

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

JULIANA GONDIM DE ALBUQUERQUE

CARACTERIZAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FARINHAS
OBTIDAS DE CLADÓDIOS DE PALMA (*Opuntia ficus-*
***indica*) PRÉ-TRATADOS COM ULTRASSOM PARA**
PRODUÇÃO DE BISCOITOS

RECIFE-PE

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

JULIANA GONDIM DE ALBUQUERQUE

**CARACTERIZAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FARINHAS OBTIDAS DE
CLADÓDIOS DE PALMA (*Opuntia ficus-indica*) PRÉ-TRATADOS
COM ULTRASSOM PARA PRODUÇÃO DE BISCOITOS**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Nutrição –
Universidade Federal de Pernambuco,
como parte dos requisitos para obtenção
do título de Mestre em Nutrição.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Patricia Moreira Azoubel

Co-orientadores: Prof^a. Dr^a. Jailane de Souza Aquino

Prof^o. Dr^o. Héctor B. Escalona Buendía

Prof^a. Dr^a. Elsa Bósquez Molina

RECIFE-PE

2017

Catálogo na Fonte
Bibliotecária: Mônica Uchôa, CRB4-1010

A345c Albuquerque, Juliana Gondim de.
 Caracterização e utilização de farinhas obtidas de cladódios de
 palma (*Opuntia ficusindica*) pré-tratados com ultrassom para produção
 de biscoitos / Juliana Gondim de Albuquerque. – 2017.
 105 f.: il.; tab.; 30 cm.

 Orientadora: Patrícia Moreira Azoubel.
 Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco,
 CCS. Programa de Pós-Graduação em Nutrição. Recife, 2017.
 Inclui referências, apêndices e anexos.

 1. Alimento funcional. 2. Nutrição. 3. Secagem. 4. Semiárido. 5.
 Tecnologia não térmica. I. Azoubel, Patrícia Moreira (Orientadora). II.
 Título.

612.3 CDD (23.ed.)

UFPE (CCS2017-085)

JULIANA GONDIM DE ALBUQUERQUE

**CARACTERIZAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FARINHAS OBTIDAS DE
CLADÓDIOS DE PALMA (*Opuntia ficus-indica*) PRÉ-TRATADOS
COM ULTRASSOM PARA PRODUÇÃO DE BISCOITOS**

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 02 / 02 / 2017

BANCA EXAMINADORA

Profª Drª Tânia Lúcia Montenegro Stamford
Departamento de Nutrição/UFPE

Profª Drª Margarida Angélica S. Vasconcelos
Departamento de Nutrição/UFPE

Profª Drª Fernanda Araújo Honorato
Departamento de Engenharia Química/UFPE

RECIFE - PE

2017

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Centro de Ciências da Saúde
Departamento de Nutrição
Programa de Pós-Graduação em Nutrição
Ciência dos Alimentos

Reitor

Prof.º Anísio Brasileiro de Freitas Dourado

Vice-Reitora

Prof.^a Florisbela de Arruda Camara e Siqueira Campos

Pró-reitor para Assuntos de Pesquisa e Pós-Graduação

Prof.º Ernani Rodrigues de Carvalho Neto

Diretor do Centro de Ciências da Saúde

Prof.º Nicodemos Teles de Pontes Filho

Chefe do Departamento de Nutrição

Prof.º Raul Manhães de Castro

Subchefe do Departamento de Nutrição

Prof.^a Edigleide Maria Figuerôa Barretto

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Nutrição

Prof.^a Elizabeth do Nascimento

Vice-coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Nutrição

Prof.^a Margarida Angélica da Silva Vasconcelos

Dedico a conclusão deste ciclo à minha família, em especial à minha mãe, que sempre me ofereceu o melhor que pode, através de olhares de apoio, de palavras de incentivo, de gestos de compreensão, de atitudes de segurança, mesmo diante de situações difíceis.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que permitiu que tudo isso fosse possível.

Também agradeço aos meus pais, Júlia Gondim e José Carlos, e aos meus irmãos, Jaqueline Gondim e José Carlos Júnior, pessoas tão especiais, que não pouparam esforços para que o sorriso que levo no rosto fosse possível... A vocês, que, nos dias de nebulosidade, respeitaram meu silêncio e enxugaram minhas lágrimas; e, que nos momentos importantes, suportaram minha ausência. O que sinto por vocês é algo imensurável.

Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional. Em especial, agradeço às minhas orientadoras da dissertação, Dr.^a Patricia Azoubel e Dr.^a Jailane Aquino.

Um agradecimento singular ao Dr.^o Héctor Escalona, que me apoiou desde os trâmites burocráticos até o desenvolvimento da pesquisa, com propriedade e muita excelência. Não poderia esquecer da Dr.^a Elsa Molina por ter concedido a oportunidade de recorrer à sua experiência e ao seu vasto conhecimento científico sobre a palma, objeto do presente estudo.

Agradeço à Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e à Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) – Unidad Iztapalapa, pelo convênio estabelecido e por terem proporcionado a realização da presente pesquisa, com o apoio da Cooperação Internacional de ambas as universidades e da Coordenação de Pós-Graduação em Nutrição da UFPE e do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da UAM. Em especial, agradeço à coordenadora, a Dr.^a Elizabeth do Nascimento, à representante discente Letícia Dinegri e à secretária Cecília Arruda, por todo o apoio durante o processo.

Agradeço também a todos os meus familiares, amigos, técnicos de laboratório e companheiros, de ambos os países que, diariamente, auxiliam na construção da minha vida pessoal e profissional, detentores de todo o meu amor, admiração e agradecimento.

Portanto, a todos aqueles que seguem caminhando ao meu lado e que me presenteiam com o prazer da sua companhia, deixo aqui o meu simples e imenso muito obrigado!

RESUMO

A palma (*Opuntia ficus-indica*), cactácea pertencente à família *Cactaceae*, é originária da América, mais precisamente do México, e foi introduzida no Nordeste do Brasil por volta de 1880 no estado de Pernambuco. A literatura tem reportado o potencial nutricional que os seus cladódios apresentam e que propicia amplamente o seu consumo. Entretanto, ainda são escassas as pesquisas direcionadas para a exploração do seu potencial funcional na alimentação humana, principalmente no Brasil. Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi o de produzir, caracterizar e utilizar a farinha de cladódios de palma no processamento de biscoitos mediante o uso da tecnologia não térmica de ultrassom como pré-tratamento de secagem. O trabalho foi dividido em quatro etapas, sendo a primeira composta pela cinética de secagem da palma e obtenção das farinhas, com e sem pré-tratamento ultrassônico, FCP e FSP, respectivamente, onde foram avaliadas variáveis como o tempo ideal de pré-tratamento e ajuste de modelos aos dados de secagem obtidos experimentalmente. A segunda etapa consistiu na análise da qualidade físico-química das farinhas obtidas. A terceira etapa resultou na elaboração e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de biscoitos, sendo um controle (BC) e dois elaborados com 20 % das farinhas de cladódios de palma, com e sem pré-tratamento ultrassônico, BPU e BPS, respectivamente. Por fim, a última etapa consistiu na avaliação da palma como alimento funcional através da realização de um *Cross Cultural Study* entre o México, tradicional consumidor de palma, e o Brasil, potencial consumidor desta hortaliça. O pré-tratamento com ultrassom resultou em redução de 4 h na secagem convectiva dos cladódios e o modelo matemático que apresentou melhor ajuste aos dados da cinética de processo foi o exponencial de dois termos. A farinha elaborada com pré-tratamento apresentou melhores resultados para fenóis, em especial quercetina ($49,78 \pm 0,01$ mg/100 g) e kaempferol ($168,95 \pm 0,00$ mg/100 g), para vitamina C ($56,55 \pm 0,04$ mg de ácido ascórbico/100 g), clorofilas totais ($164,22 \pm 0,09$ mg/100 g) e para carotenoides ($2,91 \pm 0,03$ mg de β caroteno/100 g). Ambas as farinhas apresentaram concentrações significativas de fibras dietéticas (FCP = $48,99 \pm 0,07$; FSP = $48,91 \pm 0,05$ g/100 g) e de minerais, como potássio (FCP = $2517,13 \pm 0,07$; FSP = $2514,00 \pm 0,09$ mg/100 g) e cálcio (FCP = $630,49 \pm 0,01$; FSP = $628,92 \pm 0,02$ mg/100 g). O potencial nutricional dos biscoitos foi reflexo do tipo de farinha utilizada na sua produção, com destaque para o BPU, que apresentou elevadas concentrações de fibras dietéticas ($3,31 \pm 0,02$ g/100 g), quercetina ($8,49 \pm 0,01$ mg/100 g), kaempferol ($41,18 \pm 0,00$ mg/100 g), vitamina C ($15,01 \pm 0,03$ mg de ácido ascórbico/100 g), potássio ($449,10 \pm 0,04$ mg/100 g) e cálcio ($121,41 \pm 0,01$ mg/100 g). Os biscoitos apresentaram aceitação sensorial satisfatória, desde 'gostei muito' até 'gostei muitíssimo' e intenção de compra de 'provavelmente compraria' até 'certamente compraria'. A realização do *Cross Cultural Study* evidenciou que, embora a palma não participe da cultura alimentar do Brasil, as pessoas estão dispostas a aceitá-la como alimento devido às suas propriedades funcionais. Portanto, a utilização de farinhas obtidas de cladódios de palma pré-tratados com ultrassom para produção de biscoitos resulta em menor gasto energético de produção e em alimentos de melhor qualidade nutricional.

Palavras-chave: Alimento funcional. Nutrição. Secagem. Semiárido. Tecnologia não térmica.

ABSTRACT

The nopal (*Opuntia ficus-indica*), a cactus belonging to the *Cactaceae* family, was originated in America, more precisely in Mexico, and was introduced in the Northeast of Brazil around 1880 in the state of Pernambuco. The literature has reported the nutritional potential that yours cladodes present and which greatly favors their consumption. However, there are still few studies aimed at exploring their functional potential in human nutrition, mainly in Brazil. In this context, the objective of the present study was to produce, characterize and use cladodes flour in the processing of cookies using the non-thermal ultrasonic technology as a drying pretreatment. This research was divided in four stages, the first one composed by the drying kinetics of the cladodes and obtention of flours with and without ultrasonic pretreatment, FCP and FSP, respectively, where variables such as the ideal pretreatment time and the modeling of experimental drying data were obtained. The second stage consisted on the analysis of the physical-chemical quality of the obtained flours. The third stage resulted in the elaboration and physical-chemical, microbiological and sensorial characterization of cookies, where one was considered the control (BC) and two were elaborated with 20% of the cladodes flour, with and without ultrasonic pretreatment, BPU e BPS, respectively. Finally, the last stage consisted in the evaluation of the cladodes as functional food through the accomplishment of a Cross Cultural Study between Mexico, a traditional cladodes' consumer, and Brazil, potential consumer of this vegetable. The pretreatment with ultrasound resulted in a reduction of 4 h in the convective drying of the cladodes and the mathematical model that presented the best fit to the kinetics process data was the two-term exponential. The pretreated flour presented better results for phenols, mainly quercetin (49.78 ± 0.01 mg/100 g) and kaempferol (168.95 ± 0.00 mg/100 g), for vitamin C (56.55 ± 0.04 mg of ascorbic acid/100 g), total chlorophylls (164.22 ± 0.09 mg/100 g) and for carotenoids (2.91 ± 0.03 mg of β carotene/100 g). Both flours had significant dietary fibers concentrations (FCP = 48.99 ± 0.07 ; FSP = 48.91 ± 0.05 g/100 g) and minerals such as potassium (FCP = 2517.13 ± 0.07 ; FSP = 2514.00 ± 0.09 mg/100 g) and calcium (FCP = 630.49 ± 0.01 ; FSP = 628.92 ± 0.02 mg/100 g). The nutritional potential of the cookies was a reflection of the type of flour used, with emphasis on BPU, which had high dietary fibers concentrations (3.31 ± 0.02 g/100 g), quercetin (8.49 ± 0.01 mg/100 g), kaempferol ($41,18 \pm 0,00$ mg/100 g), vitamin C (15.01 ± 0.03 mg of ascorbic acid/100 g), potassium (449.10 ± 0.04 mg/100 g) and calcium (121.41 ± 0.01 mg/100 g). The cookies showed satisfactory sensory acceptance, ranging from 'I liked it a lot' to 'I liked very much' and the purchase intention ranging from 'probably would buy' to 'definitely would buy'. The Cross Cultural Study showed that although nopal does not participate in the food culture of Brazil, people are willing to accept it as food because of its functional properties. Therefore, the use of flours obtained from nopal cladodes pre-treated with ultrasound to produce cookies results in lower energy production costs and in foods with better nutritional quality.

Keywords: Functional food. Nutrition. Drying. Semi-arid. Non-thermal technology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Cladódios de palma do gênero <i>Opuntia</i>	16
Figura 2. Curva padrão de secagem.....	20
Figura 3. Formação de bolhas de cavitação em decorrência do uso de ultrassom.....	21
Figura 4. Fluxograma metodológico do trabalho de pesquisa.....	29
Figura 5. Fluxograma da elaboração das farinhas de cladódios de palma (<i>Opuntia ficus-indica</i>).....	31
Figura 6. Farinhas de cladódios de palma com e sem pré-tratamento ultrassônico.....	34
Figura 7. Fluxograma da elaboração de biscoitos adicionados ou não de cladódios de palma obtido por diferentes métodos de secagem.....	41
Figura 8. Biscoitos elaborados com farinha de cladódios de palma submetidos ou não ao pré-tratamento com ultrassom.....	42
Figura 9. Cinética de secagem dos cladódios de palma.....	50
Figura 10. Pontos experimentais (e) e preditos (p) do adimensional de umidade (MR) para a curva de secagem dos cladódios de palma utilizando o modelo exponencial de dois termos.....	51
Figura 11. Curva de calibração de glicose.....	53
Figura 12. Curva de calibração de β caroteno.....	55
Figura 13. Representação das amostras e dos termos, na primeira e segunda dimensões, da análise de correspondência das frequências obtidas através do teste <i>Check All That Apply</i>	63
Figura 14. Conhecimento dos participantes da análise sensorial de biscoitos mexicanos de palma acerca do potencial funcional destas.....	64
Figura 15. Intenção de compra de biscoitos comerciais de palma.....	65
Figura 16. Representação dos termos e dos intervalos de faixa etária, na primeira e segunda dimensões, da análise de correspondência das frequências obtidas através do <i>Cross Cultural Study</i> para a população brasileira.....	67
Figura 17. Representação dos termos e dos intervalos de faixa etária, na primeira e segunda dimensões, da análise de correspondência das frequências obtidas através do <i>Cross Cultural Study</i> para a população mexicana.....	69
Figura 18. Motivos citados pelos brasileiros para justificar o fato de não consumirem palma.....	70
Figura 19. Motivos citados pelos mexicanos para justificar o fato de consumirem palma.....	70
Figura 20. Conhecimento acerca dos benefícios que a palma apresenta.....	71
Figura 21. Intenção de compra de produtos elaborados com a palma, sabendo que esta apresenta propriedades funcionais.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Modelos utilizados para descrever a cinética de secagem dos cladódios de palma.....	33
Tabela 2. Formulação de biscoitos adicionados ou não de cladódios de palma obtidos por diferentes métodos de secagem.....	40
Tabela 3. Questões utilizadas para explorar a percepção de indivíduos de duas culturas acerca do uso da palma na alimentação humana.....	47
Tabela 4. Parâmetros dos modelos matemáticos de secagem, erro relativo médio (E) e coeficiente de determinação (R^2) para as amostras de cladódios de palma secas.....	51
Tabela 5. Parâmetros físicos-químicos das farinhas elaboradas com e sem pré-tratamento ultrassônico.....	52
Tabela 6. Principais ácidos fenólicos e flavonoides encontrados nas farinhas.....	54
Tabela 7. Características antioxidantes das farinhas de cladódios de palma com e sem pré-tratamento ultrassônico.....	55
Tabela 8. Conteúdo de minerais nas farinhas de cladódios de palma com e sem pré-tratamento ultrassônico.....	56
Tabela 9. Rendimento das farinhas.....	56
Tabela 10. Características físicas dos biscoitos elaborados com farinhas de cladódios de palma submetidas ou não ao pré-tratamento com ultrassom.....	57
Tabela 11. Parâmetros físico-químicos de biscoitos elaborados com farinhas de cladódios de palma submetidas a diferentes pré-tratamentos.....	58
Tabela 12. Principais ácidos fenólicos e flavonoides encontrados nos biscoitos.....	59
Tabela 13. Características antioxidantes dos biscoitos elaborados com farinhas de cladódios de palma sob diferentes condições.....	60
Tabela 14. Conteúdo de minerais nos biscoitos elaborados.....	60
Tabela 15. Rendimento dos biscoitos.....	61
Tabela 16. Análise microbiológica dos biscoitos.....	61
Tabela 17. Aceitação sensorial e intenção de compra dos biscoitos produzidos com farinha de cladódios de palma.....	62
Tabela 18. Ordenação de preferência dos julgadores (n = 120) pelos biscoitos elaborados com farinha de cladódios de palma.....	62
Tabela 19. Análise sensorial de biscoitos mexicanos de palma.....	65
Tabela 20. Lista de termos que a população brasileira utilizou para descrever a palma durante o <i>Cross Cultural Study</i>	66
Tabela 21. Lista de termos que a população mexicana utilizou para descrever a palma durante o <i>Cross Cultural Study</i>	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AACC	<i>Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists</i>
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	<i>Association Official Analytical Chemists</i>
APHA	<i>American Public Health Association</i>
BC	Biscoito controle
BOD	<i>Biochemical Oxygen Demand</i>
BPM	Biscoito de palma com farinha de milho
BPS	Biscoito elaborado com 20 % de farinha de cladódios de palma sem pré-tratamento ultrassônico
BPT	Biscoito de palma com farinha de trigo
BPU	Biscoito elaborado com 20 % de farinha de cladódios de palma com pré-tratamento ultrassônico
CATA	<i>Check All That Apply</i>
CCS	<i>Cross Cultural Study</i>
CCS	Centro de Ciências da Saúde
CCTA	Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar
CLBVB	Caldo Lactose Bile Verde Brilhante
CT	Centro de Tecnologia
CTG	Centro de Tecnologia e Geociências
DB	Departamento de Biotecnologia
EMATER-PB	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural da Paraíba
FCP	Farinha submetida ao pré-tratamento com ultrassom
FSP	Farinha sem pré-tratamento com ultrassom
IDR	Ingestão Diária Recomendada
NMP	Número mais provável
UAM	<i>Universidad Autónoma Metropolitana</i>
UFC	Unidade Formadora de Colônia
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
VET	Valor Energético Total

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1	Palma (<i>Opuntia ficus-indica</i>).....	16
2.2	Farinhas.....	18
2.3	Secagem de alimentos.....	19
2.4	Ultrassom como pré-tratamento de secagem.....	21
2.5	Biscoitos.....	22
2.6	Análise sensorial.....	23
2.6.1	Testes afetivos de aceitação.....	24
2.6.2	Check All That Apply - CATA.....	25
2.6.3	Cross Cultural Study.....	26
3	HIPÓTESE.....	28
4	OBJETIVO.....	28
4.1	Objetivo geral.....	28
4.2	Objetivos específicos.....	28
5	MÉTODOS.....	29
5.1	Desenho de estudo.....	29
5.2	Locais da pesquisa.....	30
5.3	Amostras.....	30
5.4	Etapa 1 – Cinética de secagem da palma, com e sem pré-tratamento ultrassônico, e obtenção das farinhas.....	31
5.4.1	Preparação das amostras.....	31
5.4.2	Pré-tratamento com ultrassom.....	32
5.4.3	Secagem por ar aquecido.....	32
5.4.4	Cinética de secagem dos cladódios de palma e ajustes com modelos matemáticos.....	33
5.4.5	Produção das farinhas.....	34
5.5	Etapa 2 – Qualidade físico-química das farinhas de cladódios de palma.....	35
5.5.1	Acidez, pH e atividade de água das farinhas.....	35
5.5.2	Composição centesimal das farinhas.....	35
5.5.3	Características antioxidantes das farinhas.....	36
5.5.4	Composição mineral das farinhas.....	39

5.6	Etapa 3 – Elaboração e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de biscoitos produzidos com as farinhas de cladódios de palma.....	40
5.6.1	<i>Elaboração dos biscoitos.....</i>	40
5.6.2	<i>Qualidade físico-química dos biscoitos.....</i>	42
5.6.3	<i>Rendimento das farinhas e dos biscoitos.....</i>	43
5.6.4	<i>Controle microbiológico dos biscoitos.....</i>	43
5.6.5	<i>Análise sensorial.....</i>	44
5.7	Etapa 4 – A palma na alimentação humana: <i>Cross Cultural Study</i> entre Brasil e México.....	46
5.7.1	<i>Aceitação sensorial de biscoitos mexicanos de palma (Opuntia ficus-indica).....</i>	46
5.7.2	<i>Cross Cultural Study.....</i>	47
5.8	Análise estatística.....	48
6	RESULTADOS.....	50
7	DISCUSSÃO.....	72
8	CONCLUSÕES.....	85
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	86
	REFERÊNCIAS.....	87
	APÊNDICES.....	100
	APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	101
	APÊNDICE B - AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BISCOITOS ELABORADOS COM FARINHA DE CLADÓDIOS DE PALMA.....	102
	APÊNDICE C - TESTE <i>CHECK ALL THAT APPLY</i> (CATA) DE BISCOITOS ELABORADOS COM FARINHA DE CLADÓDIOS DE PALMA.....	103
	ANEXO.....	104
	ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.....	105

1 INTRODUÇÃO

A palma (*Opuntia ficus-indica*), cactácea pertencente à família *Cactaceae*, é originária do continente americano, mais precisamente do México, e foi introduzida no Nordeste do Brasil por volta de 1880 no estado de Pernambuco. Tem importância socioeconômica em regiões áridas e semiáridas, principalmente nos países em desenvolvimento, ressaltando ótimos resultados para o meio ambiente e para a segurança alimentar e nutricional, uma vez que apresenta compostos funcionais e não tem efeito mutagênico (FIGUEROA-PÉREZ et al., 2016).

Devido à presença significativa de ácido ascórbico, carotenoides, fibras e compostos antioxidantes, a palma apresenta benefícios à saúde, como ações hipoglicêmica, hipolipídica, anticancerígena, neuroprotetora, hepatoprotetora e antiinflamatória. Por isso, vem sendo utilizada na alimentação humana em alguns países (EL-MOSTAFA et al., 2014).

Os cladódios de palma podem ser utilizados na elaboração de farinhas para enriquecer alimentos pobres em fibras e/ou minerais (RAMÍREZ-MORENO et al., 2015). Entretanto, durante o processamento da palma para a produção de farinha, muitas perdas nutricionais ocorrem em decorrência da utilização de processos tecnológicos inadequados. Devido a isso, a secagem convencional por ar aquecido, que vem sendo utilizada desde a antiguidade como um dos principais métodos de preservação de alimentos, tem sido assistida pelo pré-tratamento com ultrassom (CHAIKHAMA; PRANGTHIP, 2015; MARKOWSKI; ZIELINSKA, 2010).

Nesse contexto, a utilização do ultrassom como tratamento prévio à secagem vem sendo muito estudada nos últimos anos devido aos seus resultados promissores, tanto a nível econômico como nutricional. Isso se deve ao fato de que o pré-tratamento ultrassônico reduz o tempo e a temperatura de secagem, bem como preserva as características nutricionais de produtos em geral, quando comparado ao método convencional utilizado isoladamente (DEVAHASTIN; NIAMNUY; SOPONRONNARIT, 2014; AWAD et al., 2012).

Dentre os produtos que podem utilizar a farinha de palma como alternativa funcional destacam-se os de panificação. Dentre estes, os biscoitos se tornam mais evidentes em consequência do seu grande consumo, sendo de ampla aceitação por pessoas de todas as idades, particularmente entre crianças, devido às suas

características atrativas, vida de prateleira e propriedades nutricionais agregadas (PIOVESANA; BUENO; KLAJN, 2013).

Contudo, além das características supracitadas, os biscoitos adicionados de farinha de palma, assim como qualquer outro produto, necessitam ser analisados sensorialmente como forma de avaliar sua aceitação, intenção de compra e preferência, entre outros parâmetros importantes que determinam a sua comercialização. Neste sentido, o bem-estar dos consumidores no momento de uma análise sensorial ou até mesmo na escolha dos alimentos pode influenciar diretamente na atitude destes sobre determinado produto. Assim, objetivando a obtenção de resultados mais completos e fidedignos, têm surgido novas metodologias de caráter subjetivo com o intuito de complementar os tradicionais testes de aceitação (BRUZZONE et al., 2015; ARES et al., 2015).

Deste modo, a demanda da indústria alimentícia pelo desenvolvimento de novos produtos que tragam benefícios à saúde e que sejam economicamente viáveis, associada à necessidade de ampliação do conhecimento acerca do potencial nutricional da palma brasileira, justificam a realização do presente trabalho. Vale ressaltar também que este estudo proporcionará o fornecimento de subsídios para um melhor aproveitamento deste alimento regional com potencial funcional, principalmente em períodos de estiagem no Nordeste brasileiro. Tal fato pode representar uma alternativa de fonte de renda, bem como favorecer a segurança alimentar e nutricional da população.

Ademais, tendo em vista preservar a qualidade do alimento e reduzir custos através da utilização do ultrassom como pré-tratamento, associado ao grande consumo de biscoitos e à sua boa aceitação, ratifica a importância da presente pesquisa. Portanto, a elaboração destes produtos a partir da utilização de farinhas de cladódios de palma sob condições específicas de secagem associado à aplicação de novos testes sensoriais em parceria com o México, maior consumidor mundial desta hortaliça, é amplamente justificada.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Palma (*Opuntia ficus-indica*)

É uma cactácea exótica com elevado número de espécies, o que reflete a sua alta variação genética em decorrência das diferentes condições agroclimáticas das regiões de onde é nativa. A palma cresce, principalmente, em climas áridos e semiáridos e, pode ser encontrada tanto na forma selvagem como na forma cultivada (FIGUEROA-PÉREZ et al., 2016).

Os cladódios da palma do gênero *Opuntia* (Figura 1), para serem considerados de boa qualidade, devem ser colhidos entre 30 a 60 dias após a brotação, com 80 a 120 g e 15 a 20 cm de comprimento, ser tenros, túrgidos e de cor verde brilhante. A composição química desses cladódios é semelhante a da maioria dos vegetais, destacando-se o elevado teor de água, quantidade expressiva de carboidratos, principalmente fibras, e de proteínas, teores significativos de vitamina C e de carotenoides, além da presença de minerais, como cálcio e potássio, e de flavonoides como kaempferol e quercetina (MÉNDEZ et al., 2015; EL-MOSTAFA et al., 2014).



Fonte: Diário do Nordeste.

Figura 1. Cladódios de palma do gênero *Opuntia*.

Devido às suas propriedades nutricionais, os cladódios de palma apresentam potencial funcional significativo. Nesse contexto, é importante ressaltar que, segundo a legislação brasileira vigente, alimento com potencial funcional corresponde à alegação relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente tem no

crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano (BRASIL, 1999).

Quando comparado à alface, o cladódio da palma apresenta pouco mais que o dobro de fibras totais e de vitamina C, 4,1 % e 11 mg/100 g, respectivamente (OSORIO-ESQUIVEL et al., 2011). Entretanto, é importante ressaltar que fatores extrínsecos como a época do ano, tipos de solo, estádios de desenvolvimento e horário de colheita, e fatores intrínsecos como a espécie e a variedade da planta, influenciam diretamente na composição química dos cladódios de palma (PAREDES-LÓPEZ et al., 2015).

Além de ser utilizada como ração animal, a palma apresenta ainda inúmeras utilidades, podendo ser aplicada na indústria farmacêutica, na conservação e recuperação de solos, como fonte de energia ou na fabricação de corante e de mucilagem. Os cladódios desta cactácea também podem ser usados na alimentação humana, uma vez que não apresentam efeito tóxico e/ou mutagênico (FIGUEROA-PÉREZ et al., 2016).

Na alimentação humana, a palma é usada, tradicionalmente no México, desde o Império Asteca, em mais de 200 preparações culinárias, sendo também consumida como alimento exótico nos EUA e em alguns países europeus e asiáticos (EL-MOSTAFA et al., 2014; REYNOLDS; ARIAS, 2001). No Brasil, no semiárido baiano, frutos e cladódios da palma vêm sendo comercializados como fontes de alimentação humana, ainda que de maneira muito sutil. Na Paraíba, a cultura da palma é respaldada pelo Projeto Palmas para o Semiárido, que leva informações aos produtores rurais acerca de seu potencial agroeconômico, bem como das suas diversas aplicabilidades, desde a produção de farelo para a alimentação dos animais até a produção agroindustrial, como a elaboração de cosméticos, doces, sucos, vinhos, licores, iogurtes, dentre outros (LIMA et al., 2012).

Os cladódios da palma podem ser consumidos cozidos, processados em salmoura ou conserva, na forma de molhos, patés, compotas, doces, bebidas, farinha, produtos de panificação, etc. (RAMÍREZ-MORENO et al., 2015; LIMA et al., 2012; CORRALES-GARCÍA et al., 2004). Ayadi et al. (2009) formularam um bolo cuja matéria-prima foi a farinha de cladódios da palma, sendo positivos os resultados da sua análise sensorial. Batista et al. (2010) também elaboraram um produto a partir dos cladódios, uma bebida mista de goiaba e palma, que apresentou

características sensoriais e nutricionais aceitáveis, destacando-se o seu alto teor de ácido ascórbico.

Tais estudos demonstram o potencial nutricional que os cladódios apresentam e que propicia amplamente o seu consumo. Entretanto, ainda são poucas as pesquisas direcionadas para a exploração do seu potencial funcional como fonte na alimentação humana, principalmente no Brasil (EL-MOSTAFA et al., 2014; BATISTA et al., 2010).

Vale ressaltar ainda que a retirada dos acúleos para utilização dos cladódios na alimentação humana resulta em mudanças nas características físico-químicas, bem como na redução da vida útil destes. Portanto, visando manter o potencial nutricional do produto e prolongar a sua vida de prateleira, após a retirada dos acúleos, os cladódios podem ser secos e processados em farinha para posterior utilização (MOUSSA-AYOUB et al., 2014).

2.2 Farinhas

A Resolução RDC nº 263/2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define farinhas como 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, sendo o valor máximo permitido para umidade correspondente a 15,0 % (g/100 g), para garantir padrões de qualidade adequados a este tipo de produto (BRASIL, 2005a).

A mistura de farinhas de produtos não convencionais associada à farinha de trigo melhora a qualidade de alimentos, podendo favorecer a sua palatabilidade e tornando-os mais aceitos pelos consumidores. Ademais, as suas propriedades físico-químicas e possibilidades de agregação de valor nutricional devido à redução de farinha de trigo, propiciam o aumento das propriedades tecnológicas e funcionais do alimento (LIMA et al., 2014).

A adição de farinha de cladódios de palma às comercialmente utilizadas tem demonstrado melhorar as características sensoriais e nutricionais de diversos alimentos, a exemplo de produtos de panificação, como bolos (EL-SAFY, 2013; AYADI et al., 2009), *tortillas* (RAMÍREZ-MORENO et al., 2015) e farinhas, principalmente no que concerne à adição de fibras e de micronutrientes como o

cálcio (CORNEJO-VILLEGAS et al., 2010). Vale ressaltar ainda que o processo de secagem é sumamente importante, uma vez que irá influenciar diretamente na qualidade final dos produtos (BETORET et al., 2015).

2.3 Secagem de alimentos

A secagem é um processo complexo que envolve concomitantemente a aplicação de calor e a remoção de água, ou seja, transferência de calor (aquecimento do produto) e massa (remoção de umidade). Esse método reduz significativamente a atividade de água que afeta o crescimento microbiano, reações enzimáticas e outras reações de origem química e física (GAVA; SILVA; FRIAS, 2008).

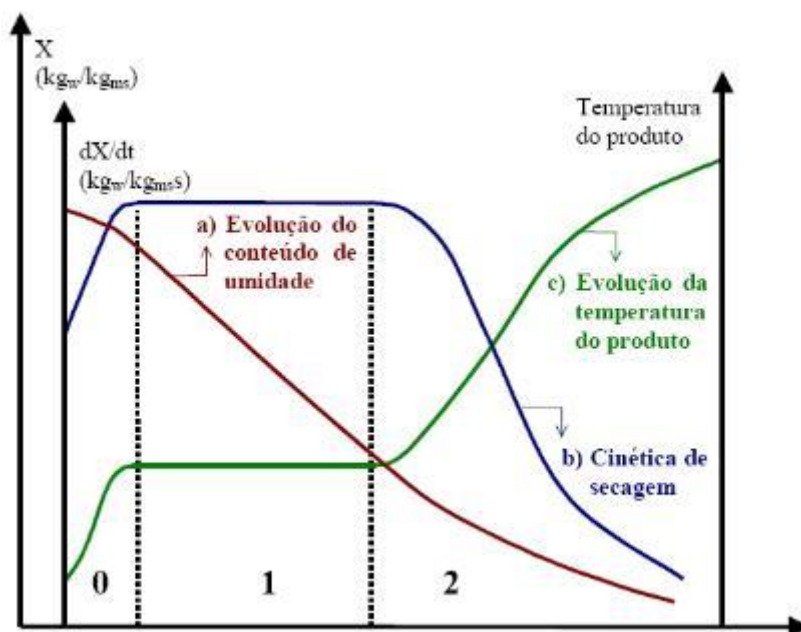
O processo de secagem convectiva consiste na exposição do sólido a ser seco a um fluxo de ar quente, objetivando a evaporação da umidade. Embora a secagem ao ar ofereça produtos desidratados, com vida de prateleira prolongada, a qualidade de um produto seco é geralmente reduzida, principalmente a nível nutricional, quando comparado ao alimento de origem (MARKOWSKI; ZIELINSKA, 2010).

Vários parâmetros internos e externos ao produto influenciam no comportamento de secagem. Os parâmetros externos incorporam a temperatura, velocidade e umidade relativa do ar, enquanto que os parâmetros internos correspondem à densidade, permeabilidade, porosidade, características de sorção e propriedades termofísicas do material a ser seco (AYDIN; KAYA; DEMIRTAS, 2009).

Dentre as vantagens da técnica de secagem de alimentos, pode-se destacar a facilidade na conservação do produto; proteção contra microrganismos; redução de peso; economia de energia por não precisar de refrigeração; disponibilidade do produto em qualquer época do ano, etc. Desse modo, a secagem vem sendo utilizada desde a antiguidade como uma alternativa para reduzir o desperdício de alimentos, facilitar o uso e diversificar a oferta de produtos de fácil utilização e com características sensoriais distintas (BETORET et al., 2015).

O processo de secagem apresenta características próprias e modos de operação que podem gerar importantes alterações. As mudanças do conteúdo de umidade, taxa de secagem e evolução da temperatura do produto são ilustradas na

Figura 2. Tal processo pode ser dividido em três períodos: período de indução, período de taxa constante e período de taxa decrescente (ORDONEZ, 2005).



Fonte: Park; Yado e Brod (2001).

Figura 2. Curva padrão de secagem.

O período de indução está representado na região 0 e é caracterizado pela elevação gradual da temperatura do produto e da pressão de vapor de água. Esse processo continua até a transferência de calor compensar exatamente a transferência de massa. Já o período de taxa constante, representado na região 1, reflete a equivalência entre a transferência de massa e de calor, sendo constante, portanto, a velocidade de secagem. A taxa de secagem seguirá constante enquanto a quantidade de água presente na superfície do produto for suficiente para acompanhar a evaporação. Por fim, o último período da curva de secagem, representado pela região 2, é denominado período decrescente, e expressa uma menor quantidade de água na superfície do produto, reduzindo-se portanto, a transferência de massa e, conseqüentemente, a velocidade de secagem (ORDONEZ, 2005).

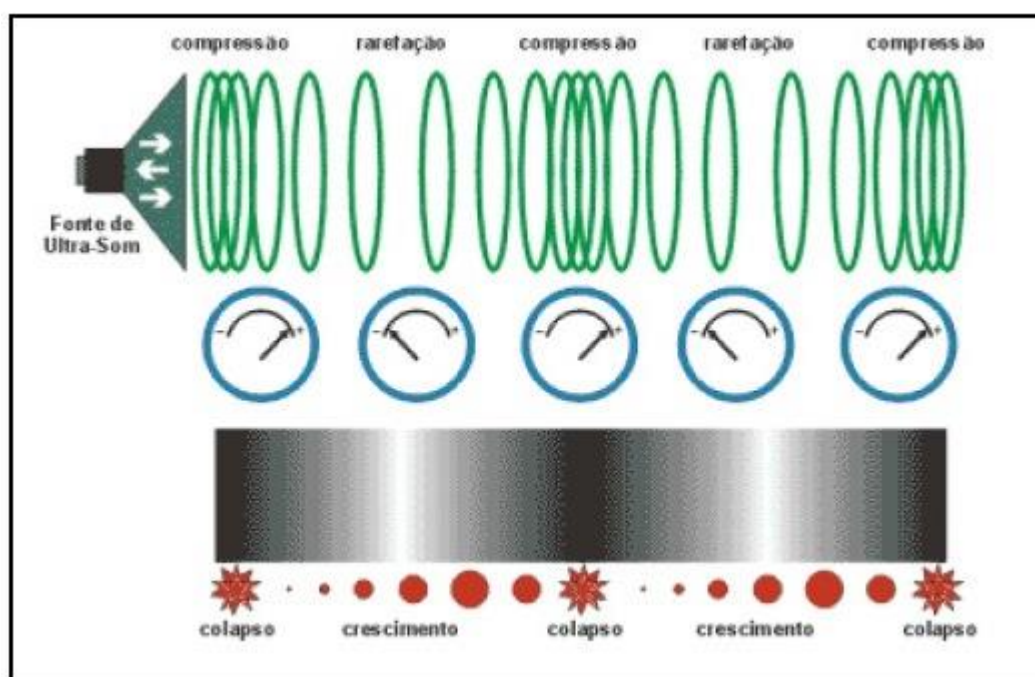
Vale ressaltar ainda que a temperatura de secagem e o tempo de exposição a esse tratamento influenciam diretamente nas características físico-químicas do produto (MULITERNO et al. 2017). Portanto, visando minimizar as perdas nutricionais e, conseqüentemente, manter a qualidade do produto final, a secagem

convectiva vem sendo assistida por outros tratamentos, como o ultrassônico (CHAIKHAMA; PRANGTHIP, 2015; AKHMAZILLAH; FARID; SILVA, 2013).

2.4 Ultrassom como pré-tratamento de secagem

O mecanismo de ação do ultrassom consiste no movimento das ondas ultrassônicas em uma série de rápidas e alternadas compressões. As forças que compõem este mecanismo podem ser superiores à tensão superficial que mantém a umidade no interior dos capilares dos produtos, surgindo assim, canais microscópicos que facilitam a retirada da umidade (CHAIKHAMA; PRANGTHIP, 2015; FERNANDES et al., 2009).

O ultrassom também produz fenômenos de cavitação, que consiste na criação de microbolhas dissolvidas no meio líquido em decorrência dos movimentos das ondas ultrassônicas, conforme ilustrado na Figura 3. O rompimento dessas bolhas resulta no aumento da pressão e da temperatura, propiciando assim, uma secagem mais rápida e eficiente (FABIANO-TIXIER; PINGRET; CHEMAT, 2013).



Fonte: Alfatest.

Figura 3. Formação de bolhas de cavitação em decorrência do uso de ultrassom.

O uso do ultrassom apresenta resultados promissores no processamento, na conservação e na segurança dos alimentos. Esta tecnologia não térmica se destaca

como alternativa aos métodos convencionais de processamento de alimentos para diversos fins, dentre os quais podemos citar a modificação da textura dos produtos, efeitos de emulsificação, modificações nas propriedades funcionais de proteínas alimentares, inativação ou desaceleração da atividade enzimática a fim de prolongar a vida de prateleira e qualidade dos alimentos, inatividade microbiológica, secagem e facilitação da extração de compostos bioativos. As vantagens da utilização dessa tecnologia inovadora são a versatilidade e a diminuição dos custos de produção para a indústria de alimentos (AWAD et al., 2012).

A utilização do ultrassom como pré-tratamento para reduzir o teor de água inicial ou modificar a estrutura dos tecidos, surge com a finalidade de tornar a secagem por ar aquecido mais curta e, conseqüentemente, reduzir os custos de produção e preservar o valor nutricional dos alimentos (NOWACKA et al., 2012). Tal método já foi testado e sua eficiência comprovada em diversos alimentos, dentre os quais podemos citar a manga (MEDEIROS et al., 2016), a maçã (NOWACKA et al., 2012), a batata (SCHÖSSLER; THOMAS; KNORR, 2012), o morango (GARCIA-NOGUERA et al., 2012), a cenoura (VILLAMIEL et al., 2013) e a banana (AZOUBEL et al., 2010).

Vale ressaltar ainda que a farinha de trigo pode ser misturada com farinhas de matérias-primas não convencionais submetidas ao pré-tratamento ultrassônico, como a farinha de cladódios de palma, e a mistura resultante pode ser utilizada na elaboração de produtos de panificação. Nesse grupo de alimentos, os biscoitos se destacam devido ao seu amplo consumo (PINELI et al., 2015) e à possibilidade de agregar valor nutricional (RODRIGUES et al., 2012).

2.5 Biscoitos

A Resolução RDC nº 263/2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária define biscoito ou bolacha como os produtos obtidos pela mistura de farinha(s), amido(s) ou fécula(s) com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não. Podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos (BRASIL, 2005a).

Qualquer que seja a sua origem, atualmente, o biscoito é um produto consumido internacionalmente por todas as classes sociais. Cada país tem, naturalmente, sua preferência por determinada classe, que, tomadas em conjunto,

formam uma extensa seleção de formas, tamanhos, tipos e sabores. No Brasil, o segmento de consumo de biscoitos representa 11 % do mercado (PIOVESANA; BUENO; KLAJN, 2013). Por estes motivos têm-se procurado alternativas com a intenção de torná-los fortificados ou de torná-los fontes de fibras, devido ao grande apelo atual para a melhoria da qualidade de vida através de hábitos alimentares mais saudáveis (RODRIGUES et al., 2012).

A literatura reporta vários estudos que utilizaram a mistura de farinhas de matérias-primas não convencionais associadas à farinha de trigo na elaboração de biscoitos, dentre os quais podemos citar o trabalho desenvolvido por Pineli et al. (2015), que produziram biscoitos com farinha de resíduo de amêndoa brasileira. Rodrigues et al. (2012) desenvolveram biscoitos a partir da farinha de linhaça. Chauhan, Saxena e Singh (2015) formularam biscoitos com farinha de amaranto. Zouari et al. (2016) elaboraram biscoitos com farinha da casca de sésamo de trigo. E, Park, Choi e Kim (2015) desenvolveram biscoitos com okara fresca e farinha de soja. Todos apresentaram boas características nutricionais e apreciável aceitação sensorial.

2.6 Análise Sensorial

Análise sensorial é a área científica que possibilita um controle dos atributos sensoriais de qualidade e utiliza técnicas estatísticas para analisar os resultados da avaliação de produtos de consumo pelos sentidos humanos (visão, olfato, paladar, tato e audição). Ademais, é um meio para os fabricantes de alimentos determinarem a preferência e aceitação do mercado, frente a novos produtos (ARNOTT; PERVAN, 2014).

O desenvolvimento destes novos produtos está diretamente relacionado com as necessidades e tendências ou modismos de consumo da população, que favorecem rápidas tomadas de decisões das indústrias de alimentos para atender às mudanças do mercado consumidor. Um exemplo claro é a crescente procura por alimentos com alegação funcional. Entretanto, para o consumidor não basta que o produto possua excelentes características químicas, físicas ou microbiológicas, as características sensoriais também devem corresponder às expectativas (ARES et al., 2015; MINIM, 2013).

Técnicas de pesquisa qualitativa e quantitativa são bastante utilizadas para se avaliar o comportamento do consumidor com relação a sua escolha por determinado produto. Para tanto, se faz necessário: a) conhecer o mercado, identificando os possíveis consumidores do produto e evidenciando suas perspectivas e demandas; b) observar os fatores que possam motivar determinado grupo da população a agir de uma forma específica, escolhendo determinadas marcas ou produtos no momento da compra e, por último, c) indagar os consumidores acerca de opiniões e crenças a respeito do produto (ARES et al., 2010).

A análise sensorial é, portanto, realizada em função das respostas transmitidas pelos indivíduos às várias sensações que se originam de reações fisiológicas mediante a ação de certos estímulos, gerando a interpretação das propriedades intrínsecas e extrínsecas dos produtos. A utilização da análise sensorial avalia a percepção do cliente e, assim, é possível obter um produto com melhor qualidade sensorial e, conseqüentemente, com maior potencial comercial (STONE; SIDEL, 2004).

Existem diferentes metodologias para se realizar uma análise sensorial, como os tradicionais testes de aceitação, que englobam não apenas a aceitabilidade de produtos, como também a intenção de compra e de preferência destes (FILHO et al., 2014). A literatura também tem reportado novas metodologias de análise sensorial de caráter subjetivo que, quando associadas a estes tradicionais testes objetivos de aceitação, possibilitam a obtenção de resultados mais completos e fidedignos. Entre estas novas metodologias, têm-se destacado o *Cross Cultural Study* - CCS, que analisa as percepções particulares de indivíduos provenientes de diferentes culturas acerca de determinado alimento. Já o teste *Check All That Apply* – CATA consiste numa lista de palavras ou frases na qual os participantes podem selecionar todos os termos que considerem apropriados para descrever o produto. Ambas as metodologias, CCS e CATA, consideram a natureza complexa e individual do ser humano (ARES et al., 2015).

2.6.1 Testes afetivos de aceitação

Os testes de aceitação avaliam o produto através de uma escala de aceitabilidade e ordenam ou analisam os principais atributos que determinam a sua

aprovação. Já a intenção de compra é um processo decisório complexo, influenciado por vários fatores, sendo as características sensoriais determinantes nesta decisão (FILHO et al., 2014).

No teste de aceitação, o participante utiliza uma escala hedônica, geralmente de nove pontos (desde 'desgostei muitíssimo' até 'gostei muitíssimo'), para expressar a aprovação do produto. As amostras são apresentadas de maneira aleatória aos julgadores, que são questionados sobre a aceitação destas, ou seja, baseado na escala dos atributos, os provadores sinalizam se gostam ou desgostam dos produtos em questão. Os principais parâmetros observados são cor, textura, sabor e aspecto global a depender do produto avaliado. O teste de intenção de compra é similar ao teste de aceitação, utilizando escala hedônica, geralmente de cinco pontos, e a resposta abrange desde 'certamente não compraria' a 'certamente compraria' (DUTCOSKY, 2011).

2.6.2 Check All That Apply – CATA

O uso de escalas de intensidade para descrever um grande conjunto de atributos sensoriais pode ser tedioso para os consumidores. Ademais, tem-se relatado elevada variabilidade dos participantes na utilização desse tipo de teste e dificuldades para discriminar as diferenças entre as amostras (ARES; BRUZZONE; GIMÉNEZ, 2011). Normalmente, os consumidores não conseguem justificar claramente as suas decisões e buscam explicações em situações corriqueiras como lembrança de propagandas ou em expectativas pré-estabelecidas. Logo, não se que a característica seja muito marcante, poucas informações se consegue extrair com o teste de aceitação, que utiliza uma escala hedônica (STONE; SIDEL, 2004).

Por esta razão, o uso do teste *Check All That Apply* – CATA surge como uma alternativa para minimizar estes vieses produzidos quando são utilizadas escalas de intensidade (ARES et al., 2015). A metodologia CATA consiste numa lista de palavras ou frases na qual os participantes podem selecionar todos os termos que considerem apropriados para descrever o produto (BRUZZONE et al., 2015).

A metodologia CATA tem a vantagem de ser mais rápida, mais simples e mais fácil para os consumidores porque eles só têm de verificar os termos, sendo uma tarefa muito mais fácil do que medir a intensidade de cada atributo para cada amostra (BRUZZONE et al., 2015). A literatura tem reportado vários estudos que

corroboram as facilidades proporcionadas por este tipo de teste, a exemplo da pesquisa desenvolvida por Ares et al. (2014a), que avaliaram a reprodutibilidade do teste para a caracterização sensorial de produtos. Outro exemplo que pode ser citado é a aplicação do teste CATA na avaliação de sobremesas de chocolate ou de leite, cujos resultados forneceram informações acerca das melhores formulações do produto, ratificando assim, a versatilidade do teste (BRUZZONE et al., 2015; ARES et al., 2010).

2.6.3 *Cross Cultural Study*

A natureza subjetiva do bem-estar dos consumidores sugere uma avaliação também subjetiva de como as pessoas entendem suas próprias vidas a partir de diferentes possibilidades. Este bem-estar subjetivo tem níveis fundamentais que incluem quatro componentes principais: emoções boas, emoções negativas, juízos globais da vida e satisfação com domínios específicos da vida (ARES et al., 2015; DIENER; SCOLLON; LUCAS, 2003).

A percepção sensorial é sentida quando o estímulo envia sinais para o cérebro através dos nervos. Geralmente atribuímos significados a um estímulo, sendo este dependente da nossa representação mental ou do conjunto de crenças ao qual lhe associamos. Isto, por sua vez, leva a que comparemos o estímulo com outros semelhantes que tenhamos tido contato anteriormente. O nosso cérebro tende a relacionar as novas sensações com outras que já existem na memória (SOLOMON, 2009).

Nesse contexto, o *Cross Cultural Study* – CCS analisa as características particulares e também uma predisposição aprendida pelo indivíduo, a qual é construída com base nas suas informações e experiências obtidas. Esse tipo de teste considera o contexto cultural e social do ser humano, que influenciam na opinião positiva ou negativa em relação a determinado produto (ARES et al., 2015).

O *Cross Cultural Study* pode ser realizado através da associação de palavras e/ou frases (ou também denominada associação livre ou perfil *flash*). Trata-se de método qualitativo amplamente utilizado nas áreas de Sociologia e Psicologia por permitir a avaliação de conceitos, crenças e atitudes relacionadas ao comportamento humano. O método baseia-se na suposição de que, ao apresentar

um estímulo ambíguo, e solicitar que o respondente livremente o associe às ideias vindas à sua mente, ocorra um acesso relativamente irrestrito a representações mentais do estímulo, permitindo a obtenção de resultados menos tendenciosos (MINIM, 2013).

Quando se trata da escolha de alimentos, a metodologia de associação livre pode fornecer informações sobre diferenças culturais no que concerne à percepção de produtos, o que conduzirá a diferentes expectativas. Entender estas diferenças é crucial para predizer as escolhas de alimentos, principalmente àquelas baseadas em motivações simbólicas, sociais e morais, que influenciam diretamente sobre o humor e as emoções, bem como os juízos globais da vida e as relações sociais (MACHT, 2008; ROZIN, 2005; NELSON; MCEVOY; DENNIS, 2000).

Nesse sentido, a literatura tem reportado o desenvolvimento de vários *Cross Cultural Studies*, principalmente entre países, como é o caso do estudo desenvolvido por Son et al. (2014), que avaliou a percepção cultural de quatro países (Coreia, Japão, Tailândia e França) em relação ao consumo de arroz, através da associação de palavras. Outro estudo avaliou o consumo de alimentos relacionado ao bem estar em populações de cinco nacionalidades diferentes (França, Portugal, Espanha, Brasil e Uruguai) (ARES et al., 2015). Portanto, a realização de tais estudos é de suma importância porque reflete a aceitação e consumo de alimentos mediante uma percepção cultural, avaliando assim, o potencial comercial destes produtos.

3 HIPÓTESE

- O pré-tratamento com ultrassom na secagem de cladódios de palma (*Opuntia ficus-indica*) para obtenção de farinha a ser utilizada na formulação de biscoitos resulta em um produto com melhor qualidade nutricional, microbiológica e sensorial quando comparado ao tratamento convencional de secagem.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

- Produzir, caracterizar e utilizar a farinha de cladódios de palma (*Opuntia ficus-indica*) no processamento de biscoitos mediante o uso da tecnologia não térmica de ultrassom como pré-tratamento de secagem.

4.2 Objetivos específicos

- Estudar a cinética de secagem dos cladódios de palma com e sem pré-tratamento usando ultrassom;
- Produzir e caracterizar físico-quimicamente as farinhas obtidas a partir de cladódios de palma (*Opuntia ficus-indica*), com e sem pré-tratamento ultrassônico;
- Elaborar biscoitos adicionados das farinhas submetidas a diferentes tratamentos de secagem;
- Avaliar a qualidade microbiológica destes produtos;
- Determinar a qualidade nutricional dos biscoitos produzidos;
- Avaliar a aceitação sensorial dos biscoitos através de testes de aceitação (escala hedônica, intenção de compra e preferência) e *Check All That Apply – CATA*;
- Realizar um *Cross Cultural Study* acerca do uso da palma na alimentação humana entre indivíduos de duas culturas diferentes: Brasil e México, potenciais e tradicionais consumidores, respectivamente.

5 MÉTODOS

5.1 Desenho de estudo

Trata-se de um estudo de natureza experimental, quantitativa e qualitativa. Para tanto, foi realizado a partir da produção, caracterização e utilização de farinhas de cladódios de palma (*Opuntia ficus-indica*), bem como de análises sequenciais (físico-química, microbiológica e sensorial) de biscoitos elaborados a partir dessa matéria-prima, sendo utilizada a tecnologia de ultrassom como pré-tratamento de secagem. O presente trabalho foi dividido em quatro etapas (Figura 4):

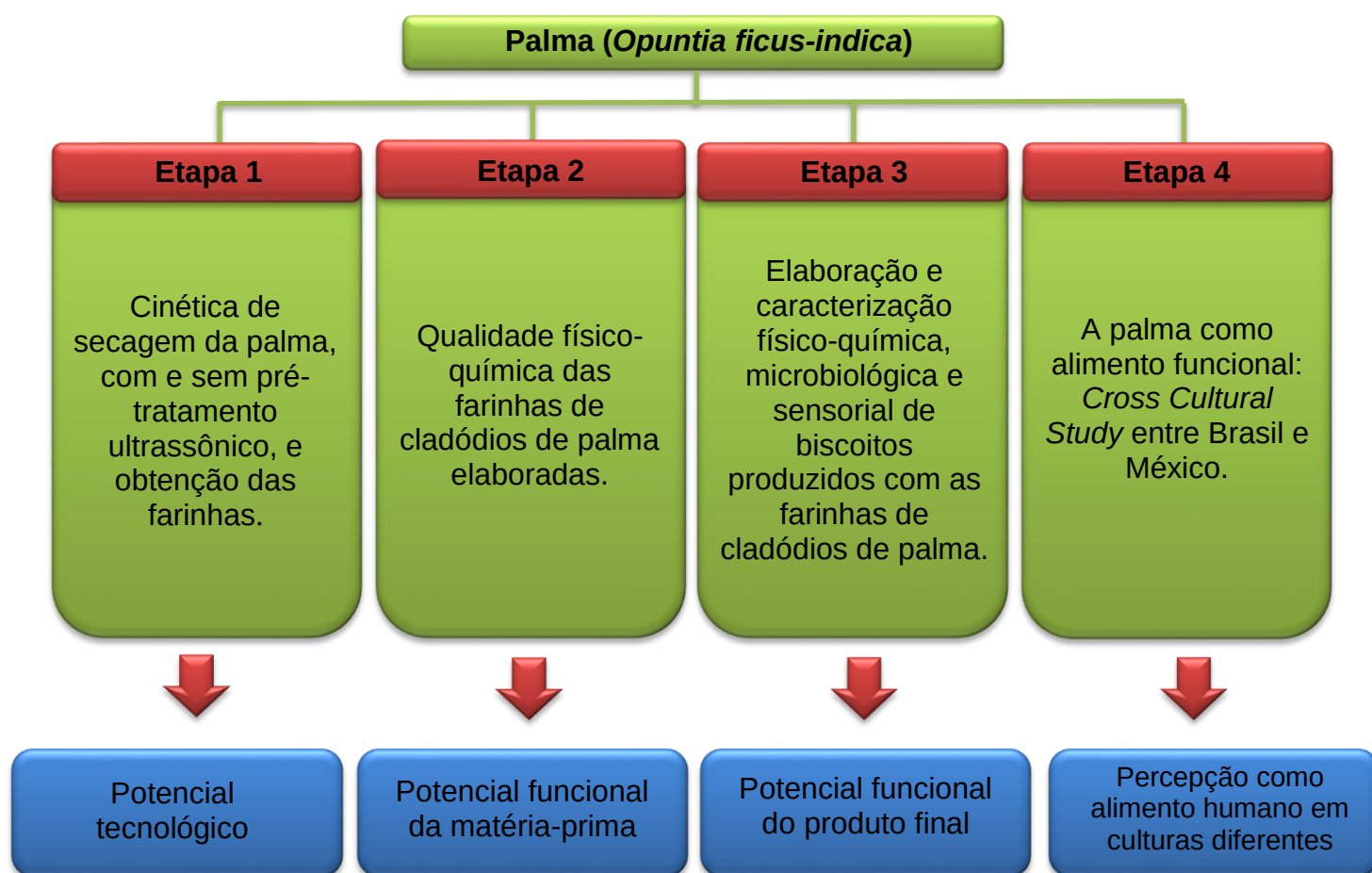


Figura 4. Fluxograma metodológico do trabalho de pesquisa.

5.2 Locais da pesquisa

A pesquisa foi realizada nos laboratórios da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e da Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), do México. No laboratório de Processos Químicos/CTG/UFPE foi realizado o pré-tratamento com ultrassom, seguido da secagem para a obtenção da farinha de cladódios de palma. Os laboratórios de Química Analítica/CCTA/UFCG, Bromatologia/CCS/UFPB, Bioquímica de Alimentos/CT/UFPB e de Microbiologia e Bioquímica dos Alimentos/CCS/UFPB, foram os locais de execução das análises físico-químicas, sendo esse último também local das análises microbiológicas dos biscoitos. O laboratório de Biotecnologia de Frutas e Hortaliças/DB/UAM foi local de treinamento para adequado manejo da palma. O processamento das formulações e a análise sensorial foram realizados no laboratório de Técnica Dietética/CCS/UFPB e, por fim, o *Cross Cultural Study* foi realizado em parceria com o laboratório de Análise Sensorial/DB/UAM.

5.3 Amostras

Os cladódios de palma (*Opuntia ficus-indica*), variedade gigante (verdura), foram fornecidos pela EMATER-PB, situada no município de Algodão de Jandaíra, região do semiárido paraibano, Nordeste do Brasil. Foram colhidos 120 kg de amostra através de dois lotes de 60 kg, sendo o primeiro lote colhido no mês de setembro e o segundo, em outubro de 2015. Ambos os lotes foram provenientes do mesmo cultivar e colhidos sob as mesmas condições visando evitar interferências de fatores extrínsecos como a época do ano, tipos de solo, estádios de desenvolvimento e horário de colheita, e fatores intrínsecos como a espécie e a variedade da planta, uma vez que estas variáveis influenciam diretamente na composição química dos cladódios de palma (PAREDES-LÓPEZ et al., 2015).

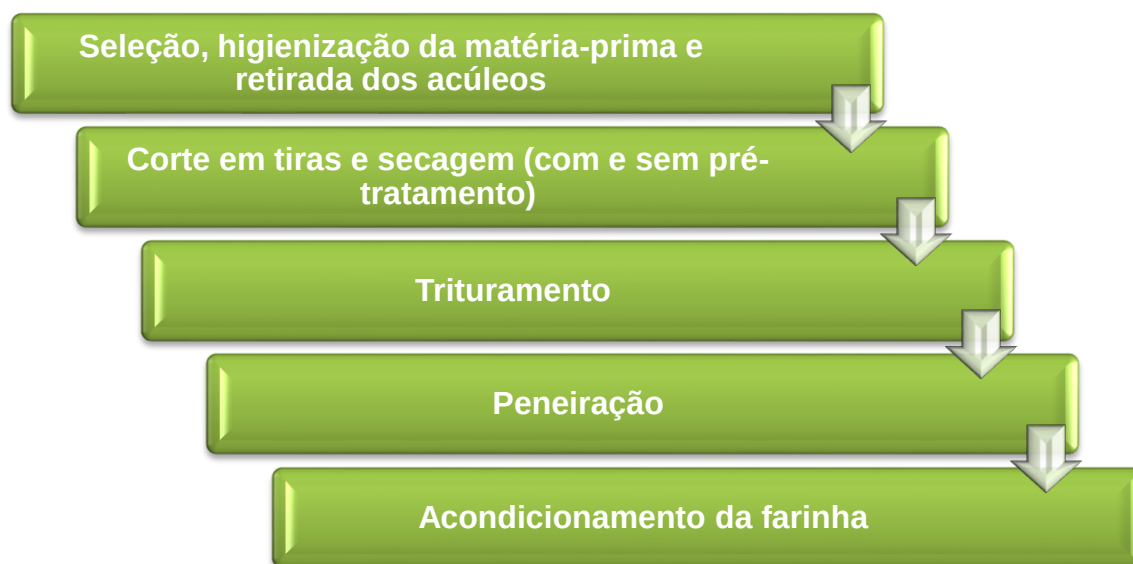
Os cladódios foram colhidos após 45 dias de brotação, em período matutino, às 6 h, cujos critérios de seleção foram: uniformidade da cor (verde brilhante), tamanho das raquetes (15-20 cm) e ausência de fisiopatias.

5.4 Etapa 1 - Cinética de secagem da palma, com e sem pré-tratamento ultrassônico, e obtenção das farinhas

5.4.1 Preparação das amostras

A elaboração das farinhas de cladódios de palma foi realizada de acordo com as etapas descritas na Figura 5. Após a seleção realizada conforme descrito no tópico anterior, as amostras foram submetidas à imersão em solução clorada a 200 ppm por três minutos, para lavagem e desinfecção. Os cladódios permaneceram em caixas plásticas vazadas, a temperatura ambiente por 1h.

Posteriormente, foi realizada a remoção manual dos acúleos dos cladódios, com o auxílio de uma faca. As amostras foram seccionadas em tiras com 17 mm de largura, 3 mm de altura e 150 mm de comprimento, utilizando um multiprocessador de alimentos (Philips Walita®, Brasil). Por último, parte das amostras foram submetidas ao pré-tratamento com ultrassom (FCP) e método de secagem por ar aquecido (FSP), para fins comparativos.



Fonte: Adaptado de Ramírez-Moreno et al. (2015).

Figura 5. Fluxograma da elaboração das farinhas de cladódios de palma (*Opuntia ficus-indica*).

5.4.2 *Pré-tratamento com ultrassom*

Foi utilizado um cladódio para cada corrida experimental, totalizando cinco corridas com diferentes intervalos de tempo (10, 20, 30, 50 e 60 minutos). Após o corte, a amostra foi dividida em dois béqueres de 250 mL contendo água destilada. A relação amostra/água utilizada foi de 1:4 (m/v), sendo 42,5 g de amostra e 170 mL de água em cada béquer, com a finalidade de evitar interferências que comprometessem os resultados. Portanto, o peso inicial total de amostra para cada corrida foi de 85 g.

Em seguida, cada amostra foi submetida a ondas ultrassônicas nos tempos supracitados. Os experimentos foram conduzidos em um banho ultrassônico com termostato (Unique, modelo USC-2850A, Brasil), sem agitação mecânica e temperatura de 30 °C. A frequência de ultrassom utilizada foi de 25 kHz e a intensidade foi de 4870 W/m², sendo os experimentos realizados em triplicata (AZOUBEL et al., 2010).

Após remoção da solução, as amostras de cada grupo foram secas com papel absorvente para retirada do excesso hídrico, pesadas e depois submetidas à etapa de secagem convencional.

5.4.3 *Secagem por ar aquecido*

Para o processo de secagem das amostras com e sem pré-tratamento foi utilizado um secador de leito fixo (secador de bandejas) (Sulab, Brasil), de aço inoxidável, velocidade constante do ar de secagem (2,0 m/s) e temperatura de 45 °C. Para manter a condição de ar constante apenas uma bandeja foi usada com uma única camada de amostra sobre ela. Vale ressaltar ainda que a quantidade de amostra utilizada para a secagem sem pré-tratamento correspondeu à mesma que foi usada nas corridas experimentais com ultrassom, ou seja, um cladódio, totalizando 85 g de massa inicial total.

O sistema de operação do secador consistiu na passagem de ar verticalmente através de bandejas, com recirculação, constituindo um circuito fechado. A pesagem das amostras foi realizada em uma balança semi-analítica digital. Os intervalos de tempo utilizados na pesagem foram de 15 em 15 minutos durante a primeira hora de processo, de 30 em 30 minutos para as duas horas seguintes e de 1 em 1 hora até

que o equilíbrio dinâmico entre a amostra e o ar de secagem fosse alcançado (AZOUBEL et al., 2010).

5.4.4 Cinética de secagem dos cladódios de palma e ajustes com modelos matemáticos

O estudo da cinética de secagem convectiva foi realizado a partir dos dados do adimensional de umidade (MR) (Equação 1), usando os modelos descritos na Tabela 1 (Equações 2-7) para ajuste aos dados experimentais.

$$MR = \frac{X - X_e}{X_o - X_e} \quad (1)$$

Onde: X é o teor de umidade no tempo t (kg água/kg sólido seco); X_o é a umidade inicial (kg água/kg sólido seco) e X_e é o teor de umidade de equilíbrio (kg água/kg sólido seco).

Tabela 1. Modelos utilizados para descrever a cinética de secagem dos cladódios de palma.

Modelo	Equação
Exponencial simples	$MR = \exp(-k t)$ (2)
Page	$MR = \exp(-k (t^n))$ (3)
Henderson e Pabis	$MR = a \exp(-k t)$ (4)
Logarítmico	$MR = a \exp(-k t) + c$ (5)
Exponencial de dois termos	$MR = a \exp(-k t) + b \exp(-w t)$ (6)
Wang e Singh	$MR = 1 + a t + b t^2$ (7)

k, n, a, b, c, w: parâmetros utilizados nos modelos; t: tempo de secagem; MR: adimensional de umidade.

Para verificar o ajuste de todos os modelos aos dados experimentais, foi calculado o erro médio relativo (E), que é definido como a diferença relativa entre os valores experimentais e os preditos (Equação 8).

$$E(\%) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{V_e - V_p}{V_e} \right| \cdot 100 \quad (8)$$

Onde: N é o número de dados experimentais, V_e é o valor experimental e V_p é o valor calculado. Valores de E inferiores ou iguais a 12 % foram considerados como adequados aos dados experimentais.

5.4.5 Produção das farinhas

De posse dos resultados da cinética de secagem dos cladódios de palma, foi definido o tempo ideal de processamento das amostras (equilíbrio dinâmico alcançado em menor tempo de análise), para que estas fossem submetidas ao tratamento experimental estabelecido (30 min de pré-tratamento com ultrassom e 8 h de secagem convectiva). Já para as amostras que não foram submetidas ao pré-tratamento foi utilizado um período de 12 h de secagem convectiva. Em seguida, todas as amostras foram trituradas em multiprocessador (marca Magic Bullet) e peneiradas (80 *mesh*) para obtenção de farinha fina e homogênea (Figura 6). Posteriormente, foram acondicionadas em sacos de polietileno, fechadas e mantidas a temperatura ambiente (26 ± 2 °C), em um ambiente livre de contato com a luz, até a sua análise e utilização na elaboração dos biscoitos.

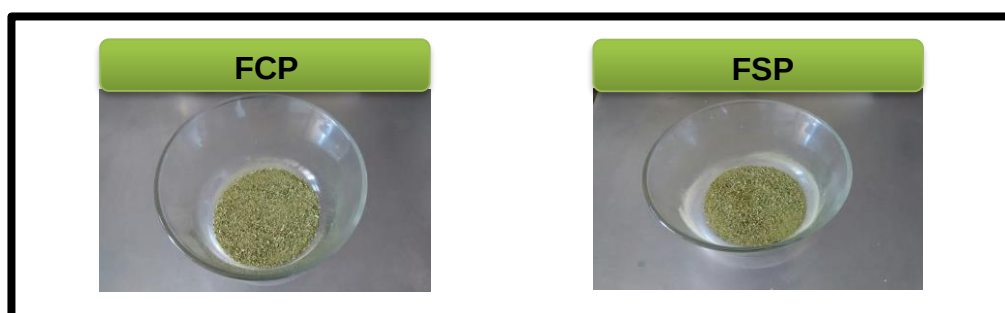


Figura 6. Farinhas de cladódios de palma com e sem pré-tratamento ultrassônico. Legenda: FCP = farinha com pré-tratamento ultrassônico; FSP = farinha sem pré-tratamento ultrassônico.

5.5 Etapa 2 - Qualidade físico-química das farinhas de cladódios de palma

As farinhas foram submetidas às análises de acidez, pH, atividade de água, composição centesimal, perfil fenólico, vitamina C mediante conteúdo de ácido ascórbico, clorofilas (total, a e b), carotenoides totais (utilizando β -caroteno como padrão de referência) e minerais (cálcio, potássio, sódio e fósforo), sendo todas as análises realizadas em triplicada.

5.5.1 Acidez, pH e atividade de água das farinhas

A acidez foi obtida pelo método titulométrico, o pH por determinação potenciométrica em um potenciômetro (Merse, modelo UltraBASIC) e a atividade de água foi aferida diretamente em equipamento medidor (Aqualab, modelo CX2), previamente calibrado (AOAC, 2012).

5.5.2 Composição Centesimal das farinhas

A composição centesimal das farinhas foi determinada mediante as análises de umidade através do método de secagem em estufa a 105 °C por 24 h, resíduo mineral fixo por meio de incineração (com carbonização prévia) a 550 °C, proteínas pelo método de Kjeldahl ($N \times 6,25$), fibras dietéticas (totais, solúveis e insolúveis) pelo método enzimático-gravimétrico (AOAC, 2012), carboidratos totais pelo método de antrona preconizado por Trevelyan e Harrison (1952) e lipídios a partir do método de Folch, de extração com solvente frio (FOLCH; LEES; SLOANE STANLEY, 1957).

- Carboidratos totais

A determinação dos carboidratos totais foi realizada pelo método de antrona preconizado por Trevelyan e Harrison (1952) e adaptado para a amostra do presente estudo. Foi realizado o método colorimétrico baseado na ação hidrolítica e desidratante do ácido sulfúrico concentrado sobre as ligações glicosídicas dos carboidratos. Os açúcares simples desidratados para furfural ou hidroximetilfurfural

se condensaram com a antrona (9,10-dihidro-9-oxoantraceno), dando um produto de coloração azul petróleo, podendo assim, ser analisado por espectrofotometria UV/Vis (Bel, modelo UV-M51, Itália), sendo a absorbância das amostras determinada no comprimento de onda de 620 nm.

Foram utilizadas soluções de glicose ($C_6H_{12}O_6$) (Sigma®) e água destilada para obtenção da curva padrão e para o branco, respectivamente. Uma alíquota de 5,0 mL do reagente de antrona foi adicionada às amostras nos tubos de ensaio contendo 2,0 mL de extrato aquoso (1 g), nos tubos contendo soluções padrão de glicose e nos tubos contendo água destilada. A curva analítica de glicose foi obtida utilizando soluções com concentrações de 50, 100, 150, 200, 250 e 300 $\mu\text{g/mL}$. Os resultados finais foram convertidos e expressos em g/100 g da amostra.

- Valor Energético Total (VET)

O VET foi calculado considerando-se os fatores de conversão de Atwater de 4 kcal/g de proteínas, 4 kcal/g de carboidratos e 9 kcal/g de lipídios.

5.5.3 *Características antioxidantes das farinhas*

As características antioxidantes das farinhas foram avaliadas através das análises de perfil fenólico, vitamina C mediante conteúdo de ácido ascórbico, clorofilas (total, a e b) e carotenoides totais (utilizando β -caroteno como padrão de referência).

- Perfil fenólico

Para a análise do perfil fenólico das farinhas, inicialmente foi realizada uma hidrólise ácida ($\text{pH} = 1$), uma vez que se trata de amostras fibrosas. Foi pesado 1 g da amostra e adicionou-se 10 mL metanol com $\text{HCl } 6 \text{ mol L}^{-1}$, seguido de armazenamento por um período de 30 minutos em estufa a 85°C . Após a hidrólise, a solução foi ajustada a $\text{pH } 2$, foi adicionado 5 mL de éter etílico ao extrato, seguido de centrifugação a 4000 rpm por 10 min para remover qualquer material floculado. O sobrenadante foi cuidadosamente retirado, sendo este submetido à secagem em

rota-evaporador. Por fim, o extrato foi ressuspenso em 500 µL de metanol e armazenado a -5 °C até ser analisado (GRUZ et al., 2011).

A identificação dos compostos fenólicos dos extratos foi realizada através da Cromatografia Líquida de Alta Eficiência de fase reversa, usando o módulo de separação (Shimadzu Corporation, modelo LC-20 AT, Japão) equipado com uma coluna C18 (SUPELCOSIL™ LC-PAH HPLC Column, 250 x 4,6 mm, tamanho de partícula 5 µm, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, EUA) e um detector UV-VISÍVEL (Rheodyne, EUA).

As amostras foram eluídas em um sistema gradiente que consistiu nas seguintes fases móveis: solvente A (2% de ácido acético, v/v) e solvente B (acetonitrila:metanol, 2:1, v/v), em fluxo constante de 1 mL/min. O gradiente de eluição utilizado foi: entre 0-2 min, 30-80% de B; aos 3 min, 40% de B; aos 5 min, 30% de B y aos 7 min, 20% de B. A temperatura da coluna foi mantida a 40 °C, o volume de injeção foi de 20 µL e a leitura foi realizada em 280 nm, identificando assim, os principais ácidos fenólicos e flavonoides com base na fórmula molecular, no padrão de fragmentação e pela comparação dos tempos de retenção com os padrões disponíveis comercialmente (Sigma®) dos analitos encontrados. Os resultados foram expressos em mg/100 g da amostra (DUFOO-HURTATO et al., 2013).

- Vitamina C

A quantificação de vitamina C mediante análise do conteúdo de ácido ascórbico foi determinada por titulação e, conseqüente redução da solução de Tillmans (2,6 diclorofenolindofenol de sódio) a partir dos extratos das amostras, que foram preparados com ácido oxálico para promover a solubilização, seguido de centrifugação a 4000 rpm por 5 minutos para homogeneização. Para esta determinação foram utilizadas aproximadamente 15 g de amostra e o resultado foi calculado conforme exposto na Equação 9, sendo expresso em mg de ácido ascórbico/100 g da amostra (AOAC, 2012).

$$V_c = \frac{V \times F \times 100}{p} \quad (9)$$

Onde: V é o volume gasto na titulação; F é o fator de correção da solução e p é o peso da amostra.

- Clorofilas total, a e b

Os conteúdos de clorofilas (total, a e b) foram determinados utilizando a metodologia preconizada por AOAC (2012). Aproximadamente 50 mg das amostras foram homogeneizadas com alíquotas de 2,5 mL de acetona 85 % a 5 °C (v/v) durante 5 minutos. Em seguida, outros 10 mL de acetona 85 % a 5 °C (v/v) foram adicionados, homogeneizados, seguido de centrifugação a 4000 rpm durante 5 minutos. Posteriormente, os sobrenadantes foram cuidadosamente coletados, sendo as absorbâncias lidas em espectrofotômetro de UV/VIS (Bel, modelo UV-M51, Itália) nos comprimentos de onda de 660 nm e 642,5 nm. Os resultados foram obtidos através das Equações 10, 11 e 12, sendo expressos em mg de clorofila/100 g da amostra.

$\text{Clorofila total} = 7,12 A_{660} + 16,8 A_{642,5}$	(10)
--	------

$\text{Clorofila a} = 9,93 A_{660} - 0,777 A_{642,5}$	(11)
---	------

$\text{Clorofila b} = 17,6 A_{642,5} - 2,81 A_{660}$	(12)
--	------

- Carotenoides totais

O conteúdo de carotenoides totais foi determinado de acordo com o método descrito por Rodriguez-Amaya (1999), utilizando β -caroteno p.a. (Sigma®) como referência do método do padrão externo.

Foram pesadas 2 g de amostra, que foram extraídas com solução de 10 mL de acetona 85 % a 5 °C (v/v), sendo separadas e diluídas em éter de petróleo. O extrato teve a sua absorbância mensurada no comprimento de onda de 450 nm. A concentração de carotenoides totais do extrato foi calculada a partir da curva analítica, utilizando soluções padrão de β -caroteno nas concentrações 1,2; 2,5; 3,7; 5,1; 6,3 mg L⁻¹. Os resultados foram expressos em mg de β caroteno/100 g da amostra.

É importante ressaltar que foram tomadas as devidas precauções para evitar a perda dos compostos analisados que apresentavam fotossensibilidade,

termossensibilidade e rápida degradação (fenólicos, ácido ascórbico, clorofilas, carotenoides), priorizando assim, a proteção contra a luz e elevadas temperaturas, rapidez na execução das análises, dentre outros cuidados.

5.5.4 Composição mineral das farinhas

Para a análise de minerais, inicialmente foi realizada a digestão nitro-perclórica, para destruição da matéria orgânica da amostra. O extrato foi obtido mediante adição de 6 mL da mistura de HNO_3 + HClO_4 na relação de 2:1 (v/v) a 500 mg ($\pm$ 0,1 mg) de material seco, sob aquecimento (550 °C). Foram utilizadas alíquotas das amostras para determinar a concentração de fósforo por espectrofotometria de absorção molecular, na qual o fósforo foi convertido em ortofostato durante o processo de digestão ácida, seguido da determinação colorimétrica deste composto. O método utilizado foi o do ácido ascórbico, no qual houve uma reação entre o ortofosfato e o reagente combinante, resultando na redução do ácido fosfomolibdico e, consequente geração de uma cor característica: o azul de molibdênio. Portanto, quanto maior a intensidade da coloração, maior foi a concentração deste analito na amostra. A leitura foi realizada no comprimento de onda de 420 nm por espectrofotometria UV/VIS (A. Científica, modelo EEQ9011B.UV-B) (AOAC, 2012).

Os teores de cálcio, potássio e sódio foram determinados por espectrometria de absorção com atomização em chama, que parte do princípio da excitação de elétrons por fonte de energia, sendo esta devolvida na forma de fóton de luz, que absorve a radiação ultravioleta do elemento químico em questão, sendo esta absorção apenas a da radiação em comprimento de onda característico dos analitos em questão [520 nm para K (coloração lilás); 423 nm para Ca (vermelho-tijolo) e 589 nm para Na (amarelo intenso)] (Hitachi, modelo Z6100, Japão) (AOAC, 2012).

Vale ressaltar que, para todos os minerais estudados, o extrato da digestão foi convertido previamente a cinzas e solubilizado em HCl a 10 %, sob aquecimento, para dissolução de compostos indesejáveis. Também foram utilizados padrões dos analitos (Sigma®), cujas soluções foram preparadas por diluição, e o equipamento foi programado para estabelecer a curva analítica e fornecer diretamente em concentração das amostras (mg/100 g da amostra).

5.6 Etapa 3 - Elaboração e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de biscoitos produzidos com as farinhas de cladódios de palma

5.6.1 Elaboração dos biscoitos

Foram produzidos e caracterizados três tipos diferentes de biscoitos: um controle com 100 % de farinha de trigo (BC) e dois experimentais, com substituição parcial da farinha de trigo por 20 % da farinha de cladódios de palma. Um dos biscoitos experimentais foi elaborado a partir da farinha obtida com o pré-tratamento ultrassônico e o outro com a farinha sem o tratamento prévio, BPU e BPS, respectivamente. Vale ressaltar ainda, que tal percentual foi utilizado uma vez que a literatura tem reportado este valor como concentração máxima a fim de garantir a aceitação sensorial de produtos cuja matéria-prima seja a palma (CASTILLO et al., 2013; EL-SAFY, 2013; AYADI et al., 2009).

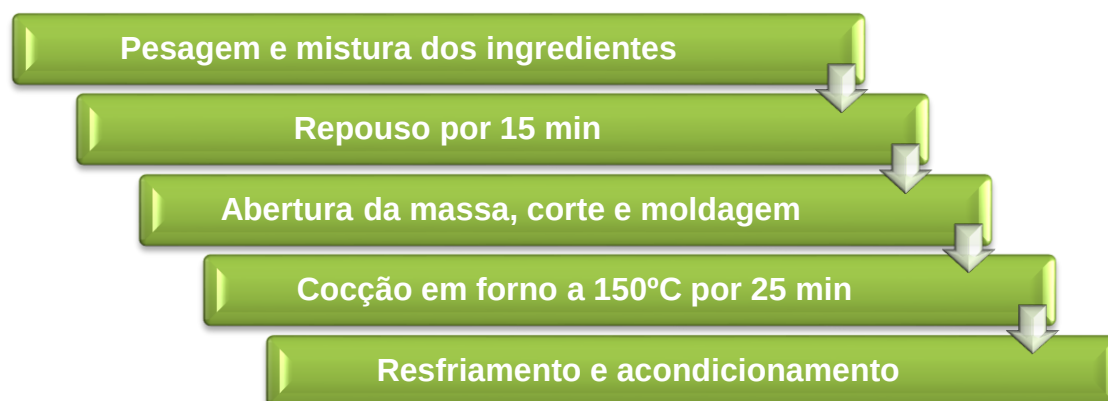
As quantidades dos demais ingredientes foram as mesmas em todas as formulações, os quais foram adquiridos no comércio local (João Pessoa – PB). Os biscoitos foram elaborados no laboratório de Técnica Dietética/CCS/UFPB, baseado nas formulações (Tabela 2) e de acordo com o fluxograma de elaboração de biscoitos (Figura 7), ambos adaptados de Rodrigues et al. (2012).

Tabela 2. Formulação de biscoitos adicionados ou não de cladódios de palma obtidos por diferentes métodos de secagem.

Ingredientes / formulações	BC	BPU	BPS
Farinha de trigo (%)	100	80	80
Farinha de broto de palma (%)	----	20	20
Óleo vegetal (%)	25	25	25
Açúcar branco (%)	25	25	25
Açúcar mascavo (%)	25	25	25
Sal (%)	2	2	2
Fermento (%)	2	2	2
Ovos (%)	0,5	0,5	0,5

* % (p/p) em relação a 100 g (ou 100 %) da farinha (trigo + farinha de broto de palma).

BC – Biscoito controle; BPU – Biscoito formulado com farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento ultrassônico; BPS – Biscoito formulado com farinha de cladódios de palma sem pré-tratamento com ultrassom. Fonte: Adaptado de Rodrigues et al. (2012).



Fonte: Adaptado de Rodrigues et al. (2012).

Figura 7. Fluxograma da elaboração de biscoitos adicionados ou não de cladódios de palma obtido por diferentes métodos de secagem.

Para a elaboração dos biscoitos (Figura 8) foi utilizado o método de mistura em dois estágios: inicialmente os ingredientes secos foram misturados em batedeira e, em seguida, foi adicionada a mistura de ingredientes úmidos. Após esta etapa, o fermento foi adicionado e misturado, deixando a massa em repouso por 15 minutos. Em seguida, a massa foi aberta com cilindro e os biscoitos, moldados com auxílio de uma forma, colocados em assadeiras de aço inoxidável e assados a 150 °C por 25 minutos (tempo determinado pela coloração externa do biscoito – amarelo dourado), resfriados e armazenados em sacos de polietileno, em temperatura ambiente (26 ± 2 °C), até serem analisados físico-química e sensorialmente.

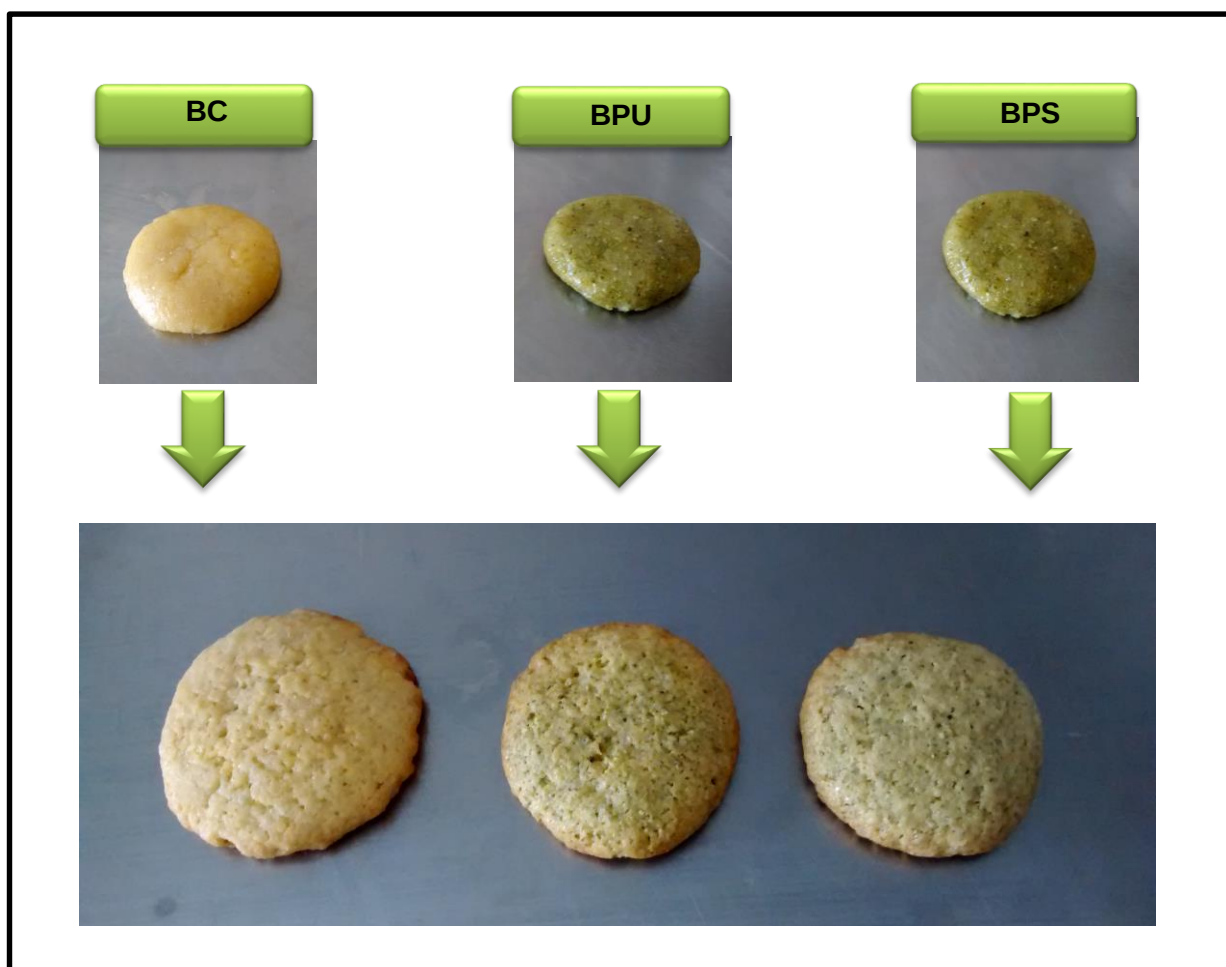


Figura 8. Biscoitos elaborados com farinha de cladódios de palma submetidos ou não ao pré-tratamento com ultrassom. Legenda: BC = biscoito controle; BPU = biscoito elaborado com 20 % da farinha de cladódios de palma submetidos ao pré-tratamento com ultrassom; BPS = biscoito elaborado com 20 % da farinha de cladódios de palma sem pré-tratamento com ultrassom.

5.6.2 Qualidade físico-química dos biscoitos

Os biscoitos foram avaliados quanto ao peso, espessura e diâmetro, antes e após a cocção, conforme procedimentos descritos no método 10-50D da AACC (1995). O diâmetro e a espessura dos biscoitos foram medidos com paquímetro e a pesagem foi feita em balança semi-analítica digital, utilizando 10 biscoitos aleatórios provenientes de duas fornadas, cinco de cada, após terem atingido temperatura ambiente.

Já as análises físico-químicas foram conduzidas com cinco biscoitos, provenientes de uma mesma fornada, escolhidos de forma aleatória. Eles foram analisados quanto a sua acidez e a composição centesimal foi determinada mediante as análises de umidade, resíduo mineral fixo, proteínas, carboidratos totais (TREVELYAN; HARRISON, 1952), fibras dietéticas (totais, solúveis e insolúveis) (AOAC, 2012) e lipídios (FOLCH; LEES; SLOANE STANLEY, 1957).

Foi avaliado também o perfil fenólico por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (DUFOO-HURTATO et al., 2013), vitamina C mediante concentração de ácido ascórbico, clorofilas total, a e b (AOAC, 2012), carotenoides totais determinados de acordo com o método descrito por Rodriguez-Amaya (1999), e minerais (cálcio, potássio, sódio e fósforo) (AOAC, 2012).

5.6.3 *Rendimento das farinhas e dos biscoitos*

Para determinação do percentual de rendimento da farinha de cladódios de palma e dos biscoitos elaborados, foi realizada a pesagem em temperatura ambiente antes e após o processo de secagem da farinha, e nos períodos pré e pós-cocção dos biscoitos. Os resultados foram calculados a partir da Equação 13:

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{(Pf \times 100)}{Pi} \quad (13)$$

Onde: Pf = peso final (farinha); peso final (biscoitos)

Pi = peso inicial (cladódios); peso inicial (massa)

5.6.4 *Controle microbiológico dos biscoitos*

O controle microbiológico dos biscoitos incluiu a enumeração dos coliformes totais e termotolerantes e contagem em placas de bolores e leveduras, que seguiram os métodos analíticos propostos pela American Public Health Association. A pesquisa de *Salmonella* sp. também foi realizada, sendo todas estas análises preconizadas pela Resolução RDC nº 12 que contempla o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos (APHA, 2015; BRASIL, 2001).

De cada produto foram pesados 25 g e homogeneizados em 225 mL de água de peptona tamponada 0,1 % (Oxoid), que corresponde à diluição 10^{-1} . A partir dessa suspensão foram obtidas as diluições subsequentes 10^{-2} e 10^{-3} , respectivamente.

Os coliformes totais (a 35°C) e os coliformes termotolerantes (45 °C) foram enumerados pela técnica do Número Mais Provável (NMP), utilizando Caldo Lactose (CL) (Oxoid) como teste presuntivo. Os tubos gás-positivo foram inoculados no CL e, posteriormente, em Caldo Lactose Bile Verde Brilhante (CLBVB) 2 % (Oxoid). Ambos os testes foram incubados a 35 (± 2 °C) por 48 horas. Os coliformes termotolerantes foram transferidos para o caldo EC (*Escherichia coli*) (Oxoid), seguido de incubação a 45 °C por 24 horas em banho-maria.

Para a contagem em placas de bolores e leveduras foi utilizada a técnica *spread plate* empregando o meio de cultura Batata Dextrose Agar (Oxoid), seguido de incubação a 25-28 °C em B.O.D durante três a cinco dias. As contagens foram expressas em UFC/g.

A pesquisa de *Salmonella* sp. foi realizada pela metodologia convencional, que incluiu a etapa de pré-enriquecimento em água de peptona tamponada 0,1 % seguido de incubação a 35 (± 2 °C) por 24 horas. Em seguida, enriquecimento em caldo Tetrionato e selenito-cistina 35 (± 2 °C) por mais 24 horas, plaqueamento diferenciado em meio XLD, Hektoen Enteric Agar e Bismuto Sulfito Agar (35 ± 2 °C/24 horas). As colônias típicas de *Salmonella* sp. foram isoladas em meio Triple Sugar Iron e Lisin Iron Agar (35 ± 2 °C/24 horas).

5.6.5 Análise sensorial

Por se tratar de uma pesquisa envolvendo seres humanos, o estudo foi realizado de acordo com as recomendações da Resolução 466/2012, após a aprovação e emissão do parecer consubstanciado nº 1.401.816 do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da UFPE (ANEXO A), com prévia assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TECLE (APÊNDICE A) por parte dos voluntários participantes do estudo (BRASIL, 2012a).

- Testes de aceitação

A análise sensorial dos biscoitos foi realizada no laboratório de Técnica Dietética CCS/UFPB, onde foram recrutados 120 julgadores não treinados, mediante disponibilidade de participação e o hábito de consumir biscoito. No experimento foram utilizados testes afetivos (de aceitação, preferência e intenção de compra), com delineamento inteiramente casualizado, três tratamentos (biscoitos BC, BPU e BPS), avaliados em única sessão. Também foi traçado o perfil demográfico dos participantes (gênero, faixa etária e ocupação).

O laboratório dispõe de cabines individuais e ambiente adequado para a realização da análise. Os testes para avaliação dos atributos de cor, aparência, aroma, sabor, textura e avaliação global, foram realizados utilizando escala hedônica de nove pontos (1 = desgostei extremamente, 9 = gostei extremamente), sendo também avaliadas a intenção de compra com escala hedônica de cinco pontos (1 = certamente não compraria, 5 = certamente compraria) e a preferência por ordenação entre as amostras de acordo com a metodologia preconizada por Meilgaard, Civille e Carr (1991), utilizando-se ficha sensorial (APÊNDICE B).

- Check All That Apply - CATA

Após o teste de aceitação, 30 provadores não treinados foram convidados a realizar o teste CATA composto por uma lista de 20 termos relacionados com as características sensoriais dos biscoitos (APÊNDICE C).

Os termos incluídos na lista CATA foram selecionados após prévia validação com realização do Perfil *Flash*, com um painel de 15 provadores treinados. Eles foram recrutados mediante experiência em testes discriminativos e descritivos de diferentes alimentos bem como hábito de consumir produtos de panificação. A análise descritiva foi focada nos atributos textura, cor, aroma e sabor, que são considerados os principais motores do gosto nesta categoria de produto (ARES et al., 2010). No levantamento de termos que caracterizassem os produtos a serem avaliados, os julgadores, em sessão única, observaram as similaridades e diferenças no que concerne aos atributos supracitados.

Os participantes foram assistidos no desenvolvimento do vocabulário, registrando as especificidades encontradas e descrevendo-as sucintamente. A definição dos descritores e das referências utilizadas ocorreu mediante consenso entre os participantes. Em cada avaliação, uma unidade de cada amostra foi servida aos avaliadores a temperatura ambiente em recipientes de plástico marcados com números aleatórios de três dígitos e apresentados de forma balanceada. Foi oferecido ainda água mineral e bolacha de água e sal para limpeza do palato (BRUZZONE et al., 2015).

Após a análise dos resultados obtidos com provadores treinados, foi formulada a lista CATA. Termos opostos foram incluídos para verificar a validade das respostas dos consumidores para o teste e para aumentar o número total de termos inseridos na lista (BRUZZONE et al., 2015). A ordem de apresentação dos termos do teste CATA foi balanceada dentro e entre os consumidores, conforme preconizado por Ares et al. (2014b).

5.7 Etapa 4 - A palma na alimentação humana: *Cross Cultural Study* entre Brasil e México

5.7.1 Aceitação sensorial de biscoitos mexicanos de palma (*Opuntia ficus-indica*)

Uma vez que, por questões sanitárias internacionais, não foi possível levar os biscoitos produzidos no presente estudo para o exterior e, visando realizar análises, entre brasileiros e mexicanos, de aceitação sensorial de produtos cuja matéria-prima seja a palma, foram utilizados biscoitos produzidos e comercializados no México e avaliada, em geral, a possibilidade de incorporar este alimento funcional no Brasil.

A análise sensorial dos biscoitos comerciais de palma (BPM = biscoito de palma com 80 % farinha de milho e BPT = biscoito de palma com 80 % farinha de trigo), sendo estes adquiridos no comércio local da Cidade do México, foi realizada em ambos os países, através do recrutamento de 200 julgadores não treinados de cada nacionalidade. Foi realizado um experimento com desenho completamente aleatorizado e em uma única sessão. As análises de avaliação dos atributos cor, aparência, aroma, sabor e aceitação global foram realizadas mediante a utilização de uma escala hedônica de nove pontos (1 = não gostei extremamente, 9 = gostei

extremamente), sendo a intenção de compra também consultada (1 = definitivamente não compraria, 5 = definitivamente compraria) (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991).

5.7.2 Cross Cultural Study

O estudo foi conduzido no Brasil e no México, onde foram recrutados 200 participantes de cada país, caracterizados quanto ao gênero, faixa etária e grau de escolaridade. Os dados foram coletados em maio de 2016, em ambos os países.

A percepção dos participantes acerca do uso da palma na alimentação humana foi explorada utilizando uma abordagem qualitativa e quantitativa através de quatro questões, sendo duas subjetivas e as demais objetivas, previamente validadas (Tabela 3) (ARES et al., 2015). A abordagem qualitativa compreendeu duas tarefas de associação de palavras (perguntas 1 e 2) e objetivou explorar aspectos específicos da palma, que visam identificar a associação espontânea dos participantes com esta hortaliça tanto num contexto geral como relacionado com a alimentação humana, levando em consideração a sua realidade cultural. A abordagem quantitativa compreendeu duas questões (perguntas 3 e 4), nas quais os participantes dos diferentes países foram questionados no que concerne à palma e seus benefícios à saúde bem como no que diz respeito ao seu potencial como alimento humano de caráter funcional.

Tabela 3. Questões utilizadas para explorar a percepção de indivíduos de duas culturas acerca do uso da palma na alimentação humana.

Questão	Descrição das perguntas
1	Quais são as primeiras quatro palavras que vêm à sua mente quando se fala em palma? Citar da mais relevante a menos relevante.
2	Você consome palma? Cite motivos que justifiquem a sua resposta.
3	Você sabia que a palma apresenta diversos benefícios para a saúde?
4	A palma auxilia no combate à diabetes, doenças cardiovasculares e diversos tipos de câncer. Sabendo disso, você compraria um produto elaborado com a palma?

Fonte: Adaptado de Ares et al. (2015).

Os questionários foram realizados com o auxílio da ferramenta *google docs*, sendo redigidos nos idiomas oficiais de cada país, português para o Brasil e espanhol para o México. As perguntas foram apresentadas de maneira independente para evitar vieses e a previsão de duração do teste foi de 5 minutos.

Todas as palavras válidas mencionadas pelos participantes foram consideradas na análise de dados. Inicialmente, todos os dados brutos foram padronizados para o inglês, respeitando as especificidades culturais, sendo utilizado o processo denominado *back-translation*, a fim de garantir a homogeneidade no processo de codificação (BRISLIN, 1970). A frequência de referência de cada palavra foi calculada para cada país. Em seguida, os dados foram analisados agrupando as respostas em exclusivas e exaustivas categorias (KRIPPENDORFF, 2004). As frases e palavras mencionadas pelos participantes foram categorizadas por triangulação (GUERRERO et al., 2010). Três pesquisadores diferentes, previamente treinados, avaliaram os dados, sendo o resultado final obtido de forma consensual entre estes, para equilibrar as influências subjetivas dos indivíduos (GUERRERO et al., 2009).

Considerando-se a natureza experimental do estudo, categorias citadas com uma frequência mínima de 5 % foram selecionadas como um ponto de corte para evitar a perda de uma grande quantidade de informações (GUERRERO et al., 2010; VIDAL; ARES; GIMÉNEZ, 2013). Frequências de menção de palavras, categorias e as dimensões de cada país foram calculadas sem considerar se as palavras foram fornecidas pelo mesmo participante ou por diferentes participantes. Por isso, as frequências relativas de menção de categorias/dimensões podem ser maiores que 100 % (GUERRERO et al., 2010).

5.8 Análise estatística

Os parâmetros para ajuste de modelos aos dados de secagem obtidos experimentalmente foram obtidos mediante utilização do programa *Statistic*.

A composição centesimal e aceitação sensorial dos biscoitos foram avaliadas estaticamente pela comparação de médias mediante Análise de Variância (ANOVA) e do teste de Tukey ao nível de 95 % de confiança. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa estatístico *Sigma Stat* versão 4.0.

Para a análise dos dados obtidos no *Cross Cultural Study* foi aplicado o programa estatístico R versão 3.3.1 e o XLSTAT 2016, para obter uma visualização mais clara da relação entre as categorias e os países (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2016).

Para análise dos resultados obtidos no teste CATA, a frequência de uso de cada atributo sensorial foi determinada por contagem do número de consumidores que utilizaram esse termo para descrever cada amostra. A análise de correspondência (CA) foi utilizada para obter uma representação bidimensional das amostras e da relação entre estas e os termos do teste CATA (BRUZZONE et al., 2015).

6 RESULTADOS

- Etapa 1 - Cinética de secagem da palma, com e sem pré-tratamento ultrassônico, e obtenção das farinhas

O pré-tratamento de 30 minutos em banho ultrassônico foi o que apresentou o equilíbrio dinâmico entre a amostra e o ar de secagem em menor período de tempo, reduzindo em aproximadamente 4 h o processo de secagem (Figura 9). Portanto, a farinha submetida ao pré-tratamento com ultrassom teve o seu processo de secagem concluído depois de 8 h. Já o equilíbrio dinâmico na farinha que não passou pelo tratamento prévio foi alcançado somente após 12 h. Vale ressaltar ainda que não houve diferença estatística significativa nas três repetições de cada corrida realizada ($p < 0,05$).

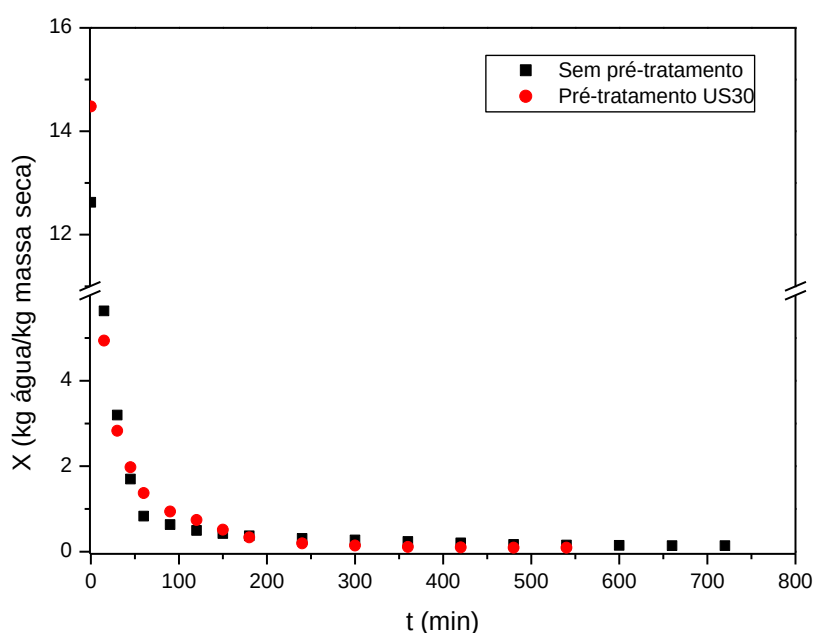


Figura 9. Cinética de secagem dos cladódios de palma.

Os ajustes dos modelos aos dados experimentais de secagem dos cladódios de palma, submetidos ao pré-tratamento ultrassônico de 30 minutos ou que não foram submetidos ao tratamento prévio, e os parâmetros obtidos foram descritos na Tabela 4. Verifica-se que o modelo exponencial de dois termos foi o que apresentou melhor ajuste (Figura 10).

Tabela 4. Parâmetros dos modelos matemáticos de secagem, erro relativo médio (E) e coeficiente de determinação (R^2) para as amostras de cladódios de palma secas.

Modelo	Com pré-tratamento ultrassônico			Sem pré-tratamento		
	Parâmetros	E (%)	R^2	Parâmetros	E (%)	R^2
Exponencial de dois termos	a = 0,7408 k = 0,1131 b = 0,2590 w = 0,0162	5,2432	0,9997	a = 0,1253 k = 0,0147 b = 0,8724 w = 0,0603	11,1468	0,9985
Henderson e Pabis	a = 0,9807 k = 0,0586	45,0479	0,9741	a = 0,9898 k = 0,0490	27,7688	0,9956
Exponencial simples	k = 0,0597	48,6761	0,9736	k = 0,0495	28,2880	0,9954
Page	k = 0,0780 n = 19,0207	85,7143	0,7395	k = 0,0772 n = 19,0340	85,7301	0,6296
Wang e Singh	a = -0,0271 b = 0,0002	111,5052	0,7773	a = -0,0264 b = 0,0002	121,8301	0,8912
Logarítmico	a = 0,8583 k = 2,2843 c = 0,1417	133,8332	0,9139	a = 0,8446 k = 1,6002 c = 0,1554	149,5606	0,8253

*k, n, a, b, c, w: parâmetros utilizados nos modelos; t: tempo de secagem; E: erro relativo médio; R^2 : coeficiente de determinação.

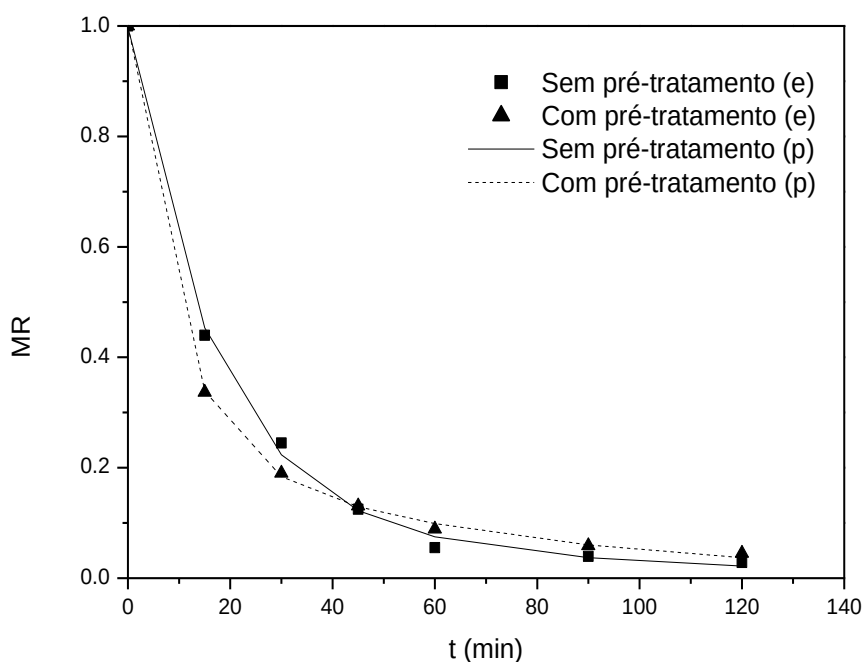


Figura 10. Pontos experimentais (e) e preditos (p) do adimensional de umidade (MR) para a curva de secagem dos cladódios de palma utilizando o modelo exponencial de dois termos.

- Etapa 2 - Qualidade físico-química das farinhas de cladódios de palma

Na Tabela 5 estão expressos os valores médios para os parâmetros físico-químicos das farinhas obtidas com e sem pré-tratamento ultrassônico. Houve diferença estatística significativa entre as duas amostras de farinha para os parâmetros acidez e pH ($p < 0,05$), sendo a farinha de cladódios de palma com pré-tratamento de sonicação a que apresentou os maiores valores médios para acidez e, consequentemente, menores para pH. Ambas as farinhas apresentaram alto teor de carboidratos totais, resultando em produtos de elevado valor calórico. Também se destacaram as elevadas concentrações de cinzas, proteínas e fibras dietéticas totais, solúveis e insolúveis.

Tabela 5. Parâmetros físico-químicos das farinhas elaboradas com e sem pré-tratamento ultrassônico.

Parâmetros	FCP	FSP
Acidez titulável ¹	3,42±0,06a	3,11±0,01b
pH	3,89±0,05b	4,01±0,07a
Atividade de água	0,42±0,00a	0,40±0,00a
Umidade (%)	8,91±0,02a	8,87±0,02a
Cinzas ²	23,32±0,01a	23,11±0,04a
Carboidratos totais ²	60,99±0,08a	60,57±0,03a
Proteínas ²	12,77±0,02a	12,48±0,01a
Lipídios ²	1,44±0,03a	1,23±0,09a
Fibras dietéticas totais ²	48,99±0,07a	48,91±0,05a
Fibras dietéticas solúveis ²	10,03±0,05a	9,04±0,02a
Fibras dietéticas insolúveis ²	37,87±0,08a	36,98±0,09a
VET ³	308,00±0,00a	303,27±0,00a

¹g/100 mL de ácido cítrico. ²g/100 g da amostra. ³VET = valor energético total (kcal/100 g).

Médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). FCP – Farinha com pré-tratamento ultrassônico; FSP – Farinha sem pré-tratamento ultrassônico.

Na Figura 11 está expressa a curva analítica da glicose que foi utilizada para quantificar a concentração de carboidratos no presente estudo.

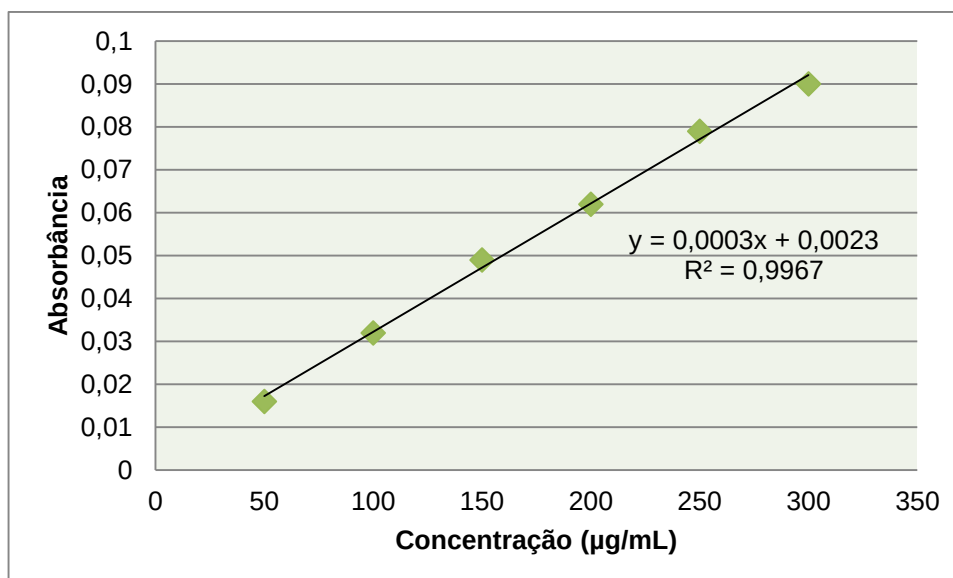
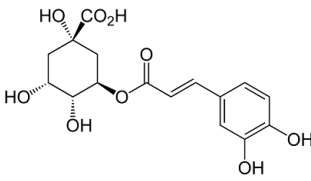
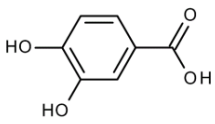
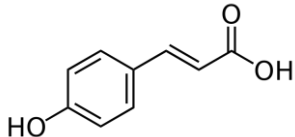
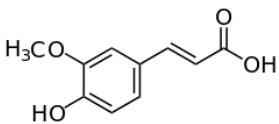
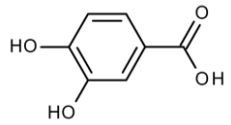
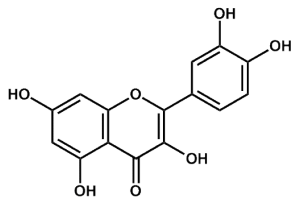
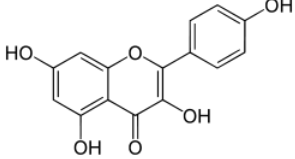


Figura 11. Curva de calibração de glicose.

Uma das formas de verificar as características antioxidantes das farinhas foi através do perfil fenólico, sendo identificados e quantificados os sete principais ácidos orgânicos e flavonoides encontrados nesse produto nas condições cromatográficas previamente estabelecidas (Tabela 6), sendo os demais encontrados em quantidades traço (a exemplo do ácido salicílico, 4-hidroxibenzoico, nicotiflorin e rutina). Houve diferença estatística significativa para todos os compostos entre as farinhas elaboradas ($p < 0,05$), com destaque para o ácido ferúlico, 3,4-dihidroxibenzóico, quercetina e kaempferol, que apresentaram aproximadamente concentrações 25, 54, 48 e 25 % maiores, respectivamente, na farinha submetida ao pré-tratamento com ultrassom.

Tabela 6. Principais ácidos fenólicos e flavonoides encontrados nas farinhas.

Nome sistemático	Fórmula estrutural	[] FCP	[] FSP
Ácido clorogênico		4,12±0,01a	3,55±0,02b
Ácido gálico		3,01±0,00a	2,49±0,01b
Ácido p-cumárico		16,09±0,01a	15,02±0,02b
Ácido ferúlico		33,89±0,01a	27,01±0,01b
3,4-dihidroxibenzóico		7,71±0,00a	5,02±0,01b
Quercetina		49,78±0,01a	33,67±0,01b
Kaempferol		168,95±0,00a	134,66±0,01b

*concentração em mg/100 g. Médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). FCP – Farinha com pré-tratamento ultrassônico; FSP – Farinha sem pré-tratamento ultrassônico.

Ainda visando avaliar as características antioxidantes das farinhas, têm-se, na Tabela 7, os valores médios dos resultados obtidos nas análises de vitamina C, clorofilas (total, a e b), e de carotenoides totais. Houve diferença estatística significativa para todos os parâmetros analisados ($p < 0,05$) e a farinha submetida ao pré-tratamento ultrassônico apresentou 23 % maior conteúdo de vitamina C, 8 % maior concentração de clorofila total e aproximadamente o dobro do teor de carotenoides em comparação ao valor encontrado para a farinha que não foi

submetida ao pré-tratamento. Na figura 12 está representada a curva analítica de β caroteno utilizada na determinação de carotenoides totais no presente estudo.

Tabela 7. Características antioxidantes das farinhas de cladódios de palma com e sem pré-tratamento ultrassônico.

Parâmetros	FCP	FSP
Vitamina C ¹	56,55±0,04a	45,91±0,01b
Clorofila total ²	164,22±0,09a	151,98±0,21b
Clorofila a ²	88,44±0,06a	79,01±0,03b
Clorofila b ²	42,14±0,08a	38,91±0,09b
Carotenoides totais ³	2,91±0,03a	1,58±0,05b

¹mg de ácido ascórbico/100 g da amostra. ²mg/100 g da amostra. ³mg de β -caroteno/100 g da amostra. Médias $\pm$ desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). FCP – Farinha com pré-tratamento ultrassônico; FSP – Farinha sem pré-tratamento ultrassônico.

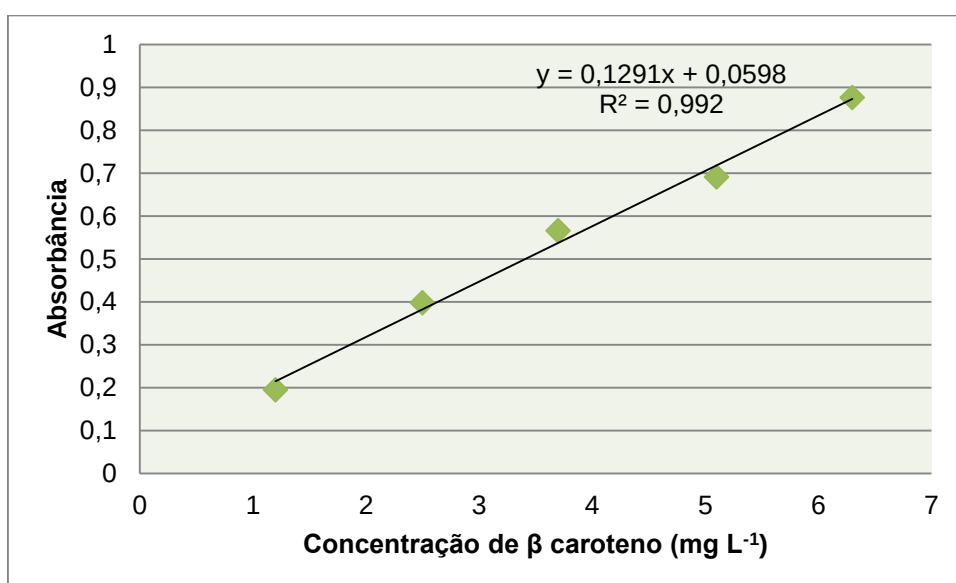


Figura 12. Curva de calibração de β caroteno.

Não houve diferença estatística significativa entre as amostras ($p < 0,05$) com relação às concentrações de minerais (Tabela 8). As farinhas apresentaram baixas quantidades de fósforo, moderado teor de sódio e elevadas concentrações de cálcio e potássio.

Tabela 8. Conteúdo de minerais nas farinhas de cladódios de palma com e sem pré-tratamento ultrassônico.

Minerais	FCP	FSP
Potássio (K)	2517,13±0,07a	2514,00±0,09a
Cálcio (Ca)	630,49±0,01a	628,92±0,02a
Sódio (Na)	62,95±0,08a	62,41±0,03a
Fósforo (P)	0,08±0,02a	0,07±0,01a

*mg/100 g da amostra. Médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). FCP – Farinha com pré-tratamento ultrassônico; FSP – Farinha sem pré-tratamento ultrassônico.

As farinhas elaboradas com cladódios de palma apresentaram um rendimento entre 13 e 10 %, com e sem pré-tratamento, respectivamente, havendo diferença estatística significativa entre estas (Tabela 9).

Tabela 9. Rendimento das farinhas.

Parâmetros	Farinhas	
	FCP	FSP
Peso inicial dos cladódios (g)	500±0,00a	500±0,00a
Peso Final das farinhas (g)	65,22±0,08a	54,35±0,05b
Rendimento (%)	13.04±0,00a	10,87±0,00a

Médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). FCP – Farinha com pré-tratamento ultrassônico; FSP – Farinha sem pré-tratamento ultrassônico.

- Etapa 3 - Elaboração e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de biscoitos produzidos com as farinhas de cladódios de palma

Na Tabela 10 estão expressos os valores médios de 10 unidades de cada formulação de biscoito referentes aos dados físicos (diâmetro, espessura e peso) dos biscoitos controle e experimentais com e sem pré-tratamento ultrassônico, nos períodos pré e pós-cocção. Observa-se uma redução estatisticamente significativa no tamanho dos biscoitos associada ao aumento de espessura e de peso destes ($p < 0,05$), ao comparar o biscoito controle com os experimentais.

Tabela 10. Características físicas dos biscoitos elaborados com farinhas de cladódios de palma submetidas ou não ao pré-tratamento com ultrassom.

Características	Biscoitos		
	BC	BPU	BPS
Diâmetro pré-cocção	40,02±0,00a	40,02±0,00a	40,02±0,00a
Diâmetro pós-cocção	41,96±0,01a	41,45±0,03b	41,41±0,09b
Diferença	1,94±0,00a	1,43±0,00b	1,39±0,00b
Espessura pré-cocção	4,12±0,00a	4,12±0,00a	4,12±0,00a
Espessura pós-cocção	4,32±0,07b	4,51±0,01a	4,56±0,01a
Diferença	0,20±0,00b	0,39±0,00a	0,44±0,00a
Peso pré-cocção	5,05±0,00a	5,05±0,00a	5,05±0,00a
Peso pós-cocção	4,02±0,07b	4,38±0,08a	4,35±0,04a
Diferença	-1,03±0,00b	-0,67±0,00a	-0,70±0,00a

*diâmetro e espessura em mm e peso em g. Médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). BC – Biscoito controle; BPU – Biscoito formulado com farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento ultrassônico; BPS – Biscoito formulado com farinha de cladódios de palma sem pré-tratamento com ultrassom.

Com relação aos parâmetros físico-químicos dos biscoitos, houve diferença estatística significativa entre as amostras controle e experimentais para os parâmetros de acidez, umidade, cinzas, carboidratos totais, proteínas e fibras dietéticas totais, solúveis e insolúveis ($p < 0,05$) (Tabela 11). Os biscoitos experimentais apresentaram aproximadamente 12 vezes a quantidade inicial de fibras dietéticas totais, solúveis e insolúveis quando comparado ao biscoito controle. O significativo conteúdo de carboidratos resultou em valores calóricos elevados entre as amostras.

Tabela 11. Parâmetros físico-químicos de biscoitos elaborados com farinhas de cladódios de palma submetidas a diferentes pré-tratamentos.

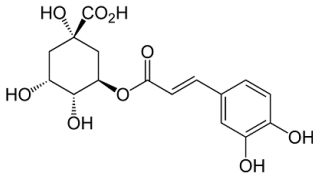
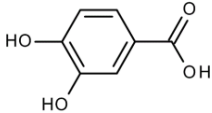
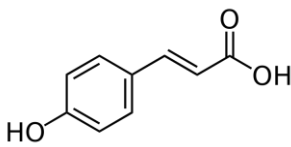
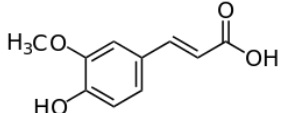
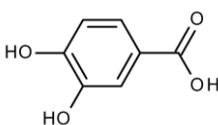
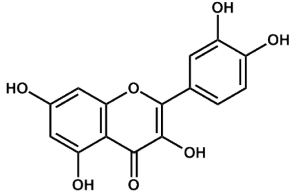
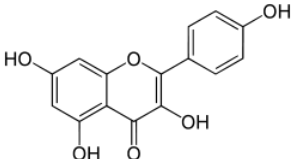
Parâmetros	Biscoitos		
	BC	BPU	BPS
Acidez titulável ¹	0,16±0,03b	0,27±0,05a	0,28±0,09a
Umidade (%)	6,99±0,04b	9,57±0,06a	9,41±0,01a
Cinzas ²	1,01±0,06b	2,87±0,03a	2,82±0,08a
Carboidratos totais ²	78,99±0,03b	82,01±0,08a	81,90±0,03a
Proteínas ²	5,21±0,07b	7,44±0,03a	7,39±0,08a
Lipídios ²	2,04±0,09a	2,12±0,06a	2,09±0,02a
Fibras dietéticas totais ²	0,27±0,08b	3,31±0,02a	3,29±0,09a
Fibras dietéticas solúveis ²	0,12±0,03b	1,31±0,04a	1,27±0,08a
Fibras dietéticas insolúveis ²	0,14±0,02b	1,95±0,06a	1,93±0,09a
VET ³	355,16±0,00b	376,88±0,00a	375,97±0,00a

¹g/100 mL de ácido cítrico. ²g/100 g da amostra. ³VET = valor energético total (kcal/100 g).

Médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). BC – Biscoito controle; BPU – Biscoito formulado com farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento ultrassônico; BPS – Biscoito formulado com farinha de cladódios de palma sem pré-tratamento com ultrassom.

Em todos os biscoitos o perfil fenólico diferiu estatisticamente, conforme ilustrado na Tabela 12 ($p < 0,05$). O biscoito elaborado com farinha de cladódios de palma submetidos ao pré-tratamento ultrassônico foram os que apresentaram os melhores resultados, enquanto que no biscoito controle não foram encontrados compostos fenólicos. O biscoito experimental com farinha que não foi submetida ao pré-tratamento de sonicação apresentou aproximadamente apenas 36, 33, 48, 54 e 59 % do teor de ácido clorogênico, gálico, p-cumárico, ferúlico e 3,4-dihidroxibenzóico e de quercetina e kaempferol, respectivamente, encontrado no biscoito experimental cuja farinha foi submetida ao pré-tratamento.

Tabela 12. Principais ácidos fenólicos e flavonoides encontrados nos biscoitos.

Nome sistemático	Fórmula estrutural	[] BC	[] BPU	[] BPS
Ácido clorogênico		¹ NE	0,25±0,01a	0,09±0,01b
Ácido gálico		¹ NE	0,15±0,01a	0,05±0,02b
Ácido p-cumárico		¹ NE	2,11±0,00a	1,02±0,01b
Ácido ferúlico		¹ NE	5,53±0,01a	2,99±0,00b
3,4-dihidroxibenzóico		¹ NE	0,61±0,00a	0,33±0,00b
Quercetina		¹ NE	8,49±0,01a	5,01±0,02b
Kaempferol		¹ NE	41,18±0,00a	24,89±0,01b

*concentração em mg/100 g. ¹NE = composto não encontrado. Médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). BC – Biscoito controle; BPU – Biscoito formulado com farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento ultrassônico; BPS – Biscoito formulado com farinha de cladódios de palma sem pré-tratamento com ultrassom.

Ainda com relação às características antioxidantes, o biscoito controle não apresentou vitamina C nem clorofilas (total, a e b), enquanto que houve diferença estatística significativa para os parâmetros vitamina C e carotenoides totais dos biscoitos experimentais, sendo o elaborado com farinha submetida ao pré-tratamento o que apresentou maiores valores médios ($p < 0,05$) (Tabela 13). Vale ressaltar ainda que o biscoito com farinha sem pré-tratamento ultrassônico

apresentou apenas 16 % dos carotenoides totais encontrados no biscoito cuja farinha foi submetida à sonicação, e este último apresentou aproximadamente o triplo de vitamina C.

Tabela 13. Características antioxidantes dos biscoitos elaborados com farinhas de cladódios de palma sob diferentes condições.

Parâmetros	Biscoitos		
	BC	BPU	BPS
Vitamina C ¹	¹ NE	15,01±0,03a	4,98±0,07b
Clorofila total ²	¹ NE	21,44±0,05a	20,87±0,08a
Clorofila a ²	¹ NE	13,50±0,02a	12,01±0,03a
Clorofila b ²	¹ NE	7,12±0,07a	6,91±0,07a
Carotenoides totais ³	0,05±0,09c	0,89±0,03a	0,14±0,02b

¹mg de ácido ascórbico/100 g da amostra. ²mg/100 g da amostra. ³mg de β-caroteno/100 g da amostra. ¹NE = composto não encontrado. Médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). BC – Biscoito controle; BPU – Biscoito formulado com farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento ultrassônico; BPS – Biscoito formulado com farinha de cladódios de palma sem pré-tratamento com ultrassom.

Na Tabela 14 estão expressos os valores médios referentes ao teor de minerais dos biscoitos. Não houve diferença estatística significativa entre as amostras experimentais para todos os minerais analisados. Os biscoitos experimentais apresentaram quantidades significativamente maiores para os minerais potássio e cálcio em comparação ao biscoito controle, enquanto que a concentração de fósforo foi baixa entre as amostras.

Tabela 14. Conteúdo de minerais nos biscoitos elaborados.

Minerais	Biscoitos		
	BC	BPU	BPS
Potássio (K)	0,12±0,09b	449,10±0,04a	448,04±0,03a
Cálcio (Ca)	0,07±0,01b	121,41±0,01a	119,12±0,07a
Sódio (Na)	1,23±0,03b	15,35±0,02a	15,01±0,03a
Fósforo (P)	¹ NE	0,01±0,00a	0,01±0,00a

*mg/100 g da amostra. ¹NE = composto não encontrado. Médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). BC – Biscoito controle; BPU – Biscoito formulado com farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento ultrassônico; BPS – Biscoito formulado com farinha de cladódios de palma sem pré-tratamento com ultrassom.

Os biscoitos experimentais apresentaram maior rendimento da massa e, conseqüentemente, da quantidade de biscoitos produzidos, havendo diferença estatística significativa entre as três amostras analisadas ($p < 0,05$) (Tabela 15).

Tabela 15. Rendimento dos biscoitos.

Parâmetros	Biscoitos		
	BC	BPU	BPS
Peso inicial da massa (g)	500±0,00a	500±0,00a	500±0,00a
Peso Final dos biscoitos (g)	412,90±0,8c	432,21±0,06a	421,43±0,05b
Rendimento (%)	82,58±0,00c	86,44±0,00a	84,29±0,00b
Unidades de biscoitos (und)	103±0,00c	108±0,00a	105±0,00b

Médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). BC – Biscoito controle; BPU – Biscoito formulado com farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento ultrassônico; BPS – Biscoito formulado com farinha de cladódios de palma sem pré-tratamento com ultrassom.

Na Tabela 16 estão apresentados os resultados para o controle microbiológico dos biscoitos. O biscoito elaborado com farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento com ultrassom foi o que apresentou menor contagem em placa de bolores e leveduras, diferindo estatisticamente dos demais biscoitos ($p < 0,05$).

Tabela 16. Análise microbiológica dos biscoitos.

Parâmetros	Biscoitos		
	BC	BPU	BPS
Contagem em Placas Bolores e Leveduras ¹	3,9 x 10 ² ±0,01a	2,5 x 10 ¹ ±0,01b	3,8 x 10 ² ±0,02a
Coliformes Totais ²	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Coliformes Termotolerantes ²	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Salmonela	Ausência/25g	Ausência/25g	Ausência/25g

¹UFC/ g. ²NMP/ g. Médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). BC – Biscoito controle; BPU – Biscoito formulado com farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento ultrassônico; BPS – Biscoito formulado com farinha de cladódios de palma sem pré-tratamento com ultrassom.

O perfil dos julgadores que participaram da análise sensorial dos biscoitos foi avaliado no que se refere ao gênero, faixa etária e ocupação. Estes foram, majoritariamente, do gênero feminino (67 %), tinham entre 20 e 25 anos de idade (59 %) e eram alunos de graduação (45 %).

Não houve diferença estatística significativa entre as médias das notas para os biscoitos experimentais em todos os atributos avaliados ($p < 0,05$) (Tabela 17). Os atributos cor, aroma e textura diferiram entre o biscoito controle e os experimentais, variando de 'gostei muito' a 'gostei muitíssimo', entretanto a aceitação global foi semelhante entre os biscoitos.

Sobre a intenção de compra, os resultados também diferiram estatisticamente ($p < 0,05$), sendo o biscoito controle o mais aceito, seguido dos biscoitos experimentais, variando de 'provavelmente compraria' a 'certamente compraria'.

Tabela 17. Aceitação sensorial e intenção de compra dos biscoitos produzidos com farinha de cladódios de palma.

Atributos	Biscoitos		
	BC	BPU	BPS
Aparência	8,41±0,11a	8,46±0,22a	8,44±0,18a
Cor	8,92±0,25a	7,22±0,17b	7,20±0,21b
Aroma	8,19±0,12a	7,56±0,14b	7,52±0,15b
Sabor	8,17±0,95a	7,99±0,21a	7,98±0,13a
Textura	8,42±0,10a	7,89±0,18b	7,87±0,15b
Avaliação Global	7,99±0,13a	7,96±0,29a	7,95±0,23a
Intenção de Compra	4,66±0,15a	3,99±0,07b	3,97±0,12b

Médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). BC – Biscoito controle; BPU – Biscoito formulado com farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento ultrassônico; BPS – Biscoito formulado com farinha de cladódios de palma sem pré-tratamento com ultrassom.

O biscoito controle foi o preferido entre os julgadores, seguido dos biscoitos experimentais (Tabela 18), refletindo a intenção de compra anteriormente demonstrada por estes.

Tabela 18. Ordenação da preferência dos julgadores (n = 120) pelos biscoitos elaborados com farinha de cladódios de palma.

Amostras	Número de julgadores por ordem ¹			Soma das ordens ²
	1	2	3	
BC	14	29	77	303±0,00a
BPU	21	41	58	277±0,00b
BPS	23	44	53	270±0,00b

¹1 = menos preferido, 3 = mais preferido. ²Soma das ordens de cada amostra = (1 x nº de provadores) + (2 x nº de provadores) + (3 x nº provadores). Letras minúsculas sobrescritas indicam as diferenças significativas apresentadas entre os biscoitos ($p < 0,05$) pelo teste de Friedman. BC – Biscoito controle; BPU – Biscoito formulado com farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento ultrassônico; BPS – Biscoito formulado com farinha de cladódios de palma sem pré-tratamento com ultrassom.

Na Figura 13 estão representados as amostras e os termos, na primeira e segunda dimensões, da análise de correspondência das frequências obtidas através do teste *Check All That Apply*. Os descritores citados com maior frequência para caracterizar o biscoito controle foram ‘cheiro característico de biscoito’, ‘aspecto uniforme’ e ‘coloração ideal’. Já os termos mencionados com maior frequência para descrever os biscoitos experimentais foram ‘cheiro de mato’, ‘presença de fibras (granulação)’ e ‘coloração escura’.

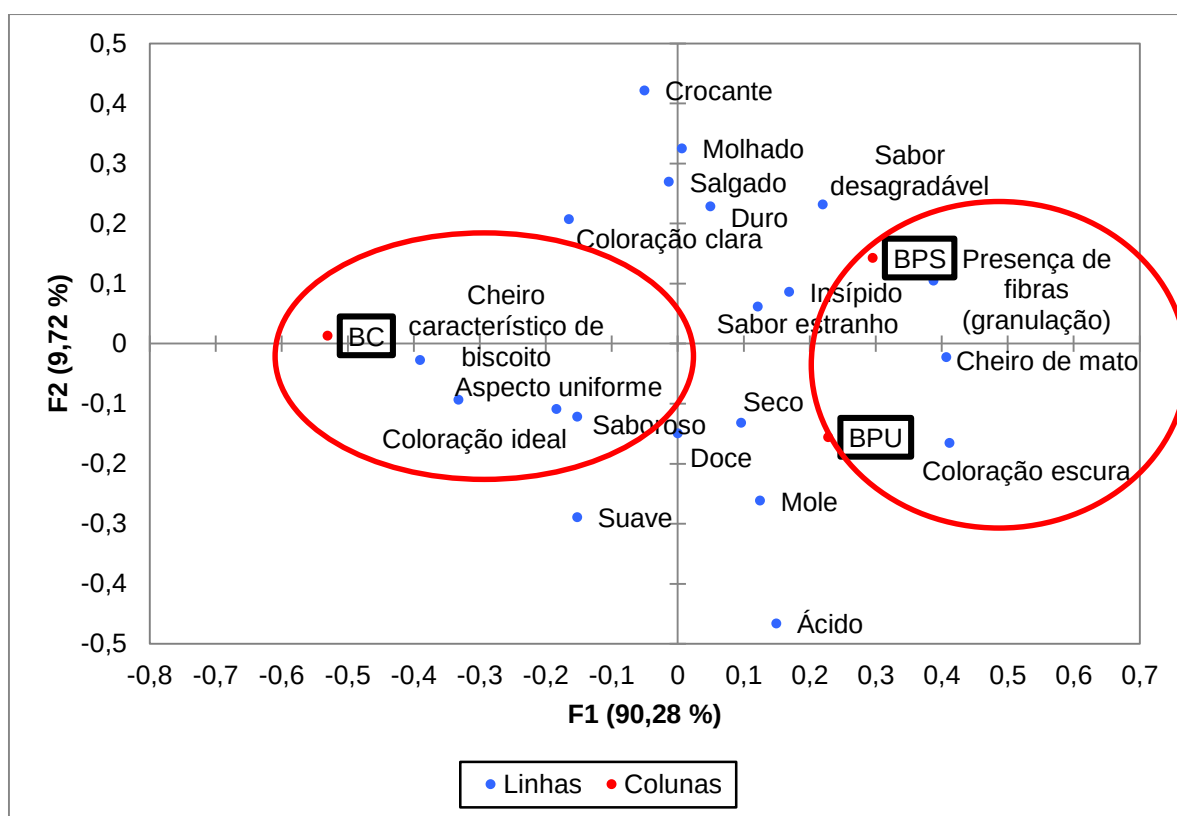


Figura 13. Representação das amostras e dos termos, na primeira e segunda dimensões, da análise de correspondência das frequências obtidas através do teste *Check All That Apply*.

- Etapa 4 – A palma na alimentação humana: *Cross Cultural Study* entre Brasil e México

Na Figura 14 está representado o conhecimento dos participantes da análise sensorial de biscoitos mexicanos de palma acerca das propriedades funcionais desta. Pode-se observar que, no México, os participantes, majoritariamente, têm

conhecimento acerca do potencial funcional desta hortaliça, enquanto que, no Brasil, ocorre o inverso.

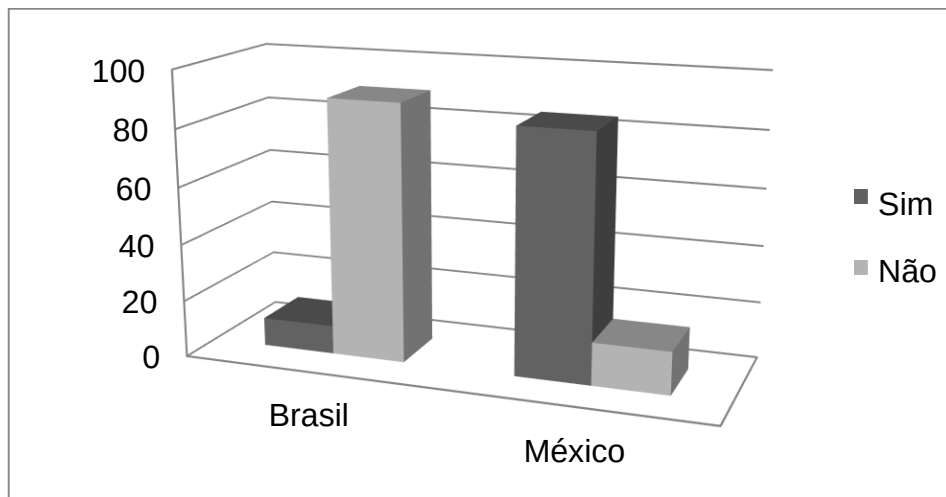


Figura 14. Conhecimento dos participantes da análise sensorial de biscoitos mexicanos de palma acerca do potencial funcional desta.

Na Tabela 19 estão representadas as médias das notas fornecidas pelos participantes durante a avaliação sensorial de biscoitos mexicanos de palma. Houve diferença estatística significativa para as duas amostras analisadas em ambos os países e para todos os atributos, exceto cor. A aceitação variou de ‘gostei moderadamente’ a ‘gostei muito’, sendo o biscoito de palma com farinha de milho o que obteve as melhores notas no México. Já o biscoito de palma com farinha de trigo obteve os melhores resultados no Brasil.

Tabela 19. Análise sensorial de biscoitos mexicanos de palma.

País/Atributos		Aparência	Cor	Aroma	Textura	Sabor	Aceitação global
Brasil	BPM	7,45b	8,01a	7,56b	7,98b	7,32b	7,43b
	BPT	8,20a	7,95a	8,15a	8,11a	8,05a	8,13a
México	BPM	8,04a	7,89a	8,12a	8,12a	8,21a	8,07a
	BPT	7,93b	7,87a	7,79b	7,97b	7,74b	7,88b

Médias $\pm$ desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). BPM – Biscoito de palma com farinha de milho; BPT – Biscoito de palma com farinha de trigo.

A Figura 15 ilustra graficamente a intenção de compra dos julgadores para biscoitos comerciais cuja matéria prima seja a palma. Nela, podemos observar que, no México, 85 % dos participantes ‘definitivamente comprariam’ esse tipo de produto. Já no Brasil, 50 % dos julgadores alegaram que ‘poderiam comprar ou não’, seguido de 20 % que ‘provavelmente comprariam’ e 15 % que ‘definitivamente comprariam’ biscoitos produzidos com palma.

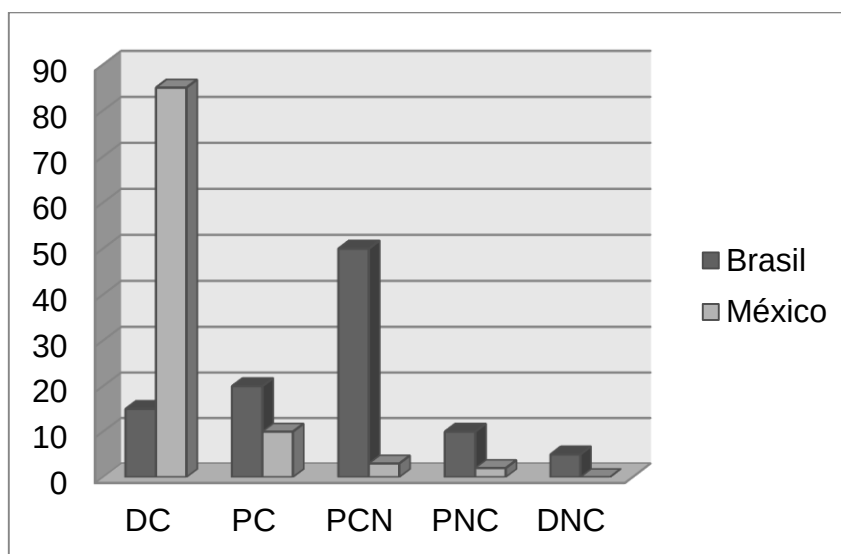


Figura 15. Intenção de compra de biscoitos comerciais de palma. Legenda: DC – Definitivamente compraria; PC – Provavelmente compraria; PCN – Poderia comprar ou não; PNC – Provavelmente não compraria; DNC – Definitivamente não compraria.

Com relação ao *Cross Cultura Study*, na Tabela 20 estão representados os termos que a população brasileira utilizou para caracterizar a palma. Eles foram divididos em três dimensões (características gerais, saúde e interpretação local) e 15 categorias (clima, região, vegetação, origem, alimentação animal, fonte de renda, características/atributos da planta, insegurança alimentar, medicina funcional, alimentação humana, parte do corpo humano, eventos, sons, estado do Brasil, outras plantas). A primeira dimensão foi composta por sete categorias, a segunda por três e a terceira por cinco.

Tabela 20. Lista de termos que a população brasileira utilizou para descrever a palma durante o *Cross Cultural Study*.

Dimensões	Categorias	Termos
Características gerais	Clima	Seco, escassez de chuvas, baixo índice pluviométrico, quente, calor, sol.
	Região	Árida, semiárida, desértica, sertão, interior, seca, campo.
	Vegetação	Caatinga, cerrado, biodiversidade, facilidade de cultivo, cactácea, agronomia, natureza, flora, folha, forrageira, verde.
	Origem	Nordeste do Brasil, México.
	Alimentação animal	Ração, gado, sobrevivência, pastoreio, cabra, vaca, forragem, pasto.
	Fonte de renda	Renda familiar, ajuda, barata, progresso, simplicidade, economia.
	Características/atributos da planta	Resistência, adaptabilidade, praticidade, reserva, água, volumoso, suprimento, espinhosa, estranha, bonita, perigosa, desconhecida.
Saúde	Insegurança alimentar	Pobreza, fome, desnutrição, sede, tristeza, morte, dor.
	Medicina funcional	Remédio, cura, medicinal, vida, cosméticos, nutritivo, fibras, vitaminas, sais minerais, antioxidantes, proteínas, clorofila, inovação, alternativa, importante, potencial.
	Alimentação humana	Culinária, exótica, farinha, sopa, energia, verdura, suco, multimistura, beneficiamento, subproduto, rejeição alimentar, comida mexicana, fruto, figo da Índia, forte, extrato, rancidez, suculência, baba, ruim, gostosa
	Parte do corpo humano	Palma da mão, mão.
Interpretação local	Eventos	Comemoração, festa, aniversários.
	Sons	Barulho, aplausos, aplaudir, toque.
	Estado do Brasil	Tocantins, cidade (Palmas).
	Outras plantas	Banana (palma), óleo (palmeira).

Fonte: Autores (2016).

Já na Figura 16 estão representados os termos e os intervalos de faixa etária, na primeira e segunda dimensões, da análise de correspondência das frequências

obtidas através do *Cross Cultural Study* para a população brasileira. As categorias mais citadas no grupo de faixa etária 'até 25 anos' e 'de 26 a 30 anos' foram 'insegurança alimentar', 'medicina funcional' e 'alimentação humana', que se encontram na dimensão 'saúde'. Já para o grupo 'de 31 a 40 anos', as categorias mais frequentes foram 'alimentação animal', 'características/atributos da planta' e 'vegetação', que se enquadram na dimensão 'características gerais'. O grupo de faixa etária com 'mais de 40 anos' citou majoritariamente as categorias 'sons', 'eventos', 'parte do corpo humano' e 'estado do Brasil', que se encontram na dimensão 'interpretação local'.

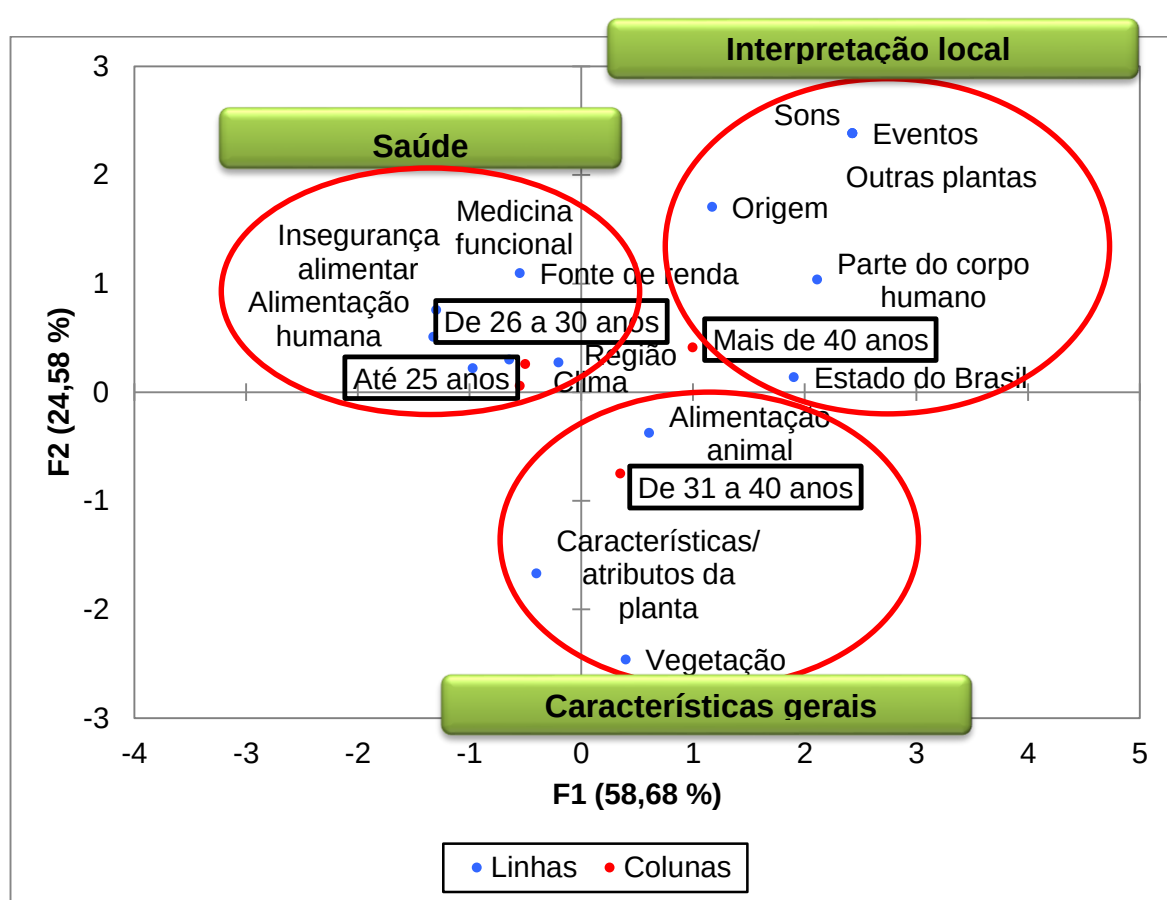


Figura 16. Representação dos termos e dos intervalos de faixa etária, na primeira e segunda dimensões, da análise de correspondência das frequências obtidas através do *Cross Cultural Study* para a população brasileira.

Na Tabela 21 estão representados os termos que a população mexicana utilizou para caracterizar a palma. Eles foram divididos em três dimensões (características gerais, saúde e interpretação local) e 11 categorias (vegetação, características/atributos da planta, economia, origem, aplicabilidades diversas,

gastronomia, aspectos sensoriais, nutrientes, potencial funcional, história mexicana e crenças). A primeira dimensão foi composta por cinco categorias, a segunda por quatro e a terceira por duas.

Tabela 21. Lista de termos que a população mexicana utilizou para descrever a palma durante o *Cross Cultural Study*.

Dimensões	Categorias	Termos
Características gerais	Vegetação	Cacto, cactácea, verde, diversidade, vegetal, terra, abundante, planta, deserto, proteção.
	Características/atributos da planta	Espinhos, caule, natural, popular, benéfica, sustentável, versátil, de alta qualidade, figo da Índia, cladódio, diversas preparações, única, água, essencial, resistente.
	Economia	Exportação, agricultura, econômico, barato, acessível, colheita.
	Origem	México, Milpa Alta, endêmico, mexicano, regional.
	Aplicabilidades diversas	Alimentação, shampoo, creme, multiuso, energia, limpeza, tecnologia, sabão.
	Gastronomia	Comida típica, alimento, <i>tortilla</i> , salada, sopa, assado, suco, prato principal, alimento completo, verdura, alimento fresco, guarnição, tacos, fácil de cozinhar, dieta, elevado consumo.
	Aspectos sensoriais	Baboso, saboroso, viscoso, gostoso, delicioso, consistência, cor, doce, succulento, crocante.
Saúde	Nutrientes	Fibra, vitaminas, proteína, ferro, minerais.
	Potencial funcional	Saudável, medicinal, nutrição, controle da diabetes, saúde, redução de colesterol, boa digestão, dietético, redução de triglicerídeos, reduzido teor de calorias, laxante, diurético, auxilia na perda de peso, propriedades, complemento, medicamento.
	História mexicana	Tradicional, cultura, ícone nacional, identidade, ancestral, mexicas, escudo, símbolo, bandeira, indígena, famosa, transcendência, pátria, raízes nacionais, águia, pré-história, esforço, sociedade, reunião familiar.
Interpretação local		
	Crenças	Milagroso, propriedades curativas, vida.

Fonte: Autores (2016).

Já na Figura 17 estão representados os termos e os intervalos de faixa etária, na primeira e segunda dimensões, da análise de correspondência das frequências obtidas através do *Cross Cultural Study* para a população mexicana. As categorias mais citadas no grupo de faixa etária 'até 25 anos' e 'de 26 a 30 anos' foram 'gastronomia' e 'potencial funcional', e 'aspectos sensoriais' e 'nutrientes', respectivamente, que se encontram na dimensão 'saúde'. Já para o grupo 'de 31 a 40 anos', as categorias mais frequentes foram 'origem' e 'vegetação', que se enquadram na dimensão 'características gerais'. O grupo de faixa etária com 'mais de 40 anos' citou majoritariamente as categorias 'história mexicana' e 'crenças', que se encontram na dimensão 'interpretação local'.

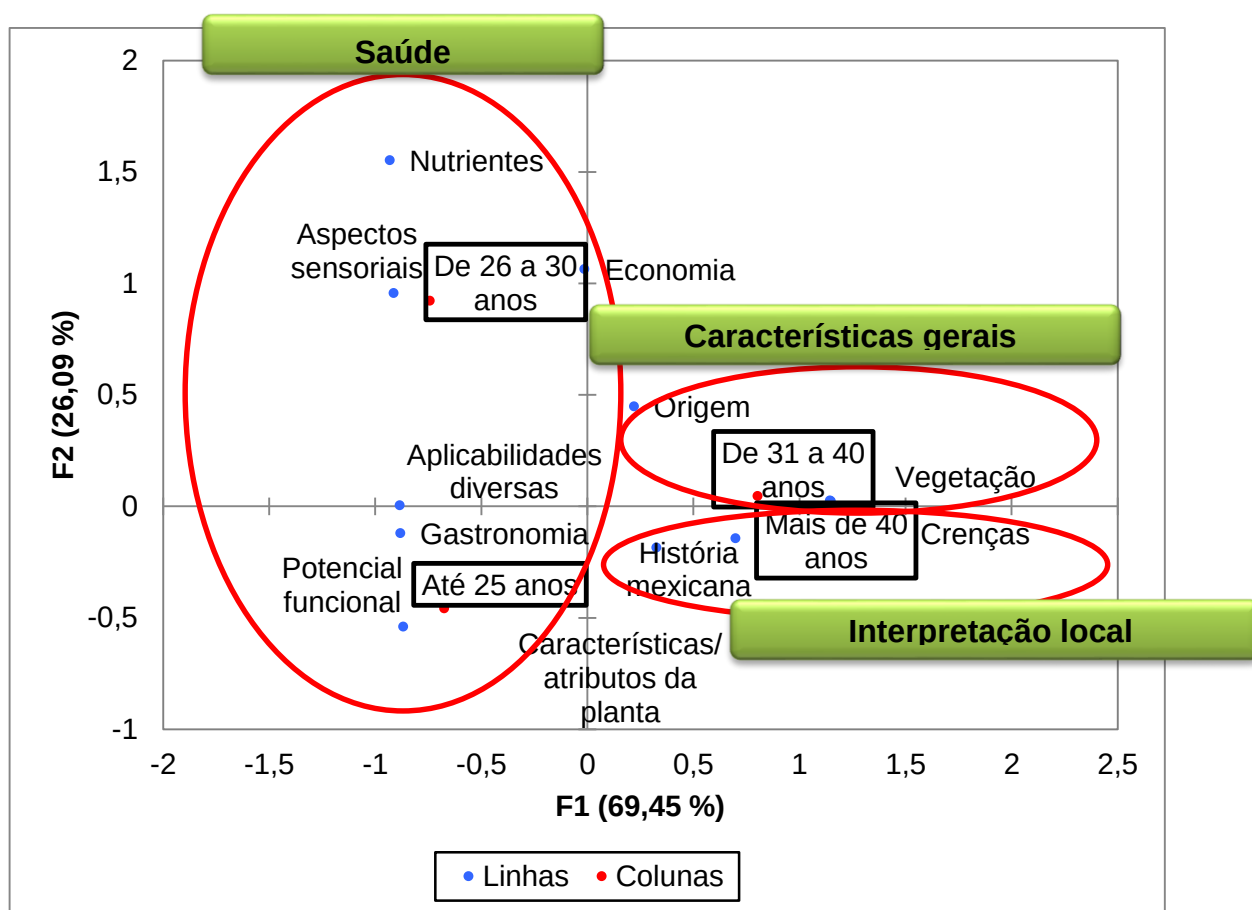


Figura 17. Representação dos termos e dos intervalos de faixa etária, na primeira e segunda dimensões, da análise de correspondência das frequências obtidas através do *Cross Cultural Study* para a população mexicana.

Com relação ao consumo de palma, todos os brasileiros que participaram do teste disseram não consumi-la e as justificativas estão expostas na Figura 18.

Aproximadamente 45 % dos participantes alegaram falta de oportunidade, 30 % falta de informação sobre como consumi-la e 25 % justificaram não consumir palma pelo fato de ser alimento apenas para animais. Já 96 % dos mexicanos alegaram consumir esta hortaliça e os motivos estão ilustrados na Figura 19. Aproximadamente 30 % dos participantes disseram consumi-la por ser saborosa, outros 30 % justificaram que se trata de uma hortaliça que não pode faltar na mesa dos mexicanos, 25 % devido às suas propriedades nutricionais e 15 % por ser um alimento barato. Os 4 % que disseram não consumir a palma justificaram não gostar do seu aspecto baboso (uma vez que apresenta elevada concentração de mucilagem).

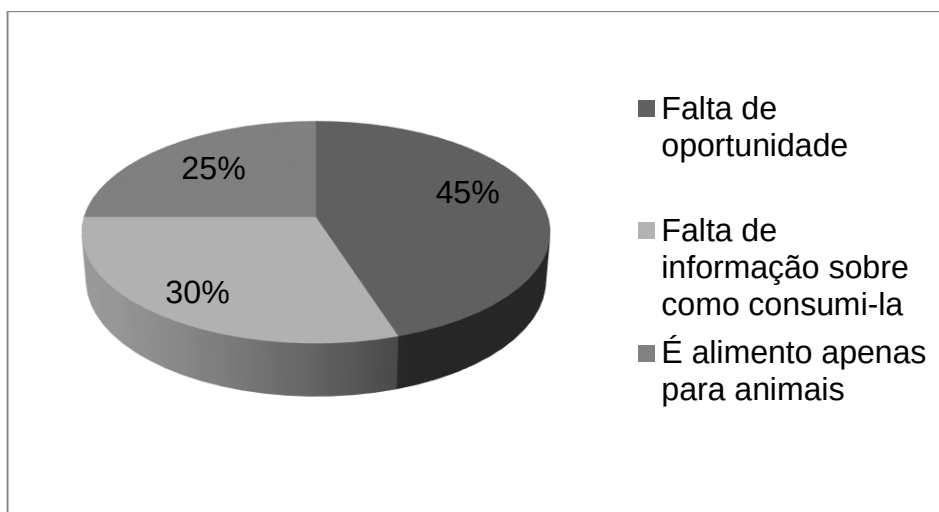


Figura 18. Motivos citados pelos brasileiros para justificar o fato de não consumirem palma.

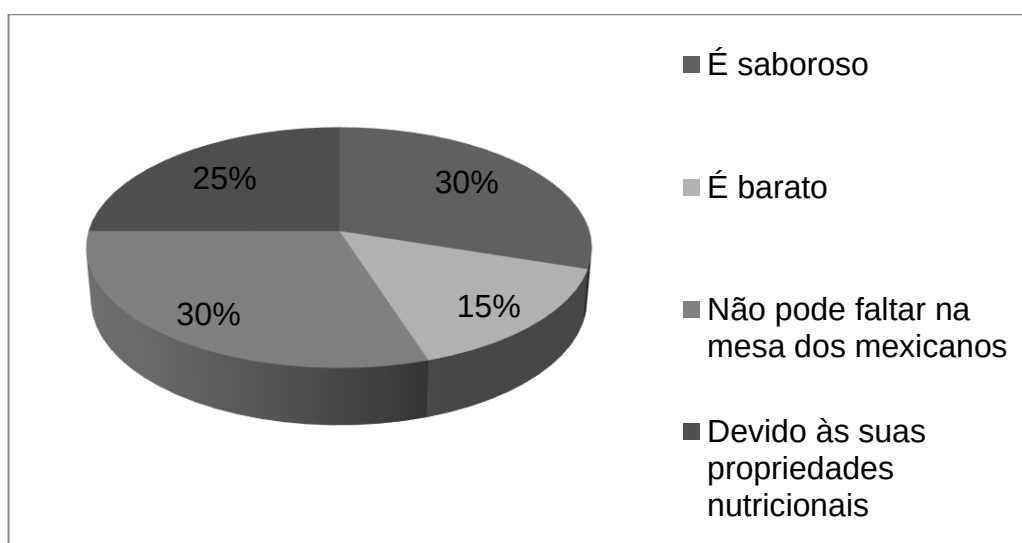


Figura 19. Motivos citados pelos mexicanos para justificar o fato de consumirem palma.

Na Figura 20 está ilustrado graficamente o conhecimento dos participantes de ambas as nacionalidades acerca dos benefícios para a saúde que a palma apresenta. Aproximadamente 90 % dos mexicanos afirmaram conhecer tais benefícios, enquanto que, apenas 28,5 % dos brasileiros disseram ter conhecimento destes. E, por último, na Figura 21 está representada a intenção de compra de produtos elaborados com a palma, sabendo que esta apresenta propriedades funcionais. Aproximadamente 57,5 % dos brasileiros e 70 % dos mexicanos disseram que ‘definitivamente comprariam’ este tipo de produto.

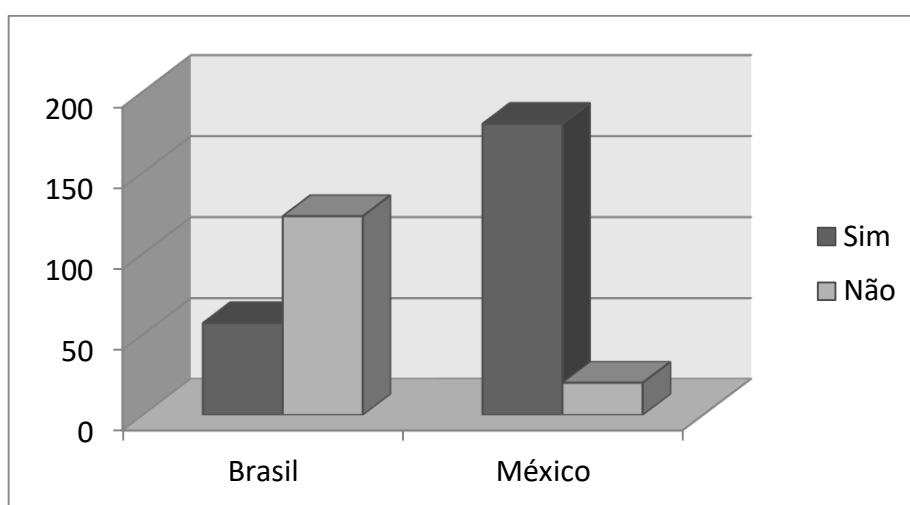


Figura 20. Conhecimento acerca dos benefícios que a palma apresenta.

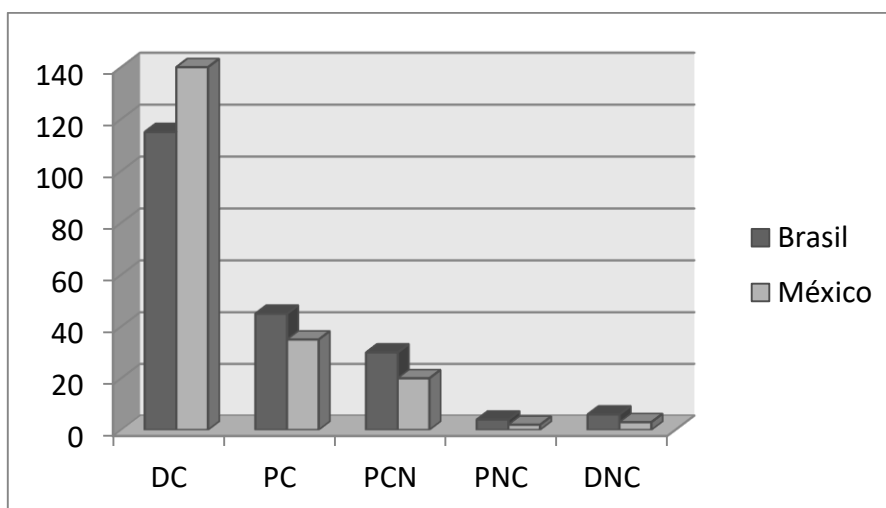


Figura 21. Intenção de compra de produtos elaborados com a palma, sabendo que esta apresenta propriedades funcionais. Legenda: DC – Definitivamente compraria; PC – Provavelmente compraria; PCN – Poderia comprar ou não; PNC – Provavelmente não compraria; DNC – Definitivamente não compraria.

7 DISCUSSÃO

- Etapa 1 - Cinética de secagem da palma, com e sem pré-tratamento ultrassônico, e obtenção das farinhas

As farinhas elaboradas com e sem pré-tratamento de sonicação apresentaram período total de secagem de 8 e 12 h, respectivamente. Estudo realizado por López e Vaca (2009) com cladódios de palma inteiros, com e sem acúleos, cujas características de secagem foram temperatura de 45 °C e velocidade de ar de 1,5 m/s, demonstrou que o tempo total de secagem foi de 50 h, aproximadamente o quádruplo do tempo utilizado na presente pesquisa. Já na secagem de tiras de palma cortadas com 10 cm de largura e 1 cm de altura em estufa com circulação de ar a uma temperatura de 75 °C observou-se que o período total de secagem foi de 23 h (CASTILLO et al., 2013), quase o dobro de tempo encontrado no presente estudo.

Em outro estudo, tiras de palma com 3 mm de altura foram secas a uma temperatura de 40 °C durante 12 h para posterior obtenção de farinha (CORNEJO-VILLEGAS et al., 2010), sendo estas condições semelhantes às adotadas no presente trabalho, com o mesmo período total de secagem para amostras que não foram submetidas ao pré-tratamento. Portanto, a geometria e a espessura das amostras de palma a serem secas têm importância direta na redução do tempo de secagem.

Para as amostras analisadas no presente estudo, não houve período constante de secagem, o que significa que tal processo ocorreu em período de taxa decrescente. O mesmo fato foi observado por Díaz-Ayala, Álvarez-García e Simá-Moo (2015) durante secagem de tiras de cladódios de palma. Isso indica que a difusão é o mecanismo que regula o movimento de migração da umidade em tiras de palma (TOUIL et al., 2010).

De acordo com Díaz-Ayala, Álvarez-García e Simá-Moo (2015), a temperatura do ar de secagem é o parâmetro de maior importância quando comparado à velocidade do ar para amostras de cladódios de palma. Nesse contexto, Cornejo-Villegas et al. (2010) estabeleceram a temperatura de secagem aproximada de 40 °C para este tipo de amostra, a fim de evitar a degradação proteica e de compostos

termossensíveis que apresentam grande importância no valor nutricional do produto final, sendo utilizada uma temperatura semelhante no presente estudo.

É importante ressaltar que até então não há relato no meio científico a respeito da utilização de pré-tratamento com sonicação visando otimizar o tempo de secagem de cladódios de palma. Entretanto, a literatura reporta a utilização satisfatória desse método para outros tipos de amostras.

Estudo realizado por Medeiros et al. (2016) utilizou o pré-tratamento ultrassônico na secagem de mangas e a utilização do método possibilitou uma redução de 23 % no tempo de secagem total. Já para a secagem de maçãs, o pré-tratamento com sonicação proporcionou um decréscimo de 30 % no tempo de processo (NOWACKA et al., 2012). Redução semelhante foi encontrada no presente estudo (33 %).

A aplicação do ultrassom como pré-tratamento provocou uma redução média de 45 % no tempo de secagem de cascas de laranja quando comparado ao método convencional. Do ponto de vista industrial, essa redução pode não envolver apenas uma elevada taxa de produção, mas uma significativa economia de energia. De acordo com os resultados encontrados nesse estudo, a economia de energia foi de aproximadamente 30 % devido à aplicação do ultrassom (ORTUÑO et al., 2010).

A redução nos tempos de secagem com ultrassom em amostras vegetais ocorre devido a implosões assimétricas das bolhas de cavitação que geram vapores na direção da superfície da amostra, formando canais microscópicos que podem afetar a transferência de massa, ou seja, afeta o tecido vegetal tornando mais fácil para a água se difundir durante o processo da secagem (WITROWA-RAJCHERT et al., 2012).

O tempo de pré-tratamento com ultrassom é muito importante, devendo este ser realizado enquanto o aumento na difusividade da água resultar em uma contínua diminuição no tempo de secagem. Medeiros et al. (2016) utilizaram o pré-tratamento ultrassônico durante 30 min para secagem de mangas. Bananas também foram submetidas ao mesmo período de tempo de pré-tratamento com ultrassom. Isso pode ser justificado pelo fato de que, após 30 min, as mudanças inferidas no processo de secagem se tornam insignificantes (AZOUBEL et al., 2010). Tal situação também foi observada no processo de secagem dos cladódios de palma do presente estudo, no qual o equilíbrio dinâmico entre a amostra e o ar de secagem foi alcançado no pré-tratamento com sonicação por 30 min.

O modelo matemático que apresentou melhor ajuste aos dados experimentais das amostras analisadas no presente trabalho, considerando o maior coeficiente de determinação e o menor erro relativo médio foi o modelo exponencial de dois termos.

Entretanto, estudo realizado por Díaz-Ayala, Álvarez-García e Simá-Moo (2015) avaliou dez modelos matemáticos para ajuste da curva de secagem de tiras de cladódios de palma submetidas ao tratamento convencional com secador de bandejas de fluxo cruzado. Foram utilizadas condições específicas de tamanho da amostra, temperatura e velocidade do ar, que diferiram diretamente no tempo de secagem e, conseqüentemente, na sua cinética. Levando em consideração esses fatores e os modelos analisados nesse estudo, o que melhor descreveu os dados experimentais foi o modelo Midilli com um coeficiente de determinação de 0,999. Embora tanto o estudo supracitado quanto a presente pesquisa tenham utilizado cladódios de palma, as variações metodológicas existentes e os fatores intrínsecos e extrínsecos que englobam a obtenção da amostra justificam o fato de o melhor ajuste ter sido obtido através de modelos matemáticos de secagem diferentes, modelo exponencial de dois termos e modelo Midilli.

Já para a secagem de mangas submetidas ao pré-tratamento com ultrassom, sob condições metodológicas iguais às utilizadas no presente estudo para tempo (30 min), frequência ultrassônica (25 kHz) e intensidade (4870 w/m²), o modelo matemático exponencial de dois termos também foi o que apresentou melhor ajuste de secagem, considerando as mesmas variáveis de maior coeficiente de determinação bem como de menor erro relativo médio (MEDEIROS et al., 2016). Resultados semelhantes foram obtidos por Azoubel et al. (2009) para secagem de amostras de caju.

- Etapa 2 - Qualidade físico-química das farinhas de cladódios de palma

As diferenças estatisticamente significativas encontradas nos valores médios para acidez titulável (FCP = 3,42 e FSP = 3,11 g/100 mL de ácido cítrico) e pH (FCP = 3,89 e FSP = 4,01) no presente estudo, podem ser justificadas pelo fato de que o processo de sonicação pode degradar a matéria orgânica, induzindo à produção de ácidos, como fórmico e acético. Portanto, é esperado que haja uma maior acidez

titulável e, conseqüentemente, um menor pH em produtos submetidos ao pré-tratamento com ultrassom, uma vez que os valores destes se relacionam com a concentração total de ácidos nas amostras (RODRIGUEZ et al., 2014).

Astello-García et al. (2015) encontraram valores médios semelhantes de acidez titulável e pH para cladódios de palma da mesma espécie estudada no presente trabalho, 3,0 e 4,4 g/100 mL de ácido cítrico, respectivamente. Isso indica que as diferenças para estas duas variáveis no que concerne aos cladódios de palma '*in natura*' e processados em farinha, são mínimas.

As baixas umidades (FCP = 8,91 % e FSP = 8,87 %) associadas ao baixo pH (FCP = 3,89 e FSP = 4,01) e à baixa atividade de água apresentada (FCP = 0,42 e FSP = 0,40) propicia uma maior estabilidade às farinhas, sendo assim consideradas como de difícil proliferação microbiana (AQUINO et al., 2010). Este fato corrobora os resultados positivos obtidos no presente estudo para as análises microbiológicas dos produtos finais. El-Safy (2013) também encontrou baixos valores para umidade e pH em farinha de cladódios de palma, 6,78 % e 3,27, respectivamente.

Vale enfatizar que as oscilações nos teores de umidade encontrados para farinhas elaboradas a partir da palma podem ser justificadas pelas condições ambientais de plantação destas. Isso irá refletir diretamente na sua atividade metabólica e composição nutricional, resultando em diferentes intensidades de retenção de água e, conseqüentemente, do conteúdo final de umidade (ASTELLO-GARCÍA et al., 2015).

É importante ressaltar também que os valores de umidade encontrados nas amostras de farinhas elaboradas no presente trabalho encontram-se em conformidade com as normas brasileiras vigentes, que preconizam 15 % como o teor máximo de umidade para este tipo de produto (BRASIL, 2005a).

O elevado conteúdo de cinzas encontrado nas farinhas (FCP = 23,32 e FSP = 23,11 g/100 g), também foi observado por Castillo et al. (2013) (20,28 g/100 g), Cornejo-Villegas et al. (2010) (23,05 g/100 g) e Ramírez-Moreno et al. (2013) (18,38 g/100 g). Tal fato indica uma presença significativa de minerais nesse tipo de alimento.

A elevada quantidade de carboidratos encontrada no presente estudo (FCP = 60,99 g/100 g e FSP = 60,57 g/100 g) também foi observado por Ayadi et al. (2009) (60,93 g/100 g). Assim, o alto teor de carboidratos encontrado nas farinhas ratifica o seu elevado valor energético total bem como a possibilidade de incorporação destas

no enriquecimento de pães, biscoitos e outras receitas, cujo nutriente predominante é o carboidrato.

O elevado teor de proteínas (FCP = 12,77 g/100 g e FSP = 12,48 g/100 g) também foi encontrado por outros autores. Castillo et al. (2013) analisaram farinha de cladódios de palma e encontraram uma concentração de 12,66 g/100 g, Cornejo-Villegas et al. (2010) obtiveram 11,73 g de proteína a cada 100 g da farinha de palma e Ramírez-Moreno et al. (2013), 12,90 g/100 g, o que reflete a possibilidade de agregar valor nutricional a produtos que apresentem teor reduzido de proteínas.

A legislação brasileira vigente preconiza que, para um alimento ser considerado fonte de proteínas, este deve apresentar pelo menos 6 g desse nutriente a cada porção. Portanto, esses produtos são considerados como alimento fonte de proteínas, uma vez que apresentam um valor médio de 6,31 g desse nutriente em cada porção de 50 gramas (BRASIL, 2012b).

As farinhas de cladódios de palma apresentaram concentrações elevadas de fibras dietéticas totais (FCP = 48,99 g/100 g e FSP = 48,91 g/100 g), solúveis (FCP = 10,03 g/100 g e FSP = 9,04 g/100 g) e insolúveis (FCP = 37,87 g/100 g e FSP = 36,98 g/100 g). Isso indica que tais produtos são considerados como alimento com alto conteúdo de fibras, conforme estabelecido pela legislação brasileira vigente, uma vez que estas apresentam teor superior a 2,5 g/porção de 50 g, equivalente ao valor médio de 24,47 g de fibras por porção (BRASIL, 2012b).

Valores semelhantes foram obtidos por Cornejo-Villegas et al. (2010) para fibras totais (55,05 g/100 g), solúveis (14,61 g/100 g) e insolúveis (40,39 g/100 g) e por Ramírez-Moreno et al. (2013), 47,48 g/100 g, 5,68 g/100 g e 41,80 g/100 g, respectivamente. Vale ressaltar ainda que, diferenças no conteúdo de fibras podem ser atribuídas à variedade da espécie de palma analisada, clima, condições de crescimento bem como de precipitação e de irrigação (PAREDES-LÓPEZ et al., 2015).

Com relação às características antioxidantes, as farinhas de cladódios de palma com e sem pré-tratamento ultrassônico apresentaram concentrações significativas para o perfil fenólico, com destaque para o ácido ferúlico (FCP = 33,89 mg/100 g e FSP = 27,01 mg/100 g), quercetina (FCP = 49,78 mg/100 g e FSP = 33,67 mg/100 g) e kaempferol (FCP = 168,95 mg/100 g e FSP = 134,66 mg/100 g). Também houve destaque para o teor de vitamina C (FCP = 56,55 mg de ácido ascórbico/100 g e FSP = 45,91 mg de ácido ascórbico/100 g), e tais resultados

podem ser justificados pelo colapso da célula vegetal em amostras submetidas ao pré-tratamento com sonicação. Isso ocorre uma vez que, sob estas condições de estresse, as membranas celulares e as organelas se rompem, sendo as enzimas liberadas através dos vacúolos. Isso irá afetar diretamente a concentração de fenóis e, conseqüentemente, a atividade e o potencial antioxidante deste produto (AKHMAZILLAH; FARID; SILVA, 2013). Portanto, a utilização do ultrassom constitui uma alternativa de preservação da qualidade nutricional dos alimentos (CHAIKHAMA; PRANGTHIP, 2015).

Guevara-Figueroa et al. (2010) encontraram valores médios semelhantes aos obtidos no presente estudo para farinha de cladódios de palma submetida apenas à secagem convencional, no que concerne às análises de ácido ferúlico (28,02 mg/100 g), ácido 3,4-dihidroxibenzóico (5,02 mg/100 g), quercetina (31,23 mg/100 g) e Kaempferol (135,68 mg/100 g).

Todos os sete fenólicos encontrados em concentrações significativas no presente estudo apresentam atividade antioxidante, conforme descrito por El-Mostafa et al. (2014). Tal função tem sido intimamente associada à potencialização de efeitos promotores da saúde através da prevenção de diversas doenças, uma vez que neutraliza os radicais livres. Esses compostos são gerados pelo próprio organismo e estão diretamente relacionados ao aparecimento de várias enfermidades, entre as quais: doenças vasculares, cardíacas e até mesmo a formação de células cancerígenas.

Em relação ao teor de vitamina C, valor inferior foi obtido por El-Safy (2013) (24,37 mg de ácido ascórbico/100 g). Essas diferenças podem ser justificadas devido aos efeitos degradantes da utilização de temperaturas elevadas, tempo de exposição, tipo de calor usado e processos oxidativos envolvidos (JARAMILLO-FLORES; GONZÁLEZ-CRUZ; CORNEJO-MAZÓN, 2003).

As farinhas elaboradas no presente estudo são classificadas como alimentos com alto conteúdo de vitamina C (BRASIL, 2012b), uma vez que apresentam muito mais que 30 % (13,5 mg/dia) da IDR recomendada para este nutriente (45 mg/dia), considerando o valor médio de 25,61 mg/porção de 50 g (BRASIL, 2005b). Já o *Institute of Medicine* (2006) preconiza a ingestão de vitamina C entre 75 e 90 mg/dia para adultos (homens e mulheres) e gestantes, sendo a faixa estabelecida para lactantes mais ampla (115 a 120 mg/dia). De acordo com esta recomendação, as farinhas obtidas com e sem pré-tratamento ultrassônico no presente estudo

correspondem a aproximadamente 34,27 % e 27,82 %, respectivamente, das necessidades diárias para adultos e gestantes, e a 24,06 % e 19,54 %, respectivamente, das necessidades para lactantes.

Nesse contexto, as farinhas de cladódios de palma podem ser consideradas uma excelente fonte de compostos bioativos, que combatem os radicais livres, reduzindo assim, o risco de desenvolvimento de doenças crônicas degenerativas. De forma mais específica, os flavonoides, como a quercetina e o kaempferol, apresentam atividade anti-inflamatória, bloqueando assim, a atuação de proteínas pró-inflamatória (citocinas e quimiocinas), podendo atuar também como uma barreira protetora da mucosa intestinal (HOENSCH; OERTEL, 2015; SILVA, 2010).

Em relação aos minerais, estudo realizado por Astello-García et al. (2015) apresentou valores muito próximos aos obtidos no presente trabalho para as análises de potássio (2403 mg/100 g), cálcio (627 mg/100 g), sódio (63 mg/100 g) e fósforo (0,09 mg/100 g) para esse tipo de amostra. Do ponto de vista da legislação brasileira vigente e, considerando porções de 50 g, as farinhas de cladódios de palma com e sem pré-tratamento ultrassônico elaboradas no presente estudo são classificadas como alimentos com muito baixo teor de sódio (média de 31,5 mg/porção de 50 g). Isso se deve ao fato de que elas apresentam menos de 40 mg/porção de 50 g dos produtos. As farinhas também são classificadas como alimento com alto conteúdo de cálcio (BRASIL, 2012b), uma vez que a porção apresenta em média 315 mg desse nutriente, portanto, concentrações superiores a 30 % da IDR (1000 mg/dia) (BRASIL, 2005b), o que ratifica o potencial nutricional desses alimentos.

O *Institute of Medicine* (2006) estabelece os valores médios de 1100 mg de cálcio por dia para adultos e de 1150 mg para gestantes e lactantes. As farinhas obtidas no presente estudo representam aproximadamente 28,62 % das recomendações diárias para adultos e 27,38 % para gestantes e lactantes. Para o potássio, as recomendações médias diárias variam de 4,7 g para adultos e gestantes a 5,1 g para lactantes e, portanto, as farinhas representam em média 26,76 % e 24,67 % dessa quantidade, respectivamente. Por fim, o referido Instituto preconiza a ingestão de 1,5 g/dia de sódio e as farinhas produzidas contêm em média 2,07 % desse valor.

- Etapa 3 - Elaboração e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de biscoitos produzidos com as farinhas de cladódios de palma

É importante ressaltar que, até então, não há relato no meio científico a respeito da utilização de farinha de cladódios de palma na elaboração de biscoitos. Entretanto, a literatura tem reportado de maneira satisfatória a utilização desta em outros produtos de panificação, como *tortillas* (RAMÍREZ-MORENO et al., 2015), bolos (EL-SAFY, 2013; AYADI et al., 2009), alfajor (CASTILLO et al., 2013) e até mesmo em outras farinhas para agregar valor nutricional (CORNEJO-VILLEGAS et al., 2010).

Após a elaboração de biscoitos com farinha de cladódios de palma, observou-se uma redução estatisticamente significativa no tamanho destes produtos experimentais associada ao aumento de espessura e de peso destes em comparação ao biscoito controle indica que a presença da farinha de cladódios de palma torna a massa com menor capacidade fermentativa e um pouco mais pesada. Este último fato pode ser justificado devido à maior absorção de água, uma vez que contém maior teor de fibras que a farinha de trigo. Portanto, o grande número de grupos hidroxil existentes na estrutura das fibras permite uma maior quantidade de interações com a água através da formação de pontes de hidrogênio (MALOMO; ELEYINMI; FASHAKIN, 2011). Tal fato também foi observado para amostras de bolo elaborado com farinha de palma (EL-SAFY, 2013).

As concentrações de cinzas (BC = 1,01 g/100 g, BPU = 2,87 g/100 g e BPS = 2,82 g/100 g), proteínas (BC = 5,21 g/100 g, BPU = 7,44 g/100 g e BPS = 7,39 g/100 g) e de fibras dietéticas totais (BC = 0,27 g/100 g, BPU = 3,31 g/100 g e BPS = 3,29 g/100 g) apresentaram concentrações significativas nos biscoitos experimentais do presente estudo. Nesse contexto, El-Safy (2013) encontrou valores semelhantes de cinzas (2,74 g/100 g), proteínas (6,07 g/100 g) e de fibras (1,98 g/100 g) para amostra de bolo elaborado também com 20 % de farinha de cladódios de palma. Entretanto, os teores de umidade (31,44 %), carboidratos totais (70,34 g/100 g) e lipídios (18,89 g/100 g) diferiram significativamente em comparação aos valores médios encontrados na presente pesquisa. Isso se deve a fatores intrínsecos e extrínsecos relacionados à composição inicial dos cladódios (NUÑEZ-LÓPEZ;

PAREDES-LÓPEZ; REYNOSO-CAMACHO, 2013), bem como das matérias-primas utilizadas na elaboração dos produtos finais.

Em farinha de milho adicionada de 10 % da farinha de cladódios de palma foram obtidos valores muito próximos aos encontrados no presente estudo para os parâmetros de umidade (9,86 %), proteínas (8,98 g/100 g), lipídios (2,96 g/100 g) e cinzas (3,2 g/100 g), sendo este último devido à presença significativa de potássio e de cálcio (CORNEJO-VILLEGAS et al., 2010). Ramírez-Moreno et al. (2015) também encontraram valores semelhantes para cinzas (2,22 g/100 g) em *tortillas* elaboradas com 6 % de farinha de palma.

Todos os biscoitos elaborados a partir das farinhas de cladódios de palma apresentam teor de cinzas dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente (3 g/100 g) (BRASIL, 2005a). Os biscoitos experimentais são classificados como alimentos fontes de proteínas e de fibras. Fazendo uma comparação entre o biscoito controle e os experimentais, estes últimos apresentam conteúdo aumentado de proteínas e de fibras, uma vez que há um aumento maior que 25 % nas concentrações desses nutrientes, conforme preconizado pela legislação brasileira vigente (BRASIL, 2012b).

Portanto, tais considerações corroboram que a utilização da farinha de cladódios de palma na elaboração de biscoitos agrega valor nutricional através de uma maior concentração de proteínas e de fibras. Estas últimas estão diretamente relacionadas com a regulação do trânsito intestinal, glicemia, dislipidemia e com a consequente redução do risco de desenvolvimento de doenças crônicas (EL-MOSTAFA et al., 2014).

O biscoito controle não apresentou ácidos fenólicos, flavonoides, vitamina C nem clorofilas (total, a e b), sendo o teor de carotenoides totais pouco significativo. Já os biscoitos experimentais apresentaram teores expressivos desses nutrientes, refletindo assim, as características antioxidantes destes produtos. Houve diferença estatística significativa entre os biscoitos experimentais e isso pode ser justificado pelo fato de que a farinha que não foi submetida ao pré-tratamento com ultrassom foi exposta por maior período de tempo ao processo de secagem térmica convencional e, a termossensibilidade apresentada por esses nutrientes, reduz as suas concentrações iniciais. Portanto, a temperatura e o tempo de exposição são de suma importância na manutenção dessas substâncias nos alimentos (SANTOS-ZEA; GUTIÉRREZ-URIBE; SERNA-SALDÍVAR, 2011).

O biscoito elaborado com farinha de cladódios de palma submetidos ao pré-tratamento com sonicação apresentou alto conteúdo de vitamina C, uma vez que contém concentração maior que 30 % da IDR estabelecida para este nutriente (15,01 mg de ácido ascórbico/100 g). Esse biscoito também pode ser classificado como alimento com conteúdo aumentado de vitamina C quando comparada aos biscoitos controle e experimental com farinha de cladódios de palma sem pré-tratamento, uma vez que apresenta um aumento de mais de 10 % desse nutriente (BRASIL, 2012b; BRASIL, 2005b).

Com relação aos minerais, o biscoito controle não apresentou fósforo, contendo baixas concentrações de potássio, cálcio e sódio quando comparado aos biscoitos experimentais. Não houve diferenças estatísticas significativas entre os parâmetros avaliados para estes últimos, podendo os mesmos ser classificados como alimentos com muito baixo teor de sódio de acordo com a legislação brasileira vigente (BC = 1,23 mg/100 g, BPU = 15,35 mg/100 g e BPS = 15,01 mg/100 g). Os biscoitos experimentais também são classificados como alimentos com conteúdo aumentado de cálcio (BC = 0,07 mg/100 g, BPU = 121,41 mg/100 g e BPS = 119,12 mg/100 g), uma vez que apresentam um aumento de mais de 10 % das concentrações desse mineral em comparação ao biscoito controle (BRASIL, 2012b; BRASIL, 2005b).

Vale ressaltar que, nesse contexto, os minerais presentes nos biscoitos experimentais garantem o equilíbrio metabólico do organismo, com destaque para o potássio e o cálcio. O potássio é o principal cátion intracelular que contribui para o metabolismo e para a síntese das proteínas e do glicogênio, desempenhando também um importante papel na excitabilidade neuromuscular e na regulação do teor de água do organismo. Já o cálcio está diretamente relacionado com a qualidade dos ossos, metabolismo do ferro, bom funcionamento do coração e liberação de neurotransmissores no cérebro (EL-MOSTAFA et al., 2014).

Os biscoitos apresentaram qualidade microbiológica adequada para o consumo humano, em conformidade com os padrões estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), através da Resolução RDC nº 12 de 02/01/2001. O número de unidades formadoras de colônia (UFC), obtido a partir da contagem de bolores e leveduras para todos os produtos, foi bem inferior ao máximo permitido (10^4) pela legislação vigente para alimentos similares a estes, uma vez que

não há legislação específica que estabeleça os limites de bolores e leveduras para biscoitos (BRASIL, 2001).

O biscoito elaborado com farinha submetida ao pré-tratamento ultrassônico apresentou os melhores resultados para a análise microbiológica de bolores e leveduras a nível estatístico ($2,5 \times 10^1$ UFC/g), em comparação com os demais (BC e BPS), o que corrobora o efeito benéfico da utilização de sonicação também no controle de microrganismos (AWAD et al., 2012).

Não houve diferenças estatísticas significativas entre os biscoitos experimentais para todos os atributos avaliados no teste de aceitação. Entretanto, o biscoito controle diferiu estatisticamente dos experimentais nos atributos cor (BC = 8,92, BPU = 7,22, BPS = 7,20), aroma (BC = 8,19, BPU = 7,56, BPS = 7,52) e textura (BC = 8,42, BPU = 7,89, BPS = 7,87). A quantidade de farinha de palma utilizada torna o produto com uma coloração mais escura, o que pode justificar a diminuição, ainda que mínima, na sua aceitabilidade. A textura foi modificada devido à granulação resultante da elevada concentração de fibras nos biscoitos experimentais. E, o aroma suave de herbácea também refletiu na aceitabilidade destes produtos.

A realização do teste *Check All That Apply* - CATA corroborou o observado na análise de aceitabilidade supracitada. Já que os descritores selecionados com maior frequência a partir da lista CATA de 20 termos se associaram diretamente à cor, textura e aroma, que foram os atributos que apresentaram diferenças estatísticas significativas entre as amostras no teste convencional de aceitação.

Tais aspectos também foram observados por Castillo et al. (2013) em alfajores elaborados com farinha de palma. Também foram analisados por El-Safy (2013) e Ayadi et al. (2009) em bolos elaborados com a mesma matéria-prima. Todos os produtos apresentaram aceitação sensorial satisfatória, inclusive os biscoitos da presente pesquisa, sendo ratificado, portanto, que limites devem ser estabelecidos no que concerne à utilização da palma, a fim de garantir uma boa aceitação sensorial destes alimentos. E, a literatura tem reportado que o uso de 20 % dessa matéria-prima para agregar valor nutricional a diversos produtos tem sido bem aceito pelos consumidores (CASTILLO et al., 2013; EL-SAFY, 2013; AYADI et al., 2009).

Portanto, para a indústria de alimentos, o perfil descritivo é uma ferramenta essencial que envolve tanto características sensoriais qualitativas como quantitativas

de um produto por um determinado grupo de consumidores. Recentemente, a Indústria tem investido intensamente no desenvolvimento de métodos de análise descritiva, cada vez mais rápidos e econômicos. Várias técnicas têm sido oferecidas como alternativa ao perfil convencional de análise, a exemplo do teste CATA. Isso possibilita a obtenção de resultados mais completos e representativos, a fim de otimizar o potencial comercial através da identificação de potencialidades e limitações dos produtos (VALENTIN et al., 2012).

- Etapa 4 – A palma na alimentação humana: *Cross Cultural Study* entre Brasil e México

Tanto os biscoitos mexicanos de palma como os elaborados no presente estudo apresentaram aceitabilidade satisfatória e semelhante. Sendo assim, apesar da palma não estar inserida na cultura alimentar brasileira, ela apresenta potencial para ser incorporada como alimento funcional, especialmente nas regiões áridas e semiáridas do país, uma vez que nestas zonas há grande produção desta hortaliça e, paradoxalmente, ainda existe insegurança alimentar e nutricional severa. Nesse contexto, a realização do *Cross Cultural Study* visou possibilitar um melhor entendimento com relação aos aspectos culturais e sociais que influenciam no consumo deste alimento no Brasil e no México. Vale salientar que este teste é particularmente importante na definição da comunicação e das estratégias de mercado, visando explorar o potencial comercial de novos produtos frente à natureza subjetiva do ser humano, considerando os fatores intrínsecos e extrínsecos a esta condição (GÓMEZ-CORONA et al., 2016).

Os participantes do *Cross Cultural Study* analisaram a palma partindo de dois pontos de vista diferentes: os brasileiros deram um maior enfoque ao contexto agrônomo ao qual a palma está inserida, enquanto que, os mexicanos a associaram majoritariamente, ao âmbito alimentar. Com relação ao seu consumo, como se esperava, foi possível ratificar que, no Brasil, esta hortaliça não está associada à alimentação humana, seja por aspectos culturais, falta de conhecimento, preconceito ou acessibilidade. Neste país, as palavras mais associadas à palma foram ‘seca’, ‘sobrevivência’, ‘comida para gado’ e ‘clima árido’. Entretanto, no México, quase o total de entrevistados alegaram consumir esta

hortaliça e utilizaram palavras como ‘comida gostosa’, ‘econômica’, ‘nutrição’ e ‘ícone’ para descrevê-la. Essas diferentes perspectivas para um mesmo objeto de estudo se referem a fatores históricos, geográficos, climáticos e culturais, que influenciam diretamente nos interesses afetivos e cognitivos dos participantes (SON et al., 2014).

Nesse estudo também foi possível concluir que, diante do potencial funcional que a palma apresenta, a maioria dos participantes demonstrou estarem dispostos a comprar produtos elaborados a partir desta matéria-prima (aproximadamente 57,5 % dos brasileiros e 70 % dos mexicanos disseram que ‘definitivamente comprariam’ este tipo de produto). Isso se deve ao fato dos consumidores estarem, cada vez mais, interessados em alimentos nutritivos e inovadores, o que estimula que a indústria de alimentos invista no desenvolvimento de produtos com potencial funcional (ROMANO; ROSENTHAL; DELIZA, 2015).

Vale ressaltar que as escolhas alimentares tendem a ser estáveis ao longo do tempo, uma vez que os consumidores tendem a agir como seres que criam hábitos (GÓMEZ-CORONA et al., 2016). No entanto, os hábitos alimentares podem evoluir de acordo às demandas e tendências atuais, como o recente apelo por alimentos com alegação funcional, o que está diretamente associado ao bem-estar. Nesse contexto, Ares et al. (2015) avaliaram a associação existente entre alimentação e bem-estar. Eles concluíram que a medição do bem-estar percebido pelos consumidores consiste em uma abordagem interessante para entender como este construto afeta os hábitos alimentares e também para o desenvolvimento de alimentos saudáveis com elevada aceitação dos consumidores.

Portanto, compreender o impacto que determinados produtos alimentares ocasionam no bem-estar dos indivíduos é altamente relevante para garantir um melhor entendimento das escolhas e padrões alimentares destes. Este tipo de abordagem é sumamente importante para o desenvolvimento de estratégias educacionais e comunicacionais que visam motivar as pessoas a adotarem padrões alimentares mais saudáveis e que sejam alcançáveis e consistentes com a natureza subjetiva do ser humano (ARES et al., 2014c).

8 CONCLUSÕES

Através dos resultados observados no presente estudo, foi possível demonstrar pela primeira vez o potencial econômico encontrado na utilização do pré-tratamento com ultrassom na secagem de cladódios de palma, uma vez que houve redução de 4 h no período total de secagem, o que representa maior produção e menor gasto energético para a indústria de alimentos.

Não obstante, a utilização da tecnologia não térmica de sonicação como pré-tratamento de secagem resultou em farinha de cladódios de palma com maior valor nutricional, destacando-se os ácidos fenólicos, vitamina C, clorofilas (total, a e b), bem como os carotenoides totais. Esses compostos refletem o potencial funcional e a qualidade final de biscoitos elaborados a partir desta farinha, que também apresentou melhor qualidade microbiológica bem como aceitação sensorial satisfatória.

A utilização de cladódios de palma resulta em produtos com elevada qualidade nutricional, com destaque para os teores de proteínas, de fibras dietéticas, bem como de compostos antioxidantes e de minerais. Devido à sua composição, esses alimentos podem proporcionar potenciais ações terapêutico-funcionais e, portanto, a utilização dos cladódios representa uma alternativa para agregar valor nutricional a um produto largamente consumido no Brasil e no mundo, como é o caso do biscoito.

Por último, a realização do *Cross Cultural Study* ressaltou que, embora a palma não participe da cultura alimentar do Brasil, as pessoas estão dispostas a aceitá-la como alimento devido às suas propriedades funcionais. Este resultado, associado à positiva aceitação de biscoitos mexicanos de palma, ratifica o objetivo primário de se trabalhar no desenvolvimento de produtos elaborados a partir desta hortaliça no Brasil.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização do presente estudo possibilitou ampliar o conhecimento acerca dos benefícios nutricionais da palma (*Opuntia ficus-indica*), cactácea típica da nossa região, com potencial nutricional pouco explorado, estimulando assim, o desenvolvimento de estudos posteriores cada vez mais aprofundados sobre este assunto. E, como consequência das várias análises realizadas, foi possível contribuir para a formação de todos envolvidos no referente projeto, bem como realizar parcerias com outras instituições que trabalham com a mesma temática, com destaque para a Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa - México.

Por fim, como resultado do presente estudo, foi realizado um pedido de patente e estão sendo elaborados três artigos a serem publicados no meio científico internacional. O primeiro artigo está intitulado “Cinética de secagem e qualidade físico-química de farinha de cladódios de palma submetida à pré-tratamento com ultrassom”. O segundo artigo tem como título “Biscoitos elaborados com farinha de cladódios de palma submetidos ao pré-tratamento ultrassônico apresentam melhor qualidade nutricional, microbiológica e sensorial”. E o terceiro, está intitulado “A palma na alimentação humana: *Cross Cultural Study* entre Brasil e México”.

REFERÊNCIAS

AACC. **Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists**. 9 ed. Saint Paul: AACC. 1995:1.

AKHMAZILLAH MFN, FARID MM, SILVA FVM. High pressure processing (HPP) of honey for the improvement of nutritional value. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**. 2013;20:59–63.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4. ed. Washington: APHA. 2015:676.

A.O.A.C. Association Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association Chemists**, 18 ed. Washington: AOAC, 2012.

AQUINO ACMS, MÓES RS, LEÃO KMM, FIGUEIREDO AVD, CASTRO AA. Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com farinha de resíduos de acerola. **Rev Inst Adolfo Lutz**. 2010;3(69):379-86.

ARES G, ANTÚNEZ L, GIMÉNEZ A, ROIGARD CM, PINEAU B, HUNTER DC. Further investigations into the reproducibility of check-all-that-apply (CATA) questions for sensory product characterization elicited by consumers. **Food Quality and Preference**. 2014b;36:111–121.

ARES G, BARREIRO C, DELIZA R, GIMÉNEZ A, GÁMBARO A. Application of a check-all-that-apply question to the development of chocolate milk desserts. **Journal of Sensory Studies**. 2010;25:67–86.

ARES G, BRUZZONE F, GIMÉNEZ A. Is a consumer panel able to reliably evaluate the texture of dairy desserts using unstructured intensity scales? Evaluation of global and individual performance. **Journal of Sensory Studies**. 2011;26:363–370.

ARES G, ETCHEMENDY R, ANTÚNEZ L, VIDAL L, GIMÉNEZ A, JAEGER S. Visual attention by consumers to check-all-that-apply questions: Insights to 4 support methodological development. **Food Quality and Preference**. 2014a;32:210–220.

ARES G, SALDAMANDO L, GIMÉNEZ A, DELIZA R. Food and wellbeing. Towards a consumer-based approach. **Appetite**. 2014c;74:61–69.

ARES G, SALDAMANDO L, GIMÉNEZ A, CLARET A, CUNHA LM, GUERRERO L, et al. Consumers' associations with wellbeing in a food-related context: A cross-cultural study. **Food Quality and Preference**. 2015;40:304–315.

ARNOTT D, PERVAN GA. critical analysis of DSS revisited. **Journal of Information Technology**. 2014;29(4):269–293.

ASTELLO-GARCÍA MG, CERVANTES I, NAIR V, SANTOS-DÍAZ MS, REYES-AGUERO A, GUÉRAUD F, et al. Chemical composition and phenolic compounds profile of cladodes from *Opuntia* spp. cultivars with different domestication gradient. **Journal of Food Composition and Analysis**. 2015;43:119–130.

AYADI MA, ABDELMAKSoud W, ENNOURI M, ATTIA H. Cladodes from *Opuntia ficus indica* as a source of dietary fiber: Effect on dough characteristics and cake making. **Industrial Crops and Products**. 2009;30:40–47.

AYDIN O, KAYA A, DEMIRTAS C. Experimental and theoretical analysis of drying carrots. **Desalination**. 2009;237(3):285–295.

AWAD TS, MOHARRAMB HA, SHALTOUTC OE, ASKERD D, YOUSSEFD MM. Applications of ultrasound in analysis, processing and quality control of food: A review. **Food Research International**. 2012;48(2):410–427.

AZOUBEL PM, BAIMA MAM, AMORIM MR, OLIVEIRA SSB. Effect of ultrasound on banana cv Pacovan drying kinetics. **Journal of Food Engineering**. 2010;97:194–198.

AZOUBEL PM, EL-AOUAR AA, TONON RV, KUROSZAWA LE, ANTONIO GC, MURR FEX. Effect of osmotic dehydration on the drying kinetics and quality of cashew apple. **International Journal of Food Science and Technology**. 2009;44:980-986.

BATISTA RDSR, SILVA RA, BRANDÃO TM, VELOSO TR, NEVES JÁ, SANTOS DN. Bebida mista à base de goiaba (*Psidium guajava* L.) e palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*): desenvolvimento e aceitabilidade. **Archivos latino americanos de nutricion**. 2010;60:285-290.

BETORET E, BETORET N, RECCULI P, ROSA MD. Strategies to improve food functionality: Structure–property relationships on high pressures homogenization, vacuum impregnation and drying technologies. **Trends in Food Science & Technology**. 2015;46(1):1-12.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 466 de 12 de dezembro de 2012. Aprova diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. **Diário Oficial União**, Brasília, DF, 12 dez. 2012a.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 nov. 2012b.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial União**, Brasília, DF, 23 set. 2005a.

_____. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. **Diário**

Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 dez. 2005b.

_____. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF. 10 jan. 2001.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 18, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 30 abr. 1999.

BRISLIN RW. Back-translation for cross-cultural research. **Journal of Cross-Cultural Psychology**. 1970;1:185–216.

BRUZZONE F, VIDAL L, ANTÚNEZ L, GIMÉNEZ A, DELIZA R, ARES G. Comparison of intensity scales and CATA questions in new product development: Sensory characterisation and directions for product reformulation of milk desserts. **Food Quality and Preference**. 2015;44:183–193.

CASTILLO SF, ESTRADA L, MARGALEF MI, TÓFFOLI SL. Obtaining nopal flour to elaborate alfajores high in fiber. **Diaeta**. 2013;31(142):20-26.

CHAIKHAMA P, PRANGTHIP P. Alteration of antioxidative properties of longan flower-honey after high pressure, ultra-sonic and thermal processing. **Food Bioscience**. 2015;10:1–7.

CHAUHAN A, SAXENA DC, SINGH S. Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (*Amaranthus* spp.) flour. **LWT - Food Science and Technology**. 2015;63(2):939–945.

CORNEJO-VILLEGAS M, ACOSTA-OSORIO A, ROJAS-MOLINA I, GUTIERREZ-CORTEZ, E, QUIROGA M, GAYTAN M, et al. Study of the physicochemical and pasting properties of instant corn flour added with calcium and fibers from nopal powder. **Journal of Food Engineering**. 2010;96:401-409.

CORRALES-GARCÍA J, PEÑA-VALDIVIA B, RAZO-MARTÍNEZ Y, SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ M. Acidity changes and pH-buffering capacity of nopalitos (*Opuntia* spp.). **Postharvest Biology and Technology**. 2004;32:169-174.

DEVAHASTIN S, NIAMNUY C, SOPONRONNARIT S. Some recent advances in microstructural modification and monitoring of foods during drying: A review. **Journal of Food Engineering**. 2014;123:148–156.

DÍAZ-AYALA F, ÁLVAREZ-GARCÍA GS, SIMÁ-MOO E. Drying kinetics of slices of nopal (*Opuntia ficus indica*) cladodes in a convective transversal flow dryer. **Agrociencia**. 2015;49:845-857.

DIENER E, SCOLLON CN, LUCAS RE. The evolving concept of subjective well-being: The multifaceted nature of happiness. **Advances in Cell Aging and Gerontology**. 2003;15:187-219.

DUFOO-HURTADO MD, ZAVALA-GUTIÉRREZ K, CAO CM, CISNEROS-ZEVALLOS L, GUEVARA-GONZÁLEZ RG, TORRES-PACHECO I, et al. Low-temperature conditioning of “seed” cloves enhances the expression of phenolic metabolism related genes and anthocyanin content in “Coreano” garlic (*Allium sativum*) during plant development. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. 2013;44(61):10439-10446.

DUTCOSKY, SD. **Análise Sensorial de Alimentos**. 3ª edição revisada e ampliada. Curitiba: Champagnat. 2011:243-246.

EL-MOSTAFA K, EL KHARRASSI Y, BADREDDINE A, ANDREOLETTI P, VAMECQ J, EL KEBBAJ MS, et al. Nopal Cactus (*Opuntia ficus-indica*) as a Source of Bioactive Compounds for Nutrition, Health and Disease. **Molecules**. 2014;19:14879-14901.

EL-SAFY FS. Evaluation and Utilization of Cladodes Flour in Formulating Functional Sponge Cake. **World Applied Sciences Journal**. 2013;27(4):512-523.

FABIANO-TIXIER A, PINGRET D, CHEMAT F. Degradation during application of ultrasound in food processing: A review. **Food Control**. 2013;31(2):593-606.

FERNANDES FAN, RODRIGUES S, GOMES MCF, GALLÃO MI. Effect of ultrasound assisted osmotic dehydration on cell structure of sapotas. **Journal of Science Food Agriculture**. 2009;89(4):665-670.

FIGUEROA-PÉREZ MG, PÉREZ-RAMÍREZ IF, PAREDES-LÓPEZ O, MONDRAGÓN-JACOBO C, REYNOSO-CAMACHO R. Phytochemical composition and *in vitro* analysis of nopal (*O. ficus-indica*) cladodes at different stages of maturity. **International Journal of Food Properties**. 2016;12:467-479.

FILHO TL, LUCIA SMD, LIMA RM, SCOLFORO CZ, CARNEIRO JCS, PINHEIRO CJG, et al. Irradiation of strawberries: Influence of information regarding preservation technology on consumer sensory acceptance. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**. 2014;26:242–247.

FOLCH J, LEES M, SLOANE STANLEY GH. “A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues”. **The Journal of Biological Chemistry**. 1957;226:497-509.

GARCIA-NOGUEIRA J, OLIVEIRA FIP, WELLER CL, RODRIGUES S, FERNANDES FAN. Effect of ultrasonic and osmotic dehydration pre-treatments on the colour of freeze dried strawberries. **Journal Food Science Technology**. 2012;9(51):2222-2227.

GAVA AJ, SILVA CAB, FRIAS JRG. **Tecnologia de Alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo. Editora Nobel. 2008: 511.

GÓMEZ-CORONA C, ESCALONA-BUENDÍA H, GARCÍA M, CHOLLET S, VALENTIN D. Craft vs. industrial: Habits, attitudes and motivations towards beer consumption in Mexico. **Appetite**. 2016;96:358-367.

GUERRERO L, GUARDIA MD, XICOLA J, VERBEKE W, VANHONACKER F, ZAKOWSKA-BIEMANS S. Consumer-driven definition of traditional food products and innovation in traditional foods. A qualitative cross-cultural study. **Appetite**. 2009;52:345–354.

GUERRERO L, CLARET A, VERBEKE W, ENDERLI G, ZAKOWSKA-BIEMANS S, VANHONACKER F. Perception of traditional food products in six European regions using free word association. **Food Quality and Preference**. 2010;21:225–233.

GUEVARA-FIGUEROA T, JIMENEZ-ISLAS H, REYES-ESCOGIDO ML, MORTENSEN AG, LAURSEN B, LIN LW, et al. Proximate composition, phenolic acids, and flavonoids characterization of commercial and wild nopal (*Opuntia spp.*). **Journal of Food Composition and Analysis**. 2010;6(23):525–532.

GRUZ J, AYZAZ FA, TORUN H, STRNAD M. Phenolic acid content and radical scavenging activity of extracts from medlar (*Mespilus germanica* L.) fruit at different stages of ripening. **Food Chemistry**. 2011;124:271-277.

HOENSCH HP, OERTEL R. The value of flavonoids for the human nutrition: Short review and perspectives. **Clinical Nutrition Experimental**. 2015;3:8-14.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes; the essential guide to nutrient requirements.** Washington (DC): National Academy Press, 2006.

JARAMILLO-FLORES ME, GONZÁLEZ-CRUZ M, CORNEJO-MAZÓN L. Effect of thermal treatment on the antioxidant activity and content of carotenoids and phenolic compounds of cactus pear cladodes (*Opuntia ficus-indica*). **Food Science and Technology International**. 2003;9(4):271-278.

KRIPPENDORFF, K. **Content analysis: An introduction to its methodology**. 2 ed. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2004.

LIMA AKVO, SOUSA FC, SILVA LMM, PEREIRA FC, SANTANA MFS. Utilização de umbuzadas formuladas com palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) na merenda escolar. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. 2012;7(3):68-72.

LIMA BNB, LIMA FF, TAVARES MIB, COSTA AMM, PIERUCCI APTR. Determination of the centesimal composition and characterization of flours from fruit seeds. **Food Chemistry**. 2014;151(15):293–299.

LÓPEZ RA, VACA M. Drying of prickly pear cactus cladodes (*Opuntia ficus-indica*) in a forced tunnel. **Energy Conversion and Management Journal**. 2009;50:2126-2132.

MACHT M. How emotions affect eating: A five-way model. **Appetite**. 2008;50:1–11, 2008.

MALOMO SA, ELEYINMI AF, FASHAKIN JB. Chemical composition, rheological properties and bread making potentials of composite flours from breadfruit, breadnut and wheat. **African Journal of Food Science**. 2011;5:400-410.

MARKOWSKI M, ZIELINSKA M. Air drying characteristics and moisture diffusivity of carrots. **Chemical Engineering and Processing: Process Intensification**. 2010;49(2):121-218.

MEDEIROS RAB, BARROS ZMP, CARVALHO CBO, NETA EGF, MACIEL MIS, AZOUBEL PM. Influence of dual-stage sugar substitution pretreatment on drying kinetics and quality parameters of mango. **LWT – Food Science and Technology**. 2016;67:167-173.

MEILGAARD M, CIVILLE GV, CARR BT. **Sensory evaluation techniques**. 3. ed. Boca Raton, FL: CRC Press. 1991:281.

MÉNDEZ LP, FLORES FT, MARTÍN JD, RODRÍGUEZ LMR, ROMERO CD. Physicochemical characterization of cactus pads from *Opuntia dillenii* and *Opuntia ficus indica*. **Food Chemistry**. 2015;188:393–398.

MINIM VPR. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 3 ed. atual e ampl. Viçosa, MG: Ed. UFV. 2013:332-380.

MOUSSA-AYOUB TE, EL-HADYB EAA, OMRAN HT, EL-SAMAHY SK, KROH LW, ROHN S. Influence of cultivar and origin on the flavonol profile of fruits and cladodes from cactus *Opuntia ficus-indica*. **Food Research International**. 2014;64:864–872.

MULITERNO MM, RODRIGUES D, LIMA FS, IDA EL, KUROSZAWA LE. Conversion/degradation of isoflavones and color alterations during the drying of okara. **LWT - Food Science and Technology**. 2017;75:512–519.

NELSON DL, MCEVOY CL, DENNIS S. What is free association and what does it measure? **Memory and Cognition**. 2000;28:887–899.

NOWACKA M, WIKTOR A, ŚLEDŹ M, JUREK N, WITROWA-RAJCHERT D. Drying of ultrasound pretreated apple and its selected physical properties. **Journal of Food Engineering**. 2012;v.31:427-433.

NUÑEZ-LÓPEZ MA, PAREDES-LÓPEZ O, REYNOSO-CAMACHO R. Functional and hypoglycemic properties of nopal cladodes (*O. ficus indica*) at different maturity stages using *in vitro* and *in vivo* tests. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 2013;61(46):10981–10986.

ORDOÑEZ JA. **Tecnologia de Alimentos: Componentes dos Alimentos e Processos vol.1**. Porto Alegre: Artmed. 2005:294.

ORTUÑO C, PÉREZ-MUNUERA I, PUIG A, RIERA E, GARCIA-PEREZ JV. Influence of power ultrasound application on mass transport and microstructure of orange peel during hot air drying. **Physics Procedia**. 2010;3(1):153-159.

OSORIO-ESQUIVEL O, ORTIZ-MORENOA A, ÁLVAREZ VB, DORANTES-ÁLVAREZA L, GIUSTIB MM. Phenolics, betacyanins and antioxidant activity in *Opuntia joconostle* fruits. **Food Research International**. 2011;44:2160–2168.

PAREDES-LÓPEZ O, MARTÍNEZ-SOTO G, CELIS-FABIÁN F, HERNÁNDEZ-PÉREZ T. Effect of Drying Methods on the Nutraceutical Potential of Cactus *Cladodes (Opuntia spp.)*. **International Journal of Food and Nutritional Science**. 2015;2(6):1-6.

PARK J, CHOI I, KIM Y. Cookies formulated from fresh okara using starch, soy flour and hydroxypropyl methylcellulose have high quality and nutritional value. **LWT - Food Science and Technology**. 2015;63(1):660–666.

PARK KJ, YADO MKM, BROD FPR. Estudo de secagem de pera Bartlett (*Pyrus* sp.) em fatias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 2001;21(3):288-292.

PINELI LLO, CARVALHO MV, AGUIAR LA, OLIVEIRA GT, CELESTINO SMC, BOTELHO RBA, CHIARELLO MD. Use of baru (*Brazilian almond*) waste from physical extraction of oil to produce flour and cookies. **LWT - Food Science and Technology**. 2015;60(1):50–55.

PIOVESANA A, BUENO MM, KLAJN VM. Elaboração e aceitabilidade de biscoitos enriquecidos com aveia e farinha de bagaço de uva. **Brasilian Journal of Food Technology**. 2013;16(1):68-72.

RAMÍREZ-MORENO E, CORDOBA-DÍAZ M, SANCHEZ-MATA MC, MARQUES CD, GOÑI I. The addition of cladodes (*Opuntia ficus indica* L. Miller) to instant maize flour

improves physicochemical and nutritional properties of maize tortillas. **Food Science and Technology**. 2015;62:675-681.

RAMÍREZ-MORENO E, CORDOBA-DÍAZ D, SANCHEZ-MATA MC, DÍEZ-MARQUES C, GOÑI I. Effect of boiling on nutritional antioxidant and physicochemical characteristics in cladodes. **LWT - Food Science and Technology**. 2013;51:296-302.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**, ISBN 3-900051-07-0. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2016.

REYNOLDS SG, ARIAS E. **Introduction: Cactus (*Opuntia* sp.) as forage**. Roma: FAO. 2001:1-5.

RODRIGUEZ-AMAYA DB. **A guide to carotenoid analysis**. ILDI Press, Washington, DC, 1999.

RODRIGUES FT, FANARO GB, DUARTE RC, KOIKE AC, VILLAVICENCIO ALCH. A sensory evaluation of irradiated cookies made from flaxseed meal. **Radiation Physics and Chemistry**. 2012;81(8):1157–1159.

RODRIGUEZ O, SANTACATALINA JV, SIMAL S, GARCIA-PEREZ JV, FEMENIA A, ROSSELO C. Influence of power ultrasound application on drying kinetics of apple and its antioxidant and microstructural properties. **Journal of Food Engineering**. 2014;129:21-29.

ROMANO KR, ROSENTHAL A, DELIZA R. How do Brazilian consumers perceive a non-traditional and innovative fruit juice? An approach looking at the packaging. **Food Research International**. 2015;74:123–130.

ROZIN P. The meaning of food in our lives: A cross-cultural perspective on eating and well-being. **Journal of Nutrition Education and Behavior**. 2005;27:107–112.

SANTOS-ZEA L, GUTIÉRREZ-URIBE JA, SERNA-SALDÍVAR SO. Comparative analyses of total phenols, antioxidant activity, and flavonol glycoside profile of cladode flours from different varieties of *Opuntia* spp. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 2011;59(13):7054-7061.

SCHÖSSLER K, THOMAS T, KNORR D. Modification of cell structure and mass transfer in potato tissue by contact ultrasound. **Food Research International**. 2012;49:425-431.

SILVA, JFM. Antiradical activity, nutritional potential and flavonoids of the cladodes of *Opuntia monacantha* (Cactaceae). **Food Chemistry**. 2010;123:1127–1131.

SOLOMON M. **Os Segredos da Mente dos Consumidores**. 1ª ed. Famalicão, Portugal. Ed. Centro Atlântico. 2009:28.

SON JS, DO VB, KIM KO, CHO MS, SUWONSICHON T, VALENTIN D. Understanding the effect of culture on food representations using word associations: The case of “rice” and “good rice”. **Food Quality and Preference**. 2014;31:38–48.

STONE H, SIDEL JL. **Sensory evaluation practices**. 3ed. London: Academic Press. 2004:247.

TOUIL AS, CHEMKHI V, ZAGROUBA S. Modelling of the drying kinetics of *Opuntia ficus-indica* fruits and cladodes. **International Journal of Food Engineering**. 2010;6:11-21.

TREVELYAN WE, HARRISON TS. Dosagem de glicídeos totais pelo método de antrona. **Journal of Biochemistry**. 1952;50:292.

VALENTIN D, CHOLLET S, LELIÈVRE M, ABDI H. Quick and dirty but still pretty good: a review of new descriptive methods in food science. **International Journal of Food Science and Technology**. 2012;47:1563–1578

VIDAL L, ARES G, GIMÉNEZ A. Projective techniques to uncover consumer perception: Application of three methodologies to ready-to-eat salads. **Food Quality and Preference**. 2013;28:1–7.

VILLAMIEL M, GAMBOA-SANTOS J, SORIA AC, MONTILLA A. Quality parameters in convective dehydrated carrots blanched by ultrasound and convetional treatment. **Food Chemistry**. 2013;141(1):616-624.

WITROWA-RAJCHERT D, JUREK N, SLEDZ M, WIKTOR A, NOWACA M. Drying of ultrasound pretreated apple and its selected physical properties. **Journal of Food Engineering**. 2012;113:427-433.

ZOUARI R, BESBES S, ELLOUZE-CHAABOUNI S, GHRIBI-AYDI D. Cookies from composite wheat–sesame peels flours: Dough quality and effect of *Bacillus subtilis* SPB1 biosurfactant addition. **Food Chemistry**. 2016;194(1):758–769.

APÊNDICES

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) Senhor(a),

Esta pesquisa está sendo desenvolvida por Juliana Gondim de Albuquerque, mestranda em Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), sob a orientação da Prof^a Dr^a Patricia Moreira Azoubel e co-orientação da Prof^a Dr^a Jailane de Souza Aquino. O objetivo deste estudo é elaborar formulações de biscoitos, mediante substituição da farinha de trigo por farinha de cladódios de palma (*Opuntia ficus-indica*), visando elucidar o potencial dessa hortaliça regional, de modo a agregar valor nutricional a esse produto, e analisar a aceitação destes. A finalidade deste trabalho é incentivar o consumo da palma e ressaltar os seus benefícios à saúde.

O presente trabalho trará benefícios à população em geral, por desenvolver uma alternativa de biscoito de baixo custo, com possibilidade de produção em larga escala pelas indústrias e comercialização deste produto. Informamos que essa pesquisa não oferece riscos, previsíveis, para a sua saúde, uma vez que antes da análise sensorial, os biscoitos foram avaliados microbiologicamente e, além disso, serão preparados com matérias primas de qualidade e de acordo com as boas práticas de fabricação.

Solicitamos a sua colaboração para responder as questões que englobam as suas percepções culturais e pessoais a respeito da utilização da palma na alimentação humana. Também contamos com a sua participação na avaliação sensorial dos biscoitos, os quais se apresentarão na forma de degustação e preenchimento de uma ficha com escala hedônica, de acordo com a sua satisfação com relação à aparência, cor, sabor, aroma e textura do nosso produto, bem como para assinalar os descritores da lista CATA que correspondem às características sensoriais do produto avaliado e do produto ideal, segundo seu ponto de vista. Para tal, necessitamos da sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de saúde e, eventualmente, publicação em revista científica. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo. Informamos que esta pesquisa não oferece risco algum para a sua saúde, visto que os resultados obtidos na avaliação sanitária realizada com os produtos estão em conformidade com os parâmetros exigidos pela ANVISA.

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o (a) senhor (a) não é obrigado (a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pela pesquisadora. Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano. A pesquisadora estará à sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa. Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido (a) e dou o meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados.

Assinatura do Participante

Contato com o Pesquisador (a) Responsável: Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor ligar para o (a) pesquisador (a) Juliana Gondim de Albuquerque: Endereço (Setor de Trabalho): Programa de Pós-Graduação em Nutrição. Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE - CEP: 50670-901 | Fone PABX: (81) 2126.8000.

Atenciosamente,

Assinatura do Pesquisador Responsável

APÊNDICE B

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BISCOITOS ELABORADOS COM FARINHA DE
CLADÓDIOS DE PALMA

Nome: _____ Data: ____/____/____

Faixa etária	Ocupação	Sexo
() menos de 20 anos	() professor	() Feminino
() de 20 a 25 anos	() funcionário	() Masculino
() de 26 a 30 anos	() aluno de pós-graduação	
() de 31 a 40 anos	() aluno de graduação	
() mais de 40 anos		

Você está recebendo amostras de biscoitos. Por favor, anote o número da amostra, prove e avalie utilizando a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou do produto:

	Amostra nº _____	Amostra nº _____	Amostra nº _____
1. Desgostei extremamente	Aparência _____	Aparência _____	Aparência _____
2. Desgostei muito	Cor _____	Cor _____	Cor _____
3. Desgostei moderadamente	Sabor _____	Sabor _____	Sabor _____
4. Desgostei ligeiramente	Aroma _____	Aroma _____	Aroma _____
5. Indiferente	Textura _____	Textura _____	Textura _____
6. Gostei ligeiramente	Aceitação global _____	Aceitação global _____	Aceitação global _____
7. Gostei moderadamente			
8. Gostei muito			
9. Gostei muitíssimo			

Após ter avaliado os biscoitos, indique na escala abaixo o grau de certeza no qual você estaria disposto a comprá-lo, se o encontrasse à venda:

	Amostra nº _____	Amostra nº _____	Amostra nº _____
1. Certamente não compraria	() Certamente não compraria	() Certamente não compraria	() Certamente não compraria
2. Provavelmente não compraria	() Provavelmente não compraria	() Provavelmente não compraria	() Provavelmente não compraria
3. Talvez comprasse	() Talvez comprasse	() Talvez comprasse	() Talvez comprasse
4. Provavelmente compraria	() Provavelmente compraria	() Provavelmente compraria	() Provavelmente compraria
5. Certamente compraria	() Certamente compraria	() Certamente compraria	() Certamente compraria

Classifique as amostras de acordo com sua preferência:

1ª Amostra nº _____ 2ª Amostra nº _____ 3ª Amostra nº _____

APÊNDICE C

TESTE *CHECK ALL THAT APPLY* (CATA) DE BISCOITOS ELABORADOS COM FARINHA DE CLADÓDIOS DE PALMA

Por favor, assinale os termos que, de acordo com a sua opinião, melhor descrevem cada amostra de biscoito. Não se esqueça de anotar o número das amostras avaliadas e, em caso de dúvidas, favor perguntar.

Amostra nº _____		
☐ Coloração ideal ☐ Aspecto uniforme ☐ Ácido ☐ Duro ☐ Saboroso ☐ Cheiro característico de biscoito	☐ Sabor desagradável ☐ Seco ☐ Suave ☐ Cheiro de mato ☐ Coloração escura ☐ Doce ☐ Crocante	☐ Molhado ☐ Mole ☐ Salgado ☐ Coloração clara ☐ Insípido ☐ Presença de fibras (granulação) ☐ Sabor estranho
Amostra nº _____		
☐ Sabor desagradável ☐ Seco ☐ Suave ☐ Cheiro de mato ☐ Coloração escura ☐ Doce ☐ Crocante	☐ Molhado ☐ Mole ☐ Salgado ☐ Coloração clara ☐ Insípido ☐ Presença de fibras (granulação) ☐ Sabor estranho	☐ Coloração ideal ☐ Aspecto uniforme ☐ Ácido ☐ Duro ☐ Saboroso ☐ Cheiro característico de biscoito
Amostra nº _____		
☐ Molhado ☐ Mole ☐ Salgado ☐ Coloração clara ☐ Insípido ☐ Presença de fibras (granulação) ☐ Sabor estranho	☐ Coloração ideal ☐ Aspecto uniforme ☐ Ácido ☐ Duro ☐ Saboroso ☐ Cheiro característico de biscoito	☐ Sabor desagradável ☐ Seco ☐ Suave ☐ Cheiro de mato ☐ Coloração escura ☐ Doce ☐ Crocante

ANEXO

ANEXO A

PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.401.816

Apresentação do Projeto:

Trata-se de Dissertação de Mestrado apresentada pela estudante JULIANA GONDIM DE ALBUQUERQUE ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, na área de concentração em Ciência dos Alimentos, orientada pela Dra. Patricia Moreira Azoubel e coorientadora pela Dra. Jailane de Souza Aquino.

Estudo de natureza experimental, quantitativa, que será realizado a partir da produção, caracterização e utilização da farinha de brotos de palma (*Opuntia ficus-indica*), bem como de análises sequenciais (físico-química, microbiológica e sensorial) de biscoitos elaborados a partir dessa farinha.

Comitê de Ética
em Pesquisa
Envolvendo
Seres Humanos



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
PERNAMBUCO CENTRO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE / UFPE-



Continuação do Parecer: 1.401.816

Declaração de Pesquisadores	Curriculo_Lattes_Patricia.docx	01/12/2015 18:51:45	Juliana Gondim de Albuquerque	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Curriculo_Lattes_Jailane.docx	01/12/2015 18:51:05	Juliana Gondim de Albuquerque	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Curriculo_Lattes_Juliana.docx	01/12/2015 18:50:49	Juliana Gondim de Albuquerque	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não