sergeev, I. N., 2012. Calcium and vitamin D in obesity. Nutrition Reserach Review, 25, 130–41.

Sousa, G. A., Oliveira, I. S., Silva-Freitas, F. V., Viana, A. S. C., Neto, B. P. S., Cunha, F. V. M., Gonçalves, R. L. G., Filho, A. C. M. L., Amaral, M. P. M., Oliveira, R. C. M., Fernandes, P. D., Maciel, J. K. S., Silva, T. M. S., Souza, M. F. V., Oliveira, F. A., 2018. Gastroprotective effect of ethanol extracts of cladodes and roots of *Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. Ex Rowl (Cactaceae) on experimental ulcer models, Journal of Ethnopharmacology, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.02.009>

Sudha, M. L., Vetrimani, R., Leelavathi, K., 2007. Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. Food Chemistry, 100, 1365–1370.

Sulaiman, S. F., Yusoff, N. A. M., Eldeen, I. M., Seow, E. M., Sajak, A. A. B., Supriatno, Ooi, K. L., 2011. Correlation between total phenolic and mineral contents with antioxidant activity of eight Malaysian bananas (*Musa* sp). Journal of Food Composition and Analysis, 24, 1–10.

Turfani, V., Narducci, V., Durazoo, A., Galli, V., Carcea, M., 2017. Technological, nutritional and functional properties of wheat bread enriched with lentil or carob flours. LWT - Food Science and Technology, 78, 361-366

US. Institute of Medicine, 2006. Dietary reference intakes: The essential guide to nutrient requirements. The National Academy Press. Washington, D.C.

Wani, A. A., Sogi, D. S., Singh, P., Sharma, P., Pangal, A., 2012. Dough-handling and cookie-making properties of wheat flour-watermelon protein isolate blends. Food and Bioprocess Technology, 5, 1612–1621.

Zhu, F., Du, B., Zheng, L., Li, J., 2015. Advance on the bioactivity and potential applications of dietary fibre from grape pomace. Food Chemistry, 12, 186- 207, doi:10.1016/j.foodchem.2014.07.057.

Zouari, R., Besbes, S., Ellouze-Chaabouni, S., Ghribi-Aydi, D., 2016. Cookies from composite wheat–sesame peels flours: Dough quality and effect of *Bacillus subtilis* SPB1 biosurfactant addition. Food Chemistry, 194, 758–769.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste estudo, pode-se concluir que o xiquexique constitui uma excelente matriz para a produção de farinhas, além de uma boa alternativa no processamento de *cookies*, visto que atuam de forma interessante nas características tecnológicas, físico-químicas e sensoriais. As farinhas apresentaram rica composição de proteínas, aminoácidos, minerais, fibras, compostos fenólicos além de ação protetora de DNA, podendo ser consumido para alcançar as necessidades dos nutrientes essenciais, assim como para trazer os possíveis benefícios dos compostos bioativos nelas contidos.

As farinhas também demonstraram interessantes características reológicas, como temperatura de formação, quebra, textura e viscosidade do gel, apresentando assim vantagens que revelam um potencial uso como agente espessante e/ou gelificante em diversos produtos da indústria de alimentos.

Os *cookies* adicionados de farinha de xiquexique se destacaram por sua maior dureza, e maiores teores de cinzas, proteína, amido resistente e menores valores de luminosidade, A_w , umidade e índice de expansão, quando comparado com os controles. A presença de fibras, amido resistente, minerais, aminoácidos essenciais, compostos fenólicos e flavonoides tornam a farinha excelente do ponto de vista nutricional, além de indicar um potencial funcional.

DADOS SUPLEMENTARES

Atividade antioxidante e fatores antinutricionais de farinha de xiquexique (*Pilosocereus gounellei*)

Foram realizadas análises suplementares com o objetivo de obter uma completa caracterização das farinhas e dessa forma analisar as possíveis aplicações em produtos além do seu potencial de consumo isolado. Esses dados serão trabalhados juntamente com outros ensaios que estão ainda em processo de coleta, para uma melhor fundamentação e construção de outro manuscrito.

Tabela 1 - Determinação de amido, amido resistente e fibras de farinha e fatores antinutricionais de farinha de xiquexique.

Variáveis	F1	F2	FA1	FA2
Amido resistente g/100 g	43,55 ^a ±0,01	12,80 ^b ±0,02	4,40 ^d ±0,02	5,65 ^c ±0,01
Fibras ins. g/100 g	14,84 ^c ±0,06	40,64 ^a ±0,25	12,67 ^d ±0,09	24,16 ^b ±0,21
Fibras sol. g/100 g	3,58 ^d ±0,03	3,59 ^c ±0,01	3,92 ^b ±0,05	5,65 ^a ±0,07
Fitatos mg/g	8,44 ±0,20	4,73 ±0,27	8,90 ±0,44	6,23 ±0,51
Taninos mg/100 g	1,59 ±0,01	2,31 ±0,03	1,84 ±0,00	1,70 ±0,06
Inibidor de tripsina mg/g	1,99 ±0,02	2,36 ±0,02	0,32 ±0,02	0,49 ±0,02

F1- farinha xiquexique sem tratamento térmico tamizada a 100 mesh, F2 - farinha xiquexique sem tratamento térmico tamizada a 28 mesh, FA1- farinha xiquexique autoclavada tamizada a 100 mesh, FA2 - farinha xiquexique autoclavada tamizada a 28 mesh.

^{a-d}Media ± desvio padrão com diferentes letras na mesma linha diferiu estatisticamente de acordo com o teste de Tukey (p<0,05), entre os tratamentos.

Tabela 2 - Determinação de perfil de aminoácidos de farinhas de xiquexique expresso em g/100 g de proteína.

Variáveis	F1	F2	FA1	FA2
Ácido aspártico	5,62 ^d ±0,01	6,73 ^a ±0,01	4,79 ^c ±0,01	5,95 ^b ±0,01
Ácido glutâmico	5,13 ^d ±0,01	7,37 ^a ±0,01	6,07 ^c ±0,01	6,72 ^b ±0,01
Serina	3,20 ^d ±0,01	4,07 ^a ±0,01	3,79 ^b ±0,01	3,36 ^c ±0,01
Glicina	3,18 ±0,01	4,03 ^a ±0,01	3,88 ^b ±0,01	3,40 ^c ±0,01
Histidina	1,47 ^d ±0,01	1,50 ^a ±0,01	1,58 ^b ±0,01	1,34 ^c ±0,01
Arginina	8,10 ^d ±0,01	9,84 ^a ±0,01	9,02 ^b ±0,01	8,24 ^c ±0,01
Treonina	3,24 ^d ±0,01	4,33 ^a ±0,01	3,85 ^b ±0,01	3,09 ^c ±0,01
Alanina	3,31 ^d ±0,01	3,75 ^a ±0,01	3,85 ^b ±0,01	3,32 ^c ±0,01
Prolina	3,43 ^d ±0,01	4,02 ^a ±0,01	4,01 ^b ±0,01	3,48 ^c ±0,01
Tirosina	1,95 ^d ±0,01	2,23 ^a ±0,01	2,37 ^b ±0,01	1,55 ^c ±0,01
Valina	4,04 ^d ±0,01	4,47 ^a ±0,01	4,45 ^b ±0,01	3,81 ^c ±0,01
Metionina	0,63 ^d ±0,01	0,73 ^a ±0,01	0,65 ^b ±0,01	0,52 ^c ±0,01
Cistina	0,07 ^d ±0,01	0,16 ^a ±0,01	0,10 ^b ±0,01	0,08 ^c ±0,01
Isoleucina	2,46 ^d ±0,01	2,64 ^a ±0,01	2,85 ^b ±0,01	2,35 ^c ±0,01
Leucina	4,66 ^d ±0,01	4,91 ^a ±0,01	5,29 ^b ±0,01	4,43 ^c ±0,01
Fenilalanina	3,55 ^d ±0,01	4,08 ^a ±0,01	4,06 ^b ±0,01	3,46 ^c ±0,01
Lisina	2,87 ^c ±0,01	3,16 ^a ±0,01	3,50 ^b ±0,01	3,07 ^b ±0,01
Triptofano	3,09 ^d ±0,01	3,87 ^a ±0,01	2,71 ^c ±0,01	3,27 ^b ±0,01

F1 - farinha xiquexique sem tratamento térmico tamizada a 100 mesh, F2 - farinha xiquexique sem tratamento térmico tamizada a 28 mesh, FA1 - farinha xiquexique autoclavada tamizada a 100 mesh, FA2 - farinha xiquexique autoclavada tamizada a 28 mesh.

^{a-d}Media ± desvio padrão com diferentes letras na mesma linha diferiu estatisticamente de acordo com o teste de Tukey (p<0,05), entre os tratamentos.

Tabela 3 - Atividade antioxidante da farinha de xiquexique.

Amostras	Fenólicos AG mg/100g	% DE INIBIÇÃO DPPH	%INIBIÇÃO ABTS	ORAC uMtrol/g	Carotenos Mg/100g
F1	165,34 ^b ±0,01	14,90 ^d ±0,01	28,76 ^c ±0,02	0,44 ^d ±0,01	1,29 ^c ±0,01
F2	372,81 ^a ±0,01	36,41 ^a ±0,01	64,77 ^a ±0,03	0,66 ^c ±0,01	1,42 ^b ±0,01
FA1	170,23 ^d ±0,01	26,07 ^b ±0,01	42,66 ^b ±0,02	3,49 ^a ±0,01	1,26 ^c ±0,01
FA2	225,47 ^c ±0,01	23,90 ^c ±0,02	42,67 ^b ±0,01	1,28 ^b ±0,01	2,07 ^a ±0,01

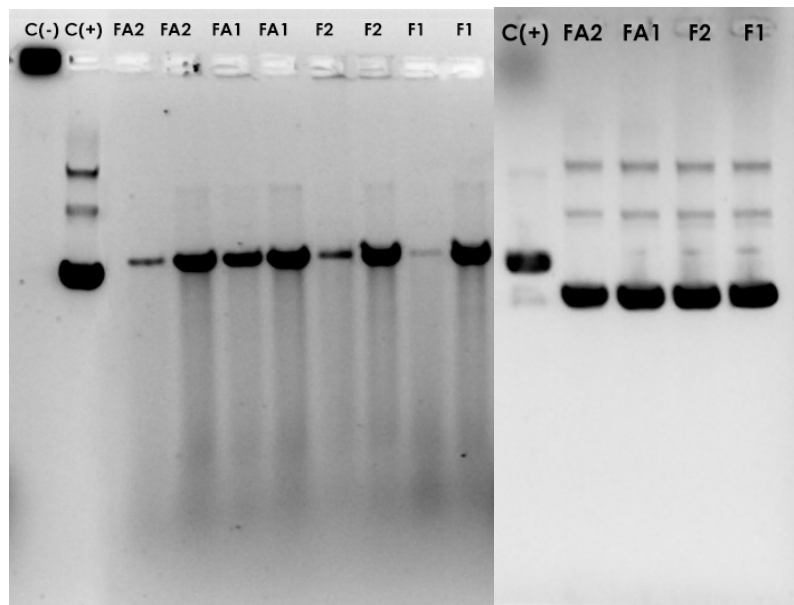
F1-farinha xiquexique sem tratamento térmico tamizada a 100 mesh, F2-farinha xiquexique sem tratamento térmico tamizada a 28 mesh, FA1-farinha xiquexique autoclavada tamizada a 100 mesh, FA2-farinha xiquexique autoclavada tamizada a 28 mesh.

^{a-d}Media ± desvio padrão com diferentes letras na mesma linha diferiu estatisticamente de acordo com o teste de Tukey (p <0,05), entre os tratamentos.

Figura 1 - Proteção de DNA contra dano oxidativo.

(a)

(b)



Efeito protetor das farinhas xiquexique contra o dano oxidativo ao DNA induzido pelo radical hidroxila produzido a partir da reação de Fenton entre o H_2O_2 e o ferro. C (+): Controle positivo (apenas DNA de plasmídeo); C -: Controle negativo (DNA plasmidial + reagente de Fenton); F1; F2; FA1; FA2 (A). Efeito protetor das farinhas xiquexique. C (+): Controle positivo (apenas DNA de plasmídeo); F1; F2; FA1; FA2 sem controle reação oxidativa (DNA plasmidial + extrato de farinha) (B). F1-farinha xiquexique sem tratamento térmico tamizada a 100 mesh, F2-farinha xiquexique sem tratamento térmico tamizada a 28 mesh, FA1-arinha xiquexique autoclavada tamizada a 100 mesh, FA2-arinha xiquexique autoclavada tamizada a 28 mesh.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Modelo de ficha empregada nos testes sensoriais.

AVALIAÇÃO DE COOKIES

Nome: _____ Amostra: 674

Muito obrigado por participar de nosso teste. Sua colaboração é muito importante para nós!

Você receberá duas amostras de COOKIES, sendo uma com farinha de xique-xique. Por favor, avalie cada amostra e responda as questões abaixo. Use a água para limpar a boca.

1. Indique o quanto você gostou da APARÊNCIA desta amostra:

Gostei muitíssimo	Gostei muito	Gostei moderadamente	Gostei pouco	Nem gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei moderadamente	Desgostei muito	Desgostei muitíssimo
()	()	()	()	()	()	()	()	()

2. Indique o quanto você gostou da COR desta amostra:

Gostei muitíssimo	Gostei muito	Gostei moderadamente	Gostei pouco	Nem gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei moderadamente	Desgostei muito	Desgostei muitíssimo
()	()	()	()	()	()	()	()	()

3. Indique o quanto você gostou do AROMA desta amostra:

Gostei muitíssimo	Gostei muito	Gostei moderadamente	Gostei pouco	Nem gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei moderadamente	Desgostei muito	Desgostei muitíssimo
()	()	()	()	()	()	()	()	()

4. Como você classifica esta amostra quanto à DUREZA AO MORDER:

MUITO MAIS DURA do que eu gosto	MAIS DURA do que eu gosto	DURA do jeito que eu gosto	MENOS DURA do que eu gosto	MUITO MENOS DURA do que eu gosto
()	()	()	()	()

5. Indique o quanto você gostou da CROCÂNCIA desta amostra:

Gostei muitíssimo	Gostei muito	Gostei moderadamente	Gostei pouco	Nem gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei moderadamente	Desgostei muito	Desgostei muitíssimo
()	()	()	()	()	()	()	()	()

6. Como você classifica esta amostra quanto à CROCÂNCIA:

MUITO MAIS CROCANTE do que eu gosto	MAIS CROCANTE do que eu gosto	CROCANTE do jeito que eu gosto	MENOS CROCANTE do que eu gosto	MUITO MENOS CROCANTE do que eu gosto
()	()	()	()	()

7. Indique o quanto você gostou do SABOR desta amostra:

Gostei muitíssimo	Gostei muito	Gostei moderadamente	Gostei pouco	Nem gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei moderadamente	Desgostei muito	Desgostei muitíssimo
()	()	()	()	()	()	()	()	()

8. Como você classifica o produto quanto ao ADOÇAMENTO:

MUITO MAIS DOCE do que eu gosto	MAIS DOCE do que eu gosto	Doce do jeito que eu gosto	MENOS DOCE do que eu gosto	MUITO MENOS DOCE do que eu gosto
()	()	()	()	()

9. Indique o quanto você gostou deste PRODUTO DE MODO GLOBAL:

Gostei muitíssimo	Gostei muito	Gostei moderadamente	Gostei pouco	Nem gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei moderadamente	Desgostei muito	Desgostei muitíssimo
()	()	()	()	()	()	()	()	()

10. Por favor, marque abaixo as características que descrevem essa amostra:

- | | |
|--|--|
| () Natural | () Aroma forte |
| () Artificial | () Sabor característico de cookie |
| () Artesanal | () Sabor não característico de cookie |
| () Industrializado | () Sabor suave |
| () Caseiro | () Sabor forte |
| () Aroma característico de cookie | () Sabor estranho ruim |
| () Aroma não característico de cookie | () Sabor estranho agradável |
| () Aroma suave | |

11. Com que frequência você consumiria este produto?

Eu consumiria muito frequentemente	Eu consumiria frequentemente	Eu gostei mas consumiria com baixa frequência	Eu consumiria quando disponível mas não sairia da rotina	Eu não gostei e consumiria de vez em quando	Eu raramente consumiria	Eu consumiria se não tivesse outra escolha
()	()	()	()	()	()	()

APÓS AVALIAR AS DUAS AMOSTRAS:

12. Indique qual das amostras você prefere

() 674

() 358

APÊNDICE B - Modelo de ficha empregada no teste.

AVALIAÇÃO DE COOKIES INTEGRAIS

Nome: _____ Amostra: 915

Muito obrigado por participar de nosso teste. Sua colaboração é muito importante para nós!

Você receberá duas amostras de COOKIES INTEGRAIS, sendo uma com farinha de xique-xique. Por favor, avalie cada amostra e responda as questões abaixo. Use a água para limpar a boca.

1. Indique o quanto você gostou da APARÊNCIA desta amostra:

Gostei muitíssimo	Gostei muito	Gostei moderadamente	Gostei pouco	Nem gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei moderadamente	Desgostei muito	Desgostei muitíssimo
()	()	()	()	()	()	()	()	()

2. Indique o quanto você gostou da COR desta amostra:

Gostei muitíssimo	Gostei muito	Gostei moderadamente	Gostei pouco	Nem gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei moderadamente	Desgostei muito	Desgostei muitíssimo
()	()	()	()	()	()	()	()	()

3. Indique o quanto você gostou do AROMA desta amostra:

Gostei muitíssimo	Gostei muito	Gostei moderadamente	Gostei pouco	Nem gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei moderadamente	Desgostei muito	Desgostei muitíssimo
()	()	()	()	()	()	()	()	()

4. Como você classifica esta amostra quanto à DUREZA AO MORDER:

MUITO MAIS DURA do que eu gosto	MAIS DURA do que eu gosto	DURA do jeito que eu gosto	MENOS DURA do que eu gosto	MUITO MENOS DURA do que eu gosto
()	()	()	()	()

5. Indique o quanto você gostou da CROCÂNCIA desta amostra:

Gostei muitíssimo	Gostei muito	Gostei moderadamente	Gostei pouco	Nem gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei moderadamente	Desgostei muito	Desgostei muitíssimo
()	()	()	()	()	()	()	()	()

6. Como você classifica esta amostra quanto à CROCÂNCIA:

MUITO MAIS CROCANTE do que eu gosto	MAIS CROCANTE do que eu gosto	CROCANTE do jeito que eu gosto	MENOS CROCANTE do que eu gosto	MUITO MENOS CROCANTE do que eu gosto
()	()	()	()	()

7. Indique o quanto você gostou do SABOR desta amostra:

Gostei muitíssimo	Gostei muito	Gostei moderadamente	Gostei pouco	Nem gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei moderadamente	Desgostei muito	Desgostei muitíssimo
()	()	()	()	()	()	()	()	()

8. Como você classifica o produto quanto ao ADOÇAMENTO:

MUITO MAIS DOCE do que eu gosto	MAIS DOCE do que eu gosto	Doce do jeito que eu gosto	MENOS DOCE do que eu gosto	MUITO MENOS DOCE do que eu gosto
()	()	()	()	()

9. Indique o quanto você gostou deste PRODUTO DE MODO GLOBAL:

Gostei muitíssimo	Gostei muito	Gostei moderadamente	Gostei pouco	Nem gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei moderadamente	Desgostei muito	Desgostei muitíssimo
()	()	()	()	()	()	()	()	()

10. Por favor, marque abaixo as características que descrevem essa amostra:

- | | |
|---|---|
| () Natural | () Aroma forte |
| () Artificial | () Sabor característico de cookie integral |
| () Artesanal | () Sabor não característico de cookie integral |
| () Industrializado | () Sabor suave |
| () Caseiro | () Sabor forte |
| () Aroma característico de cookie integral | () Sabor estranho ruim |
| () Aroma não característico de cookie integral | () Sabor estranho agradável |
| () Aroma suave | |

11. Com que frequência você consumiria este produto?

Eu consumiria muito frequentemente	Eu consumiria frequentemente	Eu gostei mas consumiria com baixa frequência	Eu consumiria quando disponível mas não sairia da rotina	Eu não gostei e consumiria de vez em quando	Eu raramente consumiria	Eu consumiria se não tivesse outra escolha
()	()	()	()	()	()	()

APÓS AVALIAR AS DUAS AMOSTRAS:

12. Indique qual das amostras você prefere

() 462

() 915

ANEXOS

ANEXO A – Sistema de informação e biodiversidade do Brasil (SISBIO).



Ministério do Meio Ambiente
CONSELHO DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO
SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL ASSOCIADO

Comprovante de Cadastro de Acesso

Cadastro nº AA17429

A atividade de acesso ao Patrimônio Genético, nos termos abaixo resumida, foi cadastrada no SisGen, em atendimento ao previsto na Lei nº 13.123/2015 e seus regulamentos.

Número do cadastro: AA17429
Usuário: Universidade Federal da Paraíba
CPF/CNPJ: 24.098.477/0001-10
Objeto do Acesso: Patrimônio Genético
Finalidade do Acesso: Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico

Espécie

Pilosocereus gounellei

Título da Atividade: Caracterização, desenvolvimento de produtos alimentícios a partir de **Pilosocereus gounellei** e estudo in-vivo

Equipe

RITA DE CÁSSIA RAMOS DO EGYPTO RITA QUEIRO Universidade Federal da Paraíba

Data do Cadastro: 21/08/2018 13:55:52
Situação do Cadastro: Concluído



Conselho de Gestão do Patrimônio Genético
Situação cadastral conforme consulta ao SisGen em 9:03 de 22/08/2018.



SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO
DO PATRIMÔNIO GENÉTICO
E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL
ASSOCIADO - **SISGEN**



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Gerado em: 27/08/2018 10:19:28

Extrato da solicitação

Dados básicos da Solicitação

Número	Tipo de solicitação	Situação atual	Data da situação atual
62881	Comprovante de registro para coleta de material botânico, fungico e microbiológico	Documento concedido	28/03/2018 15:10:42

Dados do Pesquisador

Nome	Nacionalidade	CPF	E-mail	Telefone
Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga	Brasileira	395.300.194-91	rcqueiroga@uol.com.br	
Endereço	Bairro	CEP	Município	UF
Avenida Umbuzeiro, 185	Manaira	58038180	João Pessoa	PB

Táxon(s)

Táxon	Nível taxonômico	Hierarquia	Espécie ameaçada?	Situação atual
Pilosocereus gounellei	Espécie	Plantae > Magnoliophyta > Magnoliopsida > Caryophyllales > Cactaceae > Pilosocereus > Gounellei	Não	Autorizado

Histórico da solicitação

Data/hora	Nome do funcionário	Descrição da situação	Observação
28/03/2018 15:10:42		Documento concedido	
28/03/2018 15:10:42		Autorização/Licença liberada	
28/03/2018 15:09:54		Documento concedido	
28/03/2018 15:09:54		Autorização/Licença liberada	
28/03/2018 15:09:38		Autorização/Licença liberada	
28/03/2018 15:09:38		Documento concedido	
28/03/2018 15:09:31		Autorização/Licença liberada	
28/03/2018 15:09:31		Documento concedido	
28/03/2018 15:09:16		Autorização/Licença liberada	
28/03/2018 15:09:16		Documento concedido	
28/03/2018 11:00:57		Em elaboração	

Termo de Compromisso

Cláusula
Comprometo-me a não coletar espécies que constem nas listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção, sem autorização específica;
O documento não eximirá o pesquisador da necessidade de obter outras anuências, como: I) do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador quando as atividades forem realizadas em área de domínio privado ou dentro dos limites de unidade de conservação federal; II) da comunidade indígena envolvida, ouvido o órgão indigenista oficial, quando as atividades de pesquisa forem executadas em terra indígena; III) do Conselho de Defesa Nacional, quando as atividades de pesquisa forem executadas em área indispensável à segurança nacional; IV) da autoridade marítima, quando as atividades de pesquisa forem executadas em águas jurisdicionais brasileiras; V) do Departamento Nacional da Produção Mineral, quando a pesquisa visar a exploração de depósitos fossilíferos ou a extração de espécimes fósseis; VI) do órgão gestor da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, dentre outras.
O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
Comprometo-me a não coletar vegetais hidróbios, sem a obtenção prévia de autorização prevista no Decreto-Lei nº 221/1967 e no Art. 36 da Lei nº 9.605/1998.
Comprometo-me a não enviar o material biológico para o exterior, sem a devida autorização;
Comprometo-me a não utilizar material biológico para fins de bioprospecção, desenvolvimento tecnológico ou solicitação de patente sem a prévia autorização do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN);

ANEXO C – Parecer do comitê de ética.

UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS ADICIONADOS DE XIQUE-XIQUE (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex. K. Schum.) Bly. ex Rowl.

Pesquisador: MARIA ELIEIDY GOMES DE OLIVEIRA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 79748617.2.0000.5188

Instituição Proponente: Centro De Ciências da Saúde

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.440.581

Apresentação do Projeto:

Pesquisa de doutorado da discente Fabricia F. Bezerril, sob orientação da Prof.^a Dr^a MARIA ELIEIDY GOMES DE OLIVEIRA do PPGCTA/ CT/ UFPB. Utilização da polpa e da farinha do xique-xique (*Pilosocereus gounellei*) no processamento de produtos alimentícios, visando a melhoria dos aspectos nutricionais e verificar a aceitação dos mesmos.

Objetivo da Pesquisa:

Elaborar e caracterizar os aspectos nutricionais e sensoriais de produtos alimentícios adicionados de xique-xique

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Essa pesquisa não oferece riscos, previsíveis, para a sua saúde dos participantes

Benefícios:

Oferta de produtos alimentícios com propriedades nutritivas interessantes, destacadas pela adição da polpa e da farinha de xique-xique, fontes de fibras e minerais, já relatada pela literatura, que se bem aceitos pela população em potencial para o consumo destes tipos de produtos pode gerar um opção alternativa tecnológica para indústria alimentícia, a qual poderá usar esse tipo de cactácea em diversos tipos de processamento,

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: eticaccsufpb@hotmail.com

UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA



Continuação do Parecer: 2.440.581

agregando valor às preparações, contribuindo para a valorização dos produtos regionais.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Em consonância com os objetivos, referencial teórico, metodologia e referências.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresenta documentação necessária

Recomendações:

Colocar o nome da discente Fabricia F. Bezerril na Equipe de Pesquisa da Plataforma Brasil.

Colocar os nomes da equipe no projeto.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou a execução do referido projeto de pesquisa.

Outrossim, informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada à submissão do Relatório Final na Plataforma Brasil, via Notificação, para fins de apreciação e aprovação por este egrégio Comitê.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_998485.pdf	31/10/2017 13:40:48		Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto1.pdf	31/10/2017 13:39:57	MARIA ELIEIDY GOMES DE OLIVEIRA	Aceito
Outros	Cartas_de_Anuencia.pdf	20/09/2017 14:50:03	MARIA ELIEIDY GOMES DE OLIVEIRA	Aceito
Outros	Certidao_de_Aprovacao.pdf	20/09/2017 14:49:17	MARIA ELIEIDY GOMES DE OLIVEIRA	Aceito
Outros	Instrumento_de_Coleta.pdf	20/09/2017 14:48:09	MARIA ELIEIDY GOMES DE OLIVEIRA	Aceito

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: eticaccsufpb@hotmail.com

UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA



Continuação do Parecer: 2.440.581

Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	20/09/2017 14:47:41	MARIA ELIEIDY GOMES DE OLIVEIRA	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO.pdf	20/09/2017 14:47:23	MARIA ELIEIDY GOMES DE OLIVEIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	20/09/2017 14:45:02	MARIA ELIEIDY GOMES DE OLIVEIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO.pdf	20/09/2017 14:44:46	MARIA ELIEIDY GOMES DE OLIVEIRA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JOAO PESSOA, 15 de Dezembro de 2017

Assinado por:
Eliane Marques Duarte de Sousa
(Coordenador)

Endereço: UNIVERSITARIO S/N
Bairro: CASTELO BRANCO CEP: 58.051-900
UF: PB Município: JOAO PESSOA
Telefone: (83)3216-7791 Fax: (83)3216-7791 E-mail: eticaccsufpb@hotmail.com



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

Número do Processo: BR 10 2018 069123 6

Dados do Depositante (71)

Depositante 1 de 1

Nome ou Razão Social: UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA

Tipo de Pessoa: Pessoa Jurídica

CPF/CNPJ: 24098477000110

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Jurídica: Instituição de Ensino e Pesquisa

Endereço: Cidade Universitária

Cidade: João Pessoa

Estado: PB

CEP: 58059-900

País: Brasil

Telefone: (83) 32167558

Fax:

Email: inova@reitoria.ufpb.br

Dados do Pedido

Natureza Patente: 10 - Patente de Invenção (PI)

Título da Invenção ou Modelo de Utilidade (54): PROCESSO PARA FABRICAÇÃO DE FARINHA DE CACTO E PRODUTO

Resumo: A presente invenção refere-se a farinhas de xique-xique refinada e integral. A farinha de xique-xique apresenta excelentes características como alto valor nutritivo devido ao alto conteúdo de minerais, potencial funcional pela presença de fibras, além de sabor único. A presença de fibra contribui principalmente para a saúde do sistema digestivo, além de ser uma matéria prima facilmente encontrada e cultivável organicamente sem uso de agrotóxicos ou qualquer produto químico, e portanto, de ampla procura pelos consumidores atuais. A metodologia de preparo pode ser executada facilmente, apresenta um baixo custo de produção e possui um alto rendimento em relação a outras farinhas.

Figura a publicar: 1



02/10/2018 870180136851
10:15

29409161810009692

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

Número do Processo: BR 10 2018 070273 4

Dados do Depositante (71)

Depositante 1 de 1

Nome ou Razão Social: UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA

Tipo de Pessoa: Pessoa Jurídica

CPF/CNPJ: 24098477000110

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Jurídica: Instituição de Ensino e Pesquisa

Endereço: Cidade Universitária

Cidade: João Pessoa

Estado: PB

CEP: 58059-900

País: Brasil

Telefone: (83) 32167558

Fax:

Email: inova@reitoria.ufpb.br

**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em 02/10/2018 às 10:15, Petição 870180136851

Dados do Pedido

Natureza Patente: 10 - Patente de Invenção (PI)

Título da Invenção ou Modelo de Utilidade (54): PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE BISCOITO DE CACTO

Resumo: A presente invenção refere-se a um biscoito tipo cookie refinado ou integral, doce ou salgado elaborado com farinhas de xique-xique refinada e/ou integral. A farinha de xique-xique apresenta excelentes características como alto valor nutritivo devido ao alto conteúdo de minerais, potencial funcional pela presença de fibras e compostos bioativos, além de sabor único. A presença de fibra contribui principalmente para a saúde do sistema digestivo, além de ser uma matéria prima facilmente encontrada e cultivável organicamente sem uso de agrotóxicos ou qualquer produto químico e, portanto, de ampla procura pelos consumidores. A invenção pode ser especialmente relevante em situações de alergias, intolerâncias, e ainda, para o incremento nutricional de dietas restritivas em como a vegetariana e a vegana. A metodologia de preparo dos cookies pode ser executada facilmente, apresenta um baixo custo de produção e possui um rendimento apropriado em relação a outras farinhas. Dessa forma, a presente invenção apresenta características únicas, sendo potencial alternativa de alimento nutricionalmente rico, saboroso, seguro e prático; e representam, assim, uma nova forma de aproveitamento econômico destas espécies vegetais, sobretudo em relação a sustentabilidade.

Figura a publicar: 1

**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em 02/10/2018 às 10:15, Petição 870180136851