



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA ZONA SUL – PROF. MARCÍLIO RANGEL
EIXO DE HOSPITALIDADE E LAZER
CURSO DE TECNOLOGIA EM GASTRONOMIA

SELMA CRISTINA BALDEZ OLIVEIRA

**ELABORAÇÃO DE “CRISTAIS” DE GENGIBRE (*Zingiber officinale* Roscoe),
EMPREGANDO MÉTODOS COMBINADOS DE DESIDRATAÇÃO**

Teresina

2014

SELMA CRISTINA BALDEZ OLIVEIRA

**ELABORAÇÃO DE “CRISTAIS” DE GENGIBRE (*Zingiber officinale* Roscoe),
EMPREGANDO MÉTODOS COMBINADOS DE DESIDRATAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Graduação em Tecnologia em Gastronomia do Instituto Federal de Educação ciência e tecnologia do Piauí – IFPI, como pré-requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Gastronomia.

Orientadora: Prof^a. Msc. Rosália Maria Torres de Lima.

Teresina

2014

SELMA CRISTINA BALDEZ OLIVEIRA

**ELABORAÇÃO DE “CRISTAIS” DE GENGIBRE (*Zingiber officinale* Roscoe),
EMPREGANDO MÉTODOS COMBINADOS DE DESIDRATAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Graduação em Tecnologia em Gastronomia do Instituto Federal de Educação ciência e tecnologia do Piauí – IFPI, como pré-requisito para obtenção do título de Tecnóloga em Gastronomia.

Orientadora: Prof^a. Msc. Rosália Maria Torres de Lima.

Monografia aprovada em: ____/____/____

Banca examinadora:

Orientadora: Prof^a. MSc. Rosália Maria Tôrres de Lima
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI

1º Examinador: Esp. Pedro Ângelo Pinheiro de Freitas
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI

2ª Examinadora: Prof^a. MSc. Marília Alves Marques de Souza
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI

Suplente: Prof^a. MSc. Mariana de Moraes Souza
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI

Teresina

2014

DEDICO

A minha família, em especial minhas queridas filhas, Ana Karoline e Cintia Camila, pelo amor incondicional que tenho por elas, sabem que esse amor é recíproco.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pela fidelidade, força, ânimo, amor, coragem e companhia em todos os momentos.

A minha **família** por ser meu alicerce, e sempre me motivaram a nunca desistir. A meu esposo Francisco Veras por me ajudar financeiramente, à minhas filhas Ana Karoline e Cintia Camila, que sempre foram uma grande fonte de incentivo durante esses anos de curso. A minha **irmã** Solange pela sua paciência e apoio, à minha querida **sobrinha e companheira** de curso Lauriane Baldez, que mesmo ela tendo me abandonado no meio do percurso, foi fundamental para minha formação.

A minha querida **professora orientadora** Rosália Maria Torres de Lima, por ter me conduzido durante todo o desenvolvimento do trabalho, agradeço a disponibilidade, paciência, humanidade e atenção que apresentou a melhor forma de esclarecimento para as minhas dificuldades. De seu exemplo jamais esquecerei e serei eternamente grata.

A todos os **meus professores** ao longo de minha vida acadêmica, que não se pouparam em transmitir seus conhecimentos, mostrando dedicação à arte de ensino com o objetivo de nos transformarem em bons profissionais: Pedro Ângelo, Marília Marques, Mariana Moraes, Paulo Ronaldo, Giselda Costa, Gilcelene Brito, Ana Maria, Eldina, Alessandro Lima, Valéria Lima, Francisco Sampaio, Edna Chaves.

A Jurandi Silva, **técnico do laboratório**, que sempre se mostrou prestativo colaborando para a realização das análises, e esclarecendo dúvidas.

Aos **amigos** que fizeram parte deste longo percurso acadêmico e me incentivaram a nunca desistir e compartilharam comigo momentos inesquecíveis que serão lembrados para sempre (Joana Caroline, Fernanda Soares, Savina Petrilli, Benedita Soares, Cristiano Silva, Claudio Rodrigues, Tatiana Maria, Marcia Rosália). Em **especial** Fhanuel Andrade, meu amigo, e companheiro de curso, que compartilhou comigo tristezas, alegrias, frustrações, raivas e realizações, tendo minha eterna gratidão por toda a sua ajuda durante esses anos.

Ao **IFPI**, por ter me disponibilizado os laboratórios para realização das análises dos compostos bioativos, antioxidantes e sensoriais.

Ao **grupo** de alunos, técnicos e professores do IFPI, que participaram na análise sensorial dos cristais de gengibre, agradeço a presença.

E a todos aqueles, que de alguma forma contribuíram para que este sonho fosse concretizado, os meus sinceros agradecimentos.

Muito Obrigada!

RESUMO

O gengibre é o rizoma da (*Zingiber Officinale* Roscoe), sua fácil propagação e adequação em diversas regiões do planeta, inclusive no Brasil, permitiram seu maior uso comercial que envolve os setores de alimentos, cosméticos, perfumaria e farmacêutico, evidenciando suas propriedades medicinais e terapêuticas difundidas há milhares de anos. No Brasil o cultivo do gengibre está direcionado à exportação. Depois da colheita, a qualidade dos rizomas é diminuída devido à perda de peso, mucharmento, enrugamento da superfície, brotação, deterioração fisiológica, ataque de patógenos e alterações nos compostos físico-químicos como proteína e fibra bruta. Esses fatores acarretam em perdas expressivas no valor comercial e tempo de conservação do produto nas prateleiras. A secagem constitui-se em uma das opções de conservação do gengibre *in natura*, pois o alto conteúdo de água (umidade variando entre 80% e 95%) o torna suscetível à deterioração por ação microbiana. A desidratação osmótica integrada a outros fatores de conservação tem produzido alimentos de boa qualidade, de fácil conservação e praticidade. O objetivo desse trabalho é elaborar cristais de gengibre (*Zingiber Officinale* Roscoe), empregando métodos combinados de desidratação, determinar as características físicas e físico-químicas do gengibre (rizoma), analisar o teor de fenólicos totais e avaliar a atividade antioxidante *in vitro* empregando distintas metodologias (DPPH[•] e ABTS^{•+}) no gengibre *in natura* e nos “cristais”; realizar testes de aceitação e intenção de compra dos cristais de gengibre e agregar valor econômico na cultura do gengibre. Para a elaboração dos cristais foi utilizada a desidratação osmótica seguida da secagem convencional em estufa ventilada, para a desidratação osmótica foram usadas duas formulações de solução hipertônica de sacarose, uma com 44° BRIX, 34°C, 120 min. outra com 70°BRIX, 30°C, 240 min. Os resultados obtidos indicam que a polpa do rizoma *in natura* e os cristais do gengibre apresentam compostos fenólicos e atividade antioxidante com valores expressivos. Quanto aos cristais do gengibre, a formulação com 70° BRIX, 30°C, 240 minutos, foi a que apresentou maior aceitação e intenção de compra.

Palavras-chave: *Zingiber Officinale* Roscoe, Cristais de gengibre, desidratação, atividade antioxidante, análise sensorial.

ABSTRACT

Ginger is the rhizome of (*Zingiber Officinale* Roscoe), its easy propagation and adaptation in various regions of the planet, including Brazil, allowed his greatest commercial use that involves the sectors of food, cosmetics, perfumery and pharmaceutical showing its medicinal and therapeutic properties widespread for thousands of years. In Brazil ginger cultivation is targeted for export. After harvesting, the quality of the rhizomes is decreased due to weight loss, wilting, shrinkage of surfasse, budding, physiological deterioration, pathogen attack and protein changes in physical-chemical compounds and as crude fiber. These factors lead to significant losses in market value and product shelf life on the shelves. Drying is in one of the *in natura* ginger conservation options, because the high water content (humidity ranging between 80% and 95%) makes it susceptible to deterioration by microbial action. The osmotic dehydration integrated to other conservation factors has produced good quality food of easy maintenance and practicality. The aim of this work is to develop ginger crystals (*Zingiber Officinale* Roscoe), using combined methods of dehydration, determine the physical and physical-chemical properties of ginger (rhizome), analyze the total phenolic content and evaluate the antioxidant activity employing different methodologies (DPPH[•] e ABTS^{•+}) in *in natura* ginger and in “crystals”; realize acceptance tests and purchase intent of ginger crystals and add economic value in Ginger culture. For the preparation of crystals was used in conventional osmotic dehydration and drying in a ventilated oven, for osmotic dehydration were used two hypertonic solution formulations of sucrose, one with 44 ° BRIX, 34 ° C, 120 min. another one with 70 ° BRIX, 30 ° C, 240 min. The obtained results indicate that the pulp of *in natura* rhizome and ginger crystals present phenolic compounds and antioxidant activity with significant values. Regarding to ginger crystals, the formulation with 70 ° BRIX, 30 ° C, 240 minutes, showed the greater acceptance and purchase intent.

Keywords: *Zingiber officinale* Roscoe, ginger crystals, dehydration, antioxidant activity, sensory analysis.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

% - percentual

µg - micrograma

µM - micromol

Abs. - absorbância

ABTS - 2,2'-azinobis 3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico

ANOVA - Análise de variância

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AOAC - Association of Official Analytical Chemists

ASSISTAT – Assistência estatística

BS – Ágar bismuto sulfito

cm - centímetro

DP - desvio-padrão

DPPH - 2,2-difenil-1-picrilidrazil

EC - Caldo E. coli

GAE - Equivalente de ácido gálico

g- Grama

HE – Ágar hektoen

IAL - Instituto Adolf Lutz

IED- Índice de Eficiência de Desnutrição

IFPI - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí

LST– Caldo lauril sulfato triptose

mg - miligrama

mL - mililitro

nm - nanômetro

NMP - Número Mais Provável

°C – graus celsius

pH - potencial hidrogeniônico

RDC - *Resolução Dirigida Colegiada*

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TEAC - Atividade Antioxidante Total Equivalente ao Trolox

VET - Valor energético total

XLD- Xilose-Lisina Desoxicolato

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Inflorescência do gengibre (a) e Rizomas de gengibre (b)

Figura 2. Cristais de gengibre

Figura 3. Rizoma de gengibre (a), gengibre selecionado em cubos pequenos (b)

Figura 4. Desidratação osmótica

Figura 5. Obtenção dos extratos aquoso e alcoólico do gengibre *in natura* e “cristais”

Figura 6. Curva de calibração de ácido gálico (mg.mL^{-1}) a 720 nm

Figura 7. Curva de calibração-resposta da porcentagem de inibição de trolox frente ao radical DPPH $\cdot$ (517 nm).

Figura 8. Curva de calibração-resposta da porcentagem de inibição de Trolox em etanol (50 a 800 $\mu\text{mol.mL}^{-1}$) frente ao radical ABTS $^{\bullet+}$ (734 nm).

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 – Caracterização física do gengibre.....	34
TABELA 02 – Caracterização físico-química do gengibre.....	34
TABELA 03 – Composição Centesimal e (VET).....	35
TABELA 04 – Quantificação de Polifenóis Totais (PT).....	36
TABELA 05 – Quantificação de Ácido Ascórbico Obtido do Gengibre.....	36
TABELA 06 – Análise da Capacidade Antioxidante Total (TEAC).....	37
TABELAS 07 – Médias do Teste de Aceitação Sensorial dos Cristais de Gengibre.....	38
TABELA 08 – Resultado do Teste de Preferência e Intenção de compra dos Cristais de Gengibre.....	39
TABELA 09 – Avaliação Bacteriológica dos Cristais de Gengibre.....	40

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DE ITERATURA.....	15
2.1 Gengibre (<i>Zingiber Officinale</i> Roscoe).....	15
2.2 Propriedades Terapêuticas do Gengibre.....	16
2.3 Propriedade Antioxidante do Gengibre.....	16
2.4 Emprego do Gengibre na Produção de Cristais.....	17
2.5 Tratamento Térmico Combinado.....	18
2.6 Desenvolvimento de Produtos Alimentícios.....	19
3. OBJETIVOS.....	20
3.1 Objetivo Geral.....	20
3.2 Objetivos Específicos.....	20
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
4.1 Local e Coleta dos Rizomas.....	21
4.2 Preparo das Amostras.....	21
4.3 Caracterização Física e Físico-química do Rizoma.....	21
4.3.1 Peso Médio, Biometria do Rizoma (comprimento, largura e espessura).....	22
4.3.2 Rendimento das Partes Comestíveis (polpa).....	22
4.3.3 Determinação do PH.....	22
4.3.4 Acidez Titulável Total.....	22
4.3.5 Sólidos Solúveis Totais (°BRIX).....	23
4.4 Aplicação da Desidratação Osmótica e Convencional no Rizoma.....	23
4.5 Obtenção dos Extratos da Polpa do Rizoma <i>in natura</i> e Cristais do Gengibre para Análise de Compostos Fenólicos e Atividade Antioxidante.....	24
4.5.1 Determinação de Fenólicos Totais.....	25
4.5.2 Ácido Ascórbico.....	26

4.5.3 Determinação da Atividade Antioxidante pelo Método DPPH (2,2difenil-1picril-hidrazil).....	26
4.5.4 Determinação da Atividade Antioxidante pelo Radical ABTS ^{•+} [2,2-azino-bis(3- etilbenzotiazolin)-6-sulfônico].....	27
4.6 Composição Centesimal do Rizoma.....	28
4.6.1 Umidade.....	28
4.6.2 Resíduo Mineral Fixo (cinzas).....	29
4.6.3 Extrato Etéreo.....	29
4.6.4 Proteínas.....	30
4.6.5 Carboidratos.....	30
4.6.6 Valor Energético Total (VET).....	31
4.7 Análise Sensorial e Recrutamento de Provadores.....	32
4.7.1 Avaliação Sensorial.....	32
4.8 Análise Bacteriológica.....	32
4.8.1 Análise de Coliformes a 45°C.....	32
4.8.2 Análise de <i>Salmonella sp.</i>	33
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
5.1 Caracterização Física , Físico-Química e Centesimal do Rizoma.....	34
5.2 Compostos Bioativos do Gengibre.....	36
5.3 Avaliação Sensorial.....	38
5.4 Análise Bacteriológica.....	40
6.CONCLUSÃO.....	41
7.REFERÊNCIAS.....	42

1. INTRODUÇÃO

O gengibre é o rizoma da *Zingiber Officinale* Roscoe, um cultivar da família das Zingiberáceas, que inclui cerca de 1300 espécies. Pesquisas e estudos referentes ao gengibre têm aumentado nos últimos anos devido à intensificação de seu uso comercial, que abrange os setores de alimentos, cosméticos, perfumaria e farmacêutico, sendo concernente às comprovações de seus vários efeitos e propriedades medicinais e terapêuticas difundidas popularmente há milhares de anos (PRATO, 2010).

No setor alimentício, o gengibre é utilizado como matéria-prima para fabricação de bebidas alcoólicas, refrigerantes, refrescos e produtos de panificação e confeitaria (pães, bolos, biscoitos e geléias), na produção de condimentos, conservas e pickles, e como ingrediente em preparados alimentícios *in natura*, sopas e molhos (RAVINDRAN & BABU, 2005 *apud* PRATO, 2010). Alguns exemplos de produtos alimentícios a base de gengibre ou que contém o gengibre em sua formulação são: o “Quentão” brasileiro; o refrigerante “Ginger-ale”, (Estados Unidos, Canadá e Inglaterra); a bebida alcoólica “Ginger-beer” (Inglaterra); a bebida alcoólica “Ingwerbier” (Alemanha); o licor “Khaung” (China); e o condimento “Curry” (Índia) (PRATO, 2010).

Com relação às propriedades medicinais do gengibre podem ser relacionadas: atividade antiinflamatória, antiemética, antinauseante, antimutagênica, hipoglicêmica, antioxidante e antibacteriana (PRATO, 2010). Segundo CORRÊA *et al.* (1994) *apud* PRATO, (2010), o gengibre aparece ainda como uma das plantas mais antigas e populares de uso medicinal.

De acordo com SUMAN (2012), o principal interesse no cultivo do gengibre no Brasil é a exportação principalmente para os Estados Unidos, Reino Unido, Holanda, França e Canadá. Por ocasião do beneficiamento ocorre uma perda de 20 a 30%, para os rizomas que não atingem a qualidade tipo exportação. Após a colheita, a qualidade dos rizomas é reduzida devido à perda de peso, mucharmento, enrugamento da superfície, brotação, deterioração fisiológica, ataque de patógenos e mudanças nos compostos físico-químicos como proteína e fibra bruta (LANA, 1993 *apud* SALVADOR e SHINOHARA, 2009). Observa-se que esses fatores acarretam em perdas significativas no valor de mercado e tempo de permanência do produto nas prateleiras.

A secagem constitui-se em uma das alternativas de conservação do gengibre *in natura*, cujo alto teor de água (umidade variando entre 80 e 95%) o torna suscetível à degradação por

ação microbiana (PRATO, 2010). A desidratação osmótica associada a outros fatores de conservação tem produzido alimentos de boa qualidade, de fácil conservação e praticidade. Estes podem ser consumidos diretamente como produtos prontos para o consumo ou como ingredientes para a elaboração de produtos de confeitaria, iogurtes, sorvetes, entre outros (LOPÉZ-MALO, 1994 *apud* NETO, 2005).

A pré-secagem por osmose tem sido utilizada para minimizar os efeitos adversos que geralmente aparecem quando o produto é submetido à secagem por ar quente. A combinação de métodos de secagem tem sido apontada como alternativa econômica e segura para a conservação de produtos alimentícios, além de possibilitar a obtenção de produtos desidratados de melhor qualidade quando comparado aos produtos desidratados convencionalmente (BRANDÃO *et al.*, 2003; DEL VALLE *et al.*, 1998 *apud* NETO, 2005).

O gengibre desidratado, obtido pela desidratação do rizoma, com ou sem remoção prévia das cascas, a uma umidade de 12%, é comercializado em peças íntegras de cor variável, laminado ou ainda em pó (LORENZETTI, 2008 *apud* PRATO, 2010). A crescente exigência do consumidor por alimentos que apresentem, além de alta qualidade sensorial e nutricional, benefícios associados à saúde, faz surgir a necessidade de novos ingredientes e produtos que possam atender a essas exigências do mercado (COELHO, 2010).

Nesse contexto, segue a produção dos cristais de gengibre, os quais podem ser obtidos por meio da redução da atividade de água, empregando métodos combinados de secagem como a desidratação osmótica seguida de secagem convencional em estufa, tais procedimentos térmicos permitem desenvolver produtos, reduzir as perdas pós-colheita, valorizar a cultura do gengibre no Brasil e agregar valor econômico.

Dessa forma, a presente pesquisa visa o aproveitamento do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) por meio da obtenção de cristais de gengibre empregando métodos combinados de desidratação, avaliar a aceitação sensorial dos “cristais”, analisar a atividade antioxidante *in vitro* e compostos fenólicos do rizoma *in natura* e após o processamento térmico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe)

Raiz de gengibre, mangaratá, mangaratáia ou simplesmente gengibre são os nomes pelos quais é conhecido o rizoma da *Zingiber officinale* Roscoe, uma planta herbácea e perene da família das Zingiberáceas, que pode atingir de trinta centímetros até um pouco mais de um metro de altura. Seus ramos e folhas de coloração verde-escura partem de um caule grosso, duro, tuberoso, articulado e vivaz, denominado rizoma. Embora os rizomas cresçam subterrâneos, não são considerados como raízes e sim hastes inchadas. As flores acham-se dispostas em espigas presas a hastes especiais que saem diretamente dos rizomas, sendo tubulares, roxas e amarelo-claras. Nem sempre presentes, os frutos têm coloração vermelha e diversas sementes pretas e pequenas (EPAGRI, 1998; RAVINDRAN & BABU, 2005 *apud* PRATO, 2010).

O gengibre, *Zingiber officinale*, foi primeiramente descrito, em 1807, pelo botânico inglês WILLIAM ROSCOE (1753-1813). O nome deste gênero, Zingiber, deriva de uma palavra em sânscrito que significa em forma de “chifre” em referência às protuberâncias na superfície do rizoma (STEVEN, 2011 *apud* SUMAN, 2012).

A fácil difusão e adaptação do gengibre em várias regiões do planeta, inclusive no Brasil, permitiram sua maior utilização comercial, ampliar as possibilidades de uso na alimentação, bem como se valer e verificar através de pesquisas (PRATO, 2010). A **Figura 1** a e b mostra as inflorescências e os rizomas de gengibre.



Figura 1. Inflorescência do gengibre (a) e Rizomas de gengibre (b).

Fonte: SUMAN, 2012, p.11

2.2 Propriedades terapêuticas do gengibre

O gengibre (*Zingiber officinale*) é uma das mais antigas e populares plantas medicinais do mundo e vem sendo utilizado na medicina popular de quase todos os povos do planeta. Na China, o chá de gengibre feito de modo que pedaços do gengibre frescos são fervidos em água é indicado para tratamentos em gripes, tosse, resfriados e ressacas. No Japão, são realizadas massagens com óleo de gengibre para problemas nas articulações. Alguns fitoterapeutas têm recomendado banhos e compressas quentes de gengibre para aliviar sintomas de gota, artrite, dores de cabeça, problemas de rins, cólicas menstruais e de coluna (PALHARIN *et al.*, 2010 *apud* SUMAN, 2012).

Os rizomas do gengibre são dotados de inúmeras aplicações à nível da área da saúde. Desta forma, esta planta pode ser utilizada para combater algumas doenças e perturbações da saúde, mas a principal propriedade farmacológica que lhe é atribuída é no combate de problemas gastrointestinais, como náuseas, vômitos, dores de estômago, diarreia, flatulência e ainda úlceras gástricas (USHA e KRISHNAPURA, 2009 *apud* CONCEIÇÃO, 2013).

Estudos mostram que o gengibre possui ação antimicrobiana, anti-inflamatória, antipirética, diurética, antioxidante, hepatoprotetor e ainda é responsável pela diminuição e controle da glicemia e do colesterol. Esta planta também pode ser utilizada em casos de problemas respiratórios como a asma e também como expetorante e antiespasmódico. Pode igualmente combater problemas reumáticos, artrites, entre outros (BALIGA *et al.*, 2011; PALATY *et al.*, 2013 *apud* CONCEIÇÃO, 2013).

O gengibre foi já identificado como ferramenta terapêutica pelo fato de conseguir, por vezes, combater o aparecimento de alguns cânceros independentemente do grau de gravidade, sendo-lhe atribuídos efeitos quimiopreventivos (AGGARWAL e SHISHODIA, 2006 *apud* CONCEIÇÃO, 2013).

2.3 Propriedades antioxidantes do gengibre.

O gengibre possui a capacidade para diminuir a quantidade de agentes indesejáveis no organismo, prevenindo a acumulação de óxido nítrico, superóxidos, peróxido de hidrogénio e outros radicais livres, responsáveis por vários tipos de patologias (BALIGA *et al.*, 2003 CONCEIÇÃO, 2013). Os grupos de compostos gingerol e shogaol, principais responsáveis pela pungência do gengibre, respondem pela maioria das notáveis e comprovadas

características organolépticas e terapêuticas do gengibre (PRATO, 2010). KAUR e KAPOOR (2002) *apud* PRATO (2010) analisaram trinta e seis extratos de diferentes vegetais, dentre os quais o gengibre, e o classificaram no grupo de vegetais que continham alta atividade antioxidante.

Percebe-se deste modo, que tanto o gengibre como os seus derivados conseguem controlar os níveis de radicais livres presentes no organismo além de que previnem os efeitos que estes poderão causar caso sofram acumulação, como alterações no DNA, proteínas, e outras estruturas celulares designadamente os lipídios e membranas lipídicas (HALLIWELL, 2007; DEVASAGAYAM *et al.*, 2004 *apud* CONCEIÇÃO, 2013).

Os radicais livres em determinadas quantidades podem desencadear alterações em nível das membranas, podendo provocar peroxidação lipídica. O gengibre tem capacidade para impedir este fenómeno, pois possui no seu óleo e derivados, constituintes eficazes para eliminar o risco que este fenómeno poderá desencadear, por exemplo, nos eritrócitos e nos hepatócitos (BALIGA *et al.*, 2011 *apud* CONCEIÇÃO, 2013).

Os fitoquímicos presentes no gengibre desempenham mais uma vez um papel importante no que toca à proteção do organismo perante este tipo de agentes prejudiciais quando ingeridos oralmente, pois para além de terem as inúmeras funções como as anteriormente descritas, têm também a capacidade de aumentar os níveis plasmáticos de vitamina C, E e β -caroteno e prevenir desta forma o aparecimento de determinados cancros pela inibição da atuação dos respetivos agentes carcinogênicos (BALIGA *et al.*, 2011 *apud* CONCEIÇÃO, 2013).

2.4 Emprego do gengibre na produção de “cristais”

O gengibre é comercializado internacionalmente sob quatro formas básicas: in natura, em conserva, cristalizado, seco ou desidratado. A partir do rizoma imaturo, tenro e menos pungente, colhido em torno de seis meses, é preparada a conserva (em salmoura ou xarope de açúcar) ou gengibre cristalizado. Além disso, as brotações novas podem ser utilizadas na forma de pickles. Por outro lado, do rizoma colhido após atingir seu estágio de maturação completo é preparado o gengibre seco ou desidratado (LORENZETTI, 2008 *apud* PRATO, 2010).

Os cristais de gengibre (**Figura 2**) de acordo com a Resolução ANVS/MS n.º 16/99, DOU 3/12/99, devem ser analisados como Novos Alimentos e ou Novos Ingredientes, os cristais obtidos da desidratação do rizoma são comumente comercializados em farmácias, apresentando sabor adocicado ou salgado, podendo-se ainda encontrar “cristais” com aroma e sabor de frutas e outros condimentos como anis e canela. Nas embalagens comerciais dos cristais de gengibre é possível observar as diversas alegações dos benefícios do consumo como combate a gengivite, amigdalite, faringite, sinusite, laringite, atua nas cordas vocais e auxilia a digestão.



Figura 2. Cristais de gengibre

Fonte: Autoria própria

2.5 Tratamento térmico combinado

A desidratação de alimentos proporciona produtos compactos, fáceis de transportar e com valor nutricional concentrado, já que neste processo a água é removida. A retirada da água, através de secagem, é um método eficaz de controle de desenvolvimento microbiano, conseqüentemente, apresentando estabilidade no armazenamento (CRUESS, 1973; CRUZ, 1989; OSÓRIO *et al.*, 2007; KHAN *et al.*, 2008; PANADES *et al.* 2008; PANI *et al.* 2008 *apud* GONÇALVES e BLUME, 2008).

A desidratação osmótica de alimentos consiste na remoção parcial de água pela pressão ocasionada quando se coloca o produto em contato com uma solução hipertônica de solutos (açúcar ou sal), diminuindo assim a atividade de água e aumentando a sua estabilidade (POKHARKAR *et al.*, 1997 *apud* GOMES, CEREDA e VILPOUX, 2007). Pelo fato da

desidratação osmótica remover parcialmente a água do alimento, é considerada por isso um pré-tratamento, a secagem por métodos convencionais é empregada posteriormente para a obtenção do teor de água desejado (ALVES e SILVEIRA, 2002 *apud* ELIAS *et al*, 2008). Esta interação de métodos vem ganhando espaço na preservação e desenvolvimento de produtos por não alterar significativamente as características sensoriais dos alimentos.

Com a expansão do mercado, surge o desafio de utilizar tecnologias baratas e adequadas na produção de alimentos que atendam às exigências do consumidor e do produtor. Hoje se fala muito no aproveitamento de resíduos, como no caso de alimentos altamente perecíveis, principalmente, frutas, verduras e rizomas. Cada vez mais se têm buscado adaptar técnicas e processos capazes de transformar matérias-primas “danificadas” ou “sem uso” ou ainda fora da classificação, em produtos de alto valor agregado e com consumidores em potencial (GOMES, CEREDA e VILPOUX, 2007).

2.6 Desenvolvimento de produtos alimentícios

O desenvolvimento de produtos alimentícios torna-se cada vez mais desafiador, à medida que procura atender à demanda dos consumidores por produtos que sejam saudáveis e atrativos. Consequentemente, a alimentação de indivíduos com estilo de vida saudável tende a ser, um ato prazeroso e que ao mesmo tempo, visa à saúde e o bem estar (KOMATSU; BURITI e SAAD, 2008).

Os alimentos não são mais vistos unicamente como uma forma de saciar a fome ou de suprir os nutrientes necessários ao bom funcionamento do corpo. A dieta tem sido reconhecida como ferramenta importante na prevenção de diversas doenças crônico não-transmissíveis, e inúmeros estudos atualmente são elaborados para verificar a eficácia de certos produtos alimentícios na prevenção de doenças (MARUYAMA, 2006).

Muitos dos alimentos, convencionais ou não, são importantes no ponto de vista nutricional e particularmente como fonte de vitaminas, minerais e fibra alimentar. A divulgação dessas qualidades pode propiciar um aumento na aplicação tecnológica destes alimentos e o enriquecimento das dietas habituais (KOPPER, 2009).

3 OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Elaborar “cristais” de gengibre (*Zingiber officinale* Roccoe), empregando métodos combinados de desidratação.

3.2. Objetivos específicos

- Determinar as características físicas e físico-químicas do gengibre (rizoma);
- Elaborar cristais de gengibre empregando métodos combinados de desidratação;
- Analisar o teor de fenólicos totais e avaliar a atividade antioxidante *in vitro* empregando distintas metodologias (DPPH[•] e ABTS^{•+}) no gengibre *in natura* e nos “cristais”;
- Realizar testes de aceitação e intenção de compra dos cristais de gengibre;
- Agregar valor econômico na cultura do gengibre.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local e coleta dos rizomas

Os rizomas do gengibre (*Zingiber Officinale* Roscoe.) para o referido estudo foram coletados no Centro de Abastecimento do Piauí (Ceapi) localizado no município de Teresina. A seleção foi procedida de forma direta, sendo considerada a integridade satisfatória da amostra mediante seu estado de conservação.

4.2 Preparo das amostras

As amostras (rizomas) foram acondicionadas em recipiente isotérmico e encaminhadas para o Laboratório de Análise de Alimentos do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) - Campus Zona Sul, onde foram lavadas em água corrente, imersas em solução de água clorada a 100 ppm por 15 minutos, secos, descascados e posteriormente seccionadas em cubos pequenos (0,5 cm). A figura 3 mostra o preparo das amostras, onde o rizoma do gengibre está representado pela Figura “a”, e os cubos pequenos pela Figura “b”.



Figura 3. Rizoma de gengibre (a), gengibre seccionado em cubos pequenos (b).

Fonte: Autoria própria

4.3 Caracterização física e físico-química do rizoma

4.3.1 Peso médio, biometria do rizoma (comprimento, largura e espessura)

Para a mensuração do peso e determinação das medidas (comprimento, largura e espessura), foram utilizadas 36 unidades do rizoma *in natura* (Figura 2), utilizando-se balança analítica marca Shimadzu - AY 220 e paquímetro digital Shinwa modelo 19975. Foi calculado o peso médio (IAL, 2008) por meio da fórmula:

$$\text{Peso médio} = \text{soma do peso dos rizomas} / \text{n}^{\circ} \text{ de rizomas pesados}$$

4.3.2 Rendimento das partes comestíveis (polpa)

O rendimento (IAL, 2008) foi determinado por meio da relação entre o peso líquido (valor obtido da extração da casca do rizoma) e peso bruto (valor total dos rizomas inteiros) em 40 unidades de frutos.

$$R (\%) = (PL/PB) \times 100$$

Onde: PL = peso líquido/ PB = peso bruto

4.3.3 Determinação do pH

O pH foi determinado empregando processo eletrométrico (IAL, 2008) com o auxílio de um potenciômetro marca Tecnopon - PA 210, previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0, marca Vetec. Foi pesado em balança analítica 10 g de amostra fresca (rizoma), adicionando 100 mL de água destilada a 25 °C, sendo submetido à agitação durante 30 minutos. Após repouso de 10 minutos para decantação, foi realizada a leitura do pH no sobrenadante (IAL, 2008).

4.3.4 Acidez titulável total

Para determinar a acidez titulável da polpa foi utilizado o método de titrimetria, empregando fenolftaleína como indicador ácido-base. Cerca de 02 gramas de amostra foi pesado em balança analítica, diluído em 100 mL de água destilada, sendo posteriormente adicionado 0,3 mL de solução de fenolftaleína e titulando-se com solução de Hidróxido de

Sódio 0,1 M (NaOH) sob agitação constante, até coloração rósea persistente por 30 segundos (IAL, 2008).

A acidez total titulável foi obtida pela fórmula:

$$V \times f \times M \times 100/p = \text{acidez em mL de solução \%}$$

Onde,

V = nº de mL da solução de NaOH que foi gasta na titulação

f = fator de correção da solução (0,99)

p = massa da amostra

M = Molaridade da solução de NaOH

4.3.5 Sólidos solúveis totais (°Brix)

O teor de sólidos solúveis totais (°Brix) foi determinado por meio do índice de refração (IAL, 2008), utilizando refratômetro de bancada ABBE. Foram adicionadas duas gotas do suco integral extraído da polpa *in natura* do gengibre no prisma do aparelho, a leitura foi efetuada no equipamento previamente calibrado com água destilada a 20 °C. No final de cada repetição, o prisma do refratômetro foi lavado com água destilada e seco com lenço de papel absorvente.

4.4 Aplicação da desidratação osmótica e convencional no rizoma

Duas soluções hipertônicas (44° Brix) e (70° Brix) de sacarose em água destilada foram preparadas e colocadas em Frascos *Erlenmayer* contendo cubos de gengibre (200 g), sendo em seguida encaminhada para o *shaker* (Marconi, MA-410) sob agitação constante de 260 rpm. A relação amostra/solução foi de 1:20, evitando assim a diluição da solução.

Após o tempo estabelecido de tratamento de (120 minutos, para a amostra com solução a 44° Brix), e (240 minutos, para a amostra com solução a 70° Brix), as amostras foram retiradas da solução osmótica, secas em papel absorvente e pesadas. Os cristais foram encaminhados para a estufa a 40 °C até obter a umidade 12%, estes foram resfriados em dessecador de vidro e armazenados a vácuo.

VALENCIA e ANDRADE, (2011), ao analisarem a otimização da desidratação osmótica do gengibre com sacarose, observaram que tomando como referência o parâmetro Índice de Eficiência de Desidratação (IED) a melhor condição para a desidratação osmótica do gengibre foi 34°C, 120min e 44° Brix, com Perda de Umidade (PU) e Ganho de Sólidos (GS) de 42,13% e 28,96%, respectivamente.

SALVADOR e SHINOHARA, (2009), ao analisarem a otimização da desidratação osmótica do gengibre, observaram que o produto obtido a partir de 30°C em 240 minutos e 70° Brix foi o que obteve os melhores resultados.



Figura 4. Desidratação osmótica.

Fonte: Autoria própria

4.5 Obtenção dos extratos da polpa do rizoma *in natura* e cristais do gengibre para análise de compostos fenólicos e atividade antioxidante.

Foram obtidos a partir da polpa *in natura* e cristais de gengibre os extratos, aquoso e alcoólico (SOUSA; VIEIRA e LIMA, 2011; VIEIRA et al., 2011), utilizando-se água destilada e álcool etílico absoluto (PA) respectivamente (**Esquema 1**). As extrações foram realizadas na proporção 1:20 (amostra:solvente), para a preparação dos extratos, as amostras foram homogeneizadas em *Erlenmeyer* usando o agitador magnético durante 1 hora. Seguida de filtração à vácuo em funil Bücher. O sobrenadante obtido da filtração de cada solvente foi armazenado em vidro âmbar sob refrigeração a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ até o momento das análises.

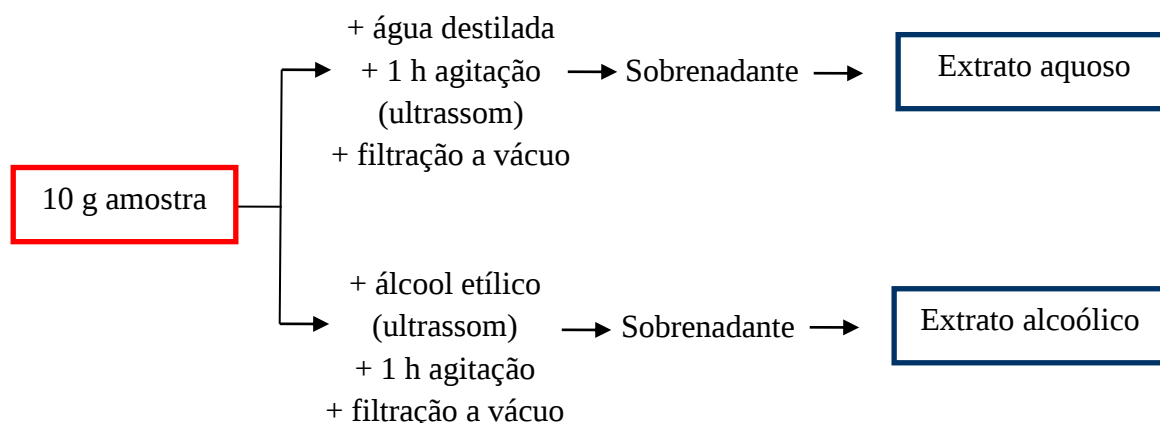


Figura 5 - Obtenção dos extratos aquoso e alcoólico do gengibre *in natura* e “cristais”.

Fonte: Adaptado de Sousa, Vieira e Lima (2011)

4.5.1 Determinação de fenólicos totais

A determinação do teor de fenólicos totais seguiu a metodologia descrita por Swain e Hills (1959). Do extrato de cada amostra, foi transferido 0,5 mL, em tubo de ensaio, e adicionado 8 mL de água destilada e 0,5 mL do reagente *Folin Ciocalteu*. Em seguida, a solução foi homogeneizada e, após 3 minutos, acrescido 1 mL de solução saturada de carbonato de sódio (Na_2CO_3). Decorrido 1 hora de repouso, na ausência de luz, foi procedida as leituras em triplicata, das absorbâncias em espectrofotômetro a 720 nm. O ácido gálico foi utilizado como padrão, nas concentrações de 50, 100, 150, 250, 500 e 750 mg/mL para construir uma curva de calibração. A partir da reta obtida, foi realizado o cálculo do teor de fenólicos totais, expresso em mg de ácido gálico. 100 g⁻¹ de amostra. Para quantificação dos fenólicos totais foi construída uma curva padrão com solução de ácido gálico na concentração de 1,5 - 96µg/mL (figura 6). A partir da reta obtida, realizou-se o calculo de fenólicos totais expressos em mg de ácido gálico/ g da amostra. Todas as determinações foram realizadas em triplicata.

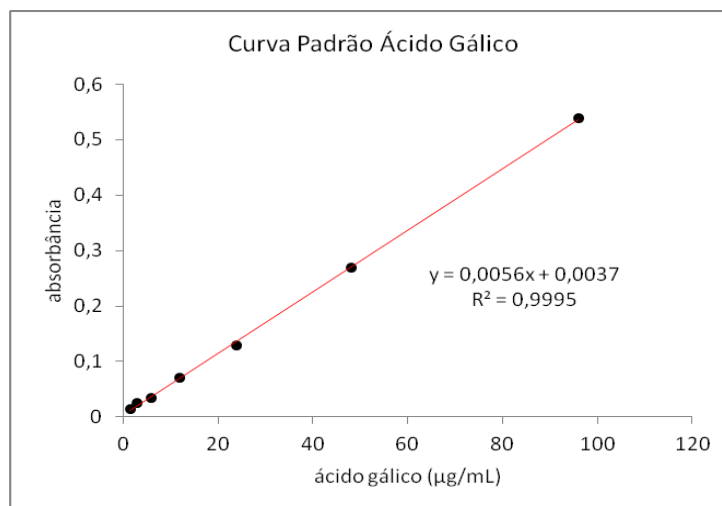


Figura 6 – curva de calibração de ácido gálico ($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$) a 720 nm

4.5.2 Ácido ascórbico

O ácido ascórbico (Vitamina C) foi analisado pelo método de Tilmans, que se baseia na redução do sal sódico 2,6-diclorofenol indofenol (DCFI) pelo ácido ascórbico (IAL, 2008). Inicialmente, realizou-se a análise da solução padrão de ácido ascórbico pipetando-se 10 mL em um erlenmeyer contendo 50 mL de solução de ácido oxálico, em seguida a solução final foi titulada com a solução DCFI até coloração rosa persistente durante 15 segundos. Posteriormente, foi realizado o mesmo procedimento, substituindo a solução de ácido ascórbico pela amostra a ser analisada.

Para a obtenção da quantidade de ácido ascórbico utilizou-se a Equação:

$$\text{mg de ác. ascórbico} \cdot 100 \text{ mL}^{-1} \text{ de amostra} = (5 \times A \times 100) \cdot (P \times \text{mL de amostra})^{-1}$$

A = volume da solução de DCFI utilizada para titular a amostra

P = volume da solução de DCFI utilizada para titular o padrão

4.5.3 Determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH (2,2 difenil-1-picril-hidrazil)

Para a análise das amostras, foi adicionado 1,5 mL da solução metanólica de DPPH[•] ($6 \times 10^{-5} \text{M}$) e uma alíquota de 0,5 mL das amostras contendo diferentes concentrações de cada

extrato. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 517 nm, após 30 minutos do início da reação. Foram realizadas as determinações em triplicata e acompanhadas de um controle (sem antioxidante). A queda na leitura da densidade ótica das amostras e dos padrões (catequina e ácido gálico) foi correlacionada com o controle, estabelecendo-se a porcentagem de descoloração do radical DPPH[•], conforme fórmula abaixo.

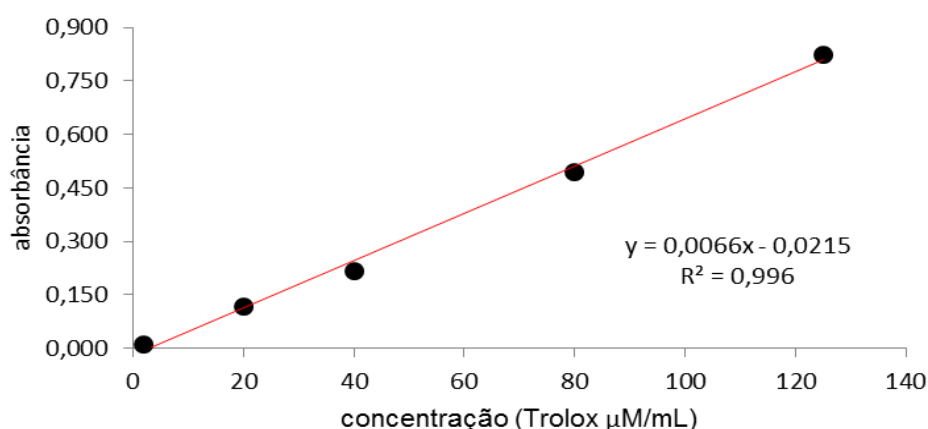
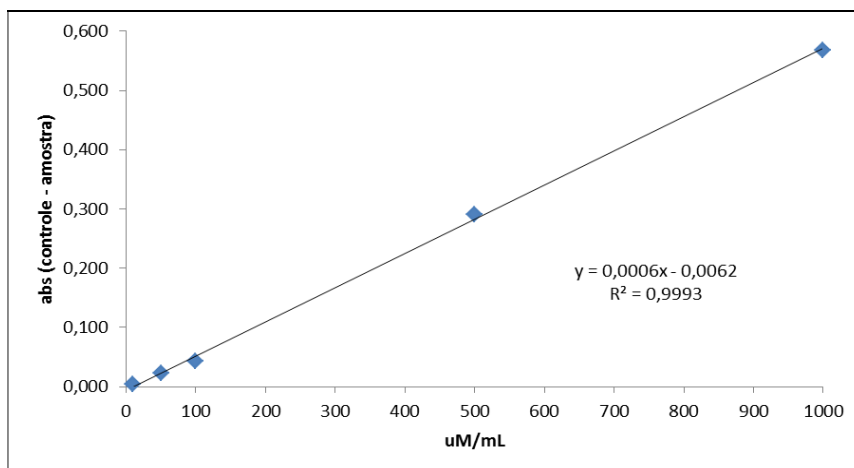


Figura 7 – Curva de calibração-resposta da porcentagem de inibição de trolox frente ao radical DPPH[•] (517 nm).

4.5.4 Determinação da atividade antioxidante pelo radical ABTS^{•+} [2,2-azino-bis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfônico]

O radical ABTS^{•+} foi gerado a partir da reação de 7 mM de ABTS com 2,45 mM de persulfato de potássio, sendo reservados à temperatura ambiente e na ausência de luz, por 12 horas. Transcorrido esse período, a solução foi diluída em etanol PA até obter-se uma solução com absorbância de 0,70 ($\pm$ 0,01). Adicionou-se 40 μ L das amostras diluídas (em etanol) a 10,60 μ L da solução contendo o radical, determinando-se a absorbância em espectrofotômetro a 734 nm, após 30 minutos de reação. A queda na leitura da densidade ótica das amostras foi correlacionada com o controle (somente o radical), estabelecendo-se a porcentagem de descoloração do radical ABTS^{•+} (RE et al., 1999, adaptado por LIMA, 2008). Como solução padrão, utilizou-se o antioxidante sintético Trolox nas concentrações de 50 a 800 μ M em etanol.



Concentração de trolox ($\mu\text{mol.mL}^{-1}$)

Figura 8 – Curva de calibração-resposta da porcentagem de inibição de Trolox em etanol (50 a 800 $\mu\text{mol.mL}^{-1}$) frente ao radical ABTS^{•+} (734 nm)

4.6 Composição centesimal do rizoma

4.6.1 Umidade

A umidade foi determinada por secagem direta em estufa a 105 °C (IAL, 2008). Foram pesados em triplicata, 5 g da amostra úmida triturada e homogeneizada, em cápsulas de porcelana previamente taradas. As cápsulas foram encaminhadas para estufa Tecnal – modelo TE 394/1 a 105 °C por 3 horas, posteriormente retirou-se da estufa, e em seguida as amostras foram resfriadas em dessecador por 30 minutos até atingir temperatura ambiente e mensurou-se o peso. A operação de aquecimento e resfriamento foi repetida até peso constante.

O teor de umidade (%) foi obtido pela fórmula:

$$100 \times N / P$$

N = peso da amostra após estufa (g)

P = peso inicial da amostra (g)

4.6.2 Resíduo Mineral Fixo (Cinzas)

O teor de cinzas foi determinado por gravimetria em mufla modelo SP-1200DRP7/B , na temperatura de 550 °C até peso constante (IAL, 2008). Foi pesado em triplicata, 4 g de amostra úmida em cápsulas de porcelana previamente taradas. A amostra foi incinerada em mufla a 550 °C por 4 horas, até a obtenção de cinza clara. O material foi colocado em dessecador para esfriar durante aproximadamente três horas (até atingir temperatura ambiente) e posteriormente foi pesado

O teor de cinzas (%) foi obtido pela fórmula:

$$100 \times N / P$$

N = peso da amostra após mufla (g)

P = peso inicial da amostra (g)

4.6.3 Extrato etéreo

A fração de extrato etéreo foi determinada por extração direta em *Soxhlet*, utilizando éter de petróleo como solvente (IAL, 2008). Foram pesados 3 g de amostra em cartucho de papel filtro, em triplicata, sendo estes inseridos no extrator de *Soxhlet*, marca Tecnal Sebelim TE-188. O balão de fundo chato previamente tarado a 105 °C foi acoplado ao extrator, em seguida foram adicionados 150 mL de éter de petróleo. A chapa elétrica foi mantida sob aquecimento e realizada extração contínua por seis horas com temperatura em torno de 60 °C. Após o término da extração recuperou-se o solvente e o balão com o resíduo extraído foi transferido para a estufa a 105 °C, mantendo-o por uma hora, posteriormente foi mantido em dessecador até alcançar a temperatura ambiente, e pesado. O teor de lipídeos (%) foi obtido pela fórmula:

$$(PB \text{ final} - PB \text{ inicial}) \times 100 / P$$

PB final= peso do balão final (g)

PB inicial= peso do balão inicial (g)

P = peso da amostra (g)

4.6.4 Proteína

A determinação de proteínas baseou-se na determinação do teor de nitrogênio total por meio do método de Kjeldahl modificado (IAL, 2008). Foi pesado 1 g da amostra em papel de seda, e adicionada (papel+amostra) ao tubo de Kjeldahl juntamente com 10 mL de ácido sulfúrico concentrado, 6 g da mistura catalítica (4 % de sulfato de cobre, 96 % de sulfato de potássio) e algumas pérolas de vidro. Para obter o branco excluiu-se apenas a amostra do experimento.

Na etapa de digestão o tubo de Kjeldahl foi transferido para o bloco digestor marca Marconi, na capela, a temperatura gradual até atingir 400 °C por 4 horas, a solução deve se tornar azul-esverdeada e apresentar aspecto límpido, com ausência de material orgânico e livre de material não digerido (pontos pretos), permanecendo na capela até completo resfriamento e exaustão de vapores tóxicos.

O tubo contendo a amostra digerida foi encaminhado para o sistema de destilação (destilador marca Tecnal – Tecnal TE 036/1), sendo adicionado 50 mL de água destilada e 50 mL de hidróxido de sódio a 40 % (NaOH). Em um *Erlenmeyer* de 250 mL, ocorreu a adição de 30 mL de ácido bórico e três gotas de indicador misto amoniacal, este então foi acoplado ao destilador para recuperar o nitrogênio destilado até obter um volume de 2/3 do volume inicial.

O material destilado foi então titulado com Ácido Clorídrico 0,1 M, o volume gasto foi utilizado para realizar os cálculos.

O teor protéico (%) foi obtido pela fórmula:

$$V \times 0,14 \times f/P$$

V = volume de ácido clorídrico 0,1 M gasto na titulação

f = fator de conversão (6,25)

P = n° de g da amostra

4.6.5 Carboidratos

O teor de carboidratos foi determinado por diferença dos demais constituintes, subtraindo de 100 % do valor de proteínas, lipídios, cinzas, umidade e fibra alimentar total (AOAC, 2005).

4.6.6 Valor Energético Total (VET)

O VET foi calculado pela soma das calorias (kcal) fornecidas por carboidratos, lipídios e proteínas, multiplicando-se seus valores em gramas pelos fatores de Atwater 4 Kcal, 9 Kcal e 4 Kcal, respectivamente (IAL, 2008).

4.7 Análise sensorial e recrutamento de provadores

No teste afetivo realizado de forma quantitativa, as principais características de aplicação são: julgamentos realizados de forma independente, contando com questões fixas e consistentes, os dados numéricos obtidos permitem análise estatística. Os testes quantitativos avaliam a resposta de um grande número de consumidores a uma série de perguntas que visam determinar o grau de aceitabilidade global de um produto, identificar fatores sensoriais que determinam a preferência ou medir respostas específicas a atributos sensoriais específicos de um produto (DUTCOSKY, 2011).

Na análise sensorial do cristal de gengibre foi empregado testes afetivos, que de acordo com DUTCOSKY (2011), é possível mensurar o quanto uma população gostou de um produto, permitindo avaliar a preferência ou aceitabilidade. Os testes afetivos são também chamados testes de consumidores, observando-se que a definição da população-alvo é condição básica para estimativa de preferências, hábitos e atitudes de consumo.

Este projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal do Piauí, por meio de registrado na Plataforma Brasil. A análise sensorial para avaliar a aceitabilidade dos cristais de gengibre contará com a participação de 100 provadores não treinados composto por funcionários, professores e discentes, na faixa etária de 18 a 50 anos, de ambos os sexos.

Os provadores receberam duas vias do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), (ANEXO A) uma para ficar com o mesmo e outra para ser assinada e devolvida ao responsável pelo projeto. Cada avaliador também receberá uma ficha de recrutamento, (ANEXO B) na qual foram requeridos alguns dados pessoais do provador e realizados questionamentos pertinentes ao projeto (faixa etária, sexo, escolaridade, consumo do gengibre).

4.7.1 Avaliação sensorial

Para o teste de aceitação sensorial a formulação foi disponibilizada para cada julgador, sendo avaliados a aceitação global e os atributos: cor, aroma, sabor e textura, aplicando-se escala hedônica (**ANEXO C**) verbal estruturada de 09 pontos que variam de 01 (Desgostei extremamente) até 09 (Gostei extremamente) (DUTCOSKY, 2011). Durante a análise sensorial, foi disponibilizado aos provadores água mineral para minimizar o efeito residual entre uma amostra e outra. Os provadores realizaram as avaliações em cabines apropriadas, isolados, com luz branca e temperatura ambiente em torno de 25°C. Quanto à intenção de compra dos produtos (**ANEXO D**) foi utilizada escala de cinco pontos que variou de 01 (certamente compraria) a 05 (certamente não compraria).

4.8 Análise Bacteriológica

Para garantir maior segurança aos avaliadores, foram realizadas análises bacteriológicas no produto (crystal de gengibre), sendo possível verificar a segurança sanitária do alimento antes deste ser encaminhado para avaliação sensorial. Foram analisados os indicadores coliformes a 45 °C e *salmonella sp.*, estabelecidos para frutas, produtos de frutas e similares, desidratados, secos, liofilizados, com ou sem adição de açúcar ou mel, incluindo as cristalizadas ou glaceadas e similares, de acordo com os parâmetros bacteriológicos preconizados pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) através da RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

4.8.1 Análise de Coliformes a 45°C

Na técnica do Número Mais Provável (NMP), também conhecida por técnica de tubos múltiplos, empregou-se AOAC, 2002 – Method nº 966.24. Em triplicata, 25 g de amostra foi transferida e homogeneizada em frascos contendo 225 mL de solução salina a 0,85 % estéril, resultando na diluição (10^{-1}), sendo obtidas posteriormente, em sequência, as diluições 10^{-2} e 10^{-3} .

- Teste Presuntivo

De cada diluição, 1 mL foi inoculada numa série de três tubos contendo Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) (10 mL) elaborado previamente. Após a inoculação, as amostras foram

incubadas a 35 °C por 24 – 48 horas. Considerando-se positivos (suspeitos) os tubos que apresentaram turvação (mudança de coloração) do meio e formação de gás no interior do tubo de Duhran.

- Teste Confirmativo

Uma alçada de cada tubo suspeito do caldo LST foi transferida para tubos de ensaio dotados de um tubo de Duhran invertido, contendo Caldo Verde Brilhante Bile 2 % (VB) e Caldo E. coli (EC). A observação de crescimento com produção de gás nos tubos de VB, após 24 – 48 horas de incubação a 35 °C, são características relevantes para confirmação da presença de coliformes totais. O crescimento com produção de gás nos tubos de EC, após 24 - 48 horas de incubação a 45,5 °C em banho-maria é considerado positivo para a presença de coliformes termotolerantes.

4.8.2 Análise de *Salmonella* sp

- Pré-enriquecimento

A análise de *Salmonella* sp foi realizada por meio da AOAC, 2002 – Method nº 967.26. Em balança analítica, foram pesados 25 g de cada amostra em frasco de vidro contendo 225 mL de Caldo lactosado, e posteriormente incubado em estufa bacteriológica a 35 °C, por um período de 18 a 24 horas.

- Enriquecimento Seletivo

Transferiu-se 1 mL de cada amostra pré-enriquecida para um tubo contendo Caldo Tetratonato e outra alíquota de 1 mL para um tubo contendo Caldo Selenito Cistina. Estes foram encaminhados para banho-maria a 42 °C por 7 hora, obtendo-se o inóculo enriquecido.

- Análise Confirmativa

A partir dos tubos contendo os meios de cultura, Caldo Selenito Cistina e Caldo Tetratonato enriquecidos reservados, transferiu-se uma alçada para superfícies de Ágar XLD (Xilose-Lisina Desoxicolato), Ágar Bismuto Sulfito (BS) e Ágar Hektoen (HE), preparados previamente e foram incubados a 35,0 °C $\pm$ 1,0 °C por 24 horas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização física, físico-química e centesimal do rizoma

Os dados da caracterização física dos rizoma de gengibre são apresentados na **Tabela 01**, onde se observa nos rizomas inteiros o peso médio de $55,55 \pm 1,15$ g, comprimento médio de $7,286 \pm 2,15$ cm e diâmetro de $3,63 \pm 0,69$ cm na biometria de 36 (trinta e seis) unidades analisadas.

Tabela 01 - Caracterização física do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) coletado na Central de Abastecimento do Piauí (CEAPI), 2014.

Caracterização física	Rizoma (Média±DP*)
Número de frutos	36 unidades
Peso médio (g)	$55,55 \pm 1,15$
Comprimento (cm)	$7,286 \pm 2,15$
Diâmetro (cm)	$3,63 \pm 0,69$
Peso Bruto (g)	2000 g
Peso Líquido (g)	1,570 g – 78,5%
Rendimento de cristais	525 g

*Valores expressos em média $\pm$ desvio-padrão.

Na **Tabela 02** estão expressos os resultados das análises físico-químicas de pH, acidez e sólidos solúveis totais do gengibre. O gengibre (*Zingiber Officnale* Roscoe) apresentou um pH de $6,4 \pm 0,79$ (amostra fresca), os sólidos solúveis totais foi de $6,0 \pm 0,48$ (amostra fresca) e a acidez (% ácido cítrico), na amostra fresca obteve-se o valor de $23,97 \pm 0,35$, enquanto que na amostra seca obteve-se o valor de $19,53 \pm 0,89$.

Tabela 02 – Caracterização físico-química do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe), coletado na Central de Abastecimento do Piauí (CEAPI), 2014.

Caracterização físico-química	Rizoma (Média±DP*)
°Brix (amostra fresca)	$6,0 \pm 0,48$
pH (amostra fresca)	$6,4 \pm 0,79$
Acidez (% ácido cítrico)	
Amostra fresca	$23,97 \pm 0,35$
Amostra seca	$19,53 \pm 0,89$

*Valores expressos em média $\pm$ desvio-padrão.

Os sólidos solúveis totais encontrados na polpa do gengibre (amostra fresca) tiveram um valor médio de $6,0 \pm 0,48^\circ$ BRIX, esse valor foi superior ao encontrado por SUMAN (2012), o qual relatou um valor de $2,18 \pm 0,03$ na amostra seca.

Quanto à acidez, o resultado encontrado foi de $23,97 \pm 0,35$ na amostra fresca e $19,53 \pm 0,89$ na amostra seca, indicando um alto teor de acidez tanto na polpa *in natura* como nos cristais de gengibre, quando comparado ao valor encontrado por SUMAN (2012), o qual descreveu uma acidez em torno de $2,4 \pm 0,06$ na amostra seca.

Com relação ao PH (amostra fresca) o valor encontrado foi $6,4 \pm 0,79$, valor inferior ao encontrado por SUMAN, (2012), que obteve o valor de $7,4 \pm 0,07$.

Os resultados da composição centesimal da polpa do gengibre são apresentados na **tabela 03**. Observa-se que a polpa obteve o valor de $79,57\% \pm 0,42$ para umidade, sendo semelhante ao valor encontrado por SUMAN, (2012) que foi de $79,39\% \pm 1,32$.

Tabela 03 - Composição centesimal e VET, em base úmida, da polpa do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe), coletado na Central de Abastecimento do Piauí (CEAPI), 2014.

Composição centesimal	Polpa (Médi $\pm$ DP*)
Umidade (%)	$79,57 \pm 0,42$
Cinzas (%)	$0,93 \pm 0,01$
Lipídeos (%)	$0,23 \pm 0,13$
Proteínas (%)	$1,85 \pm 0,03$
Carboidratos (%)	$17,42 \pm 0,17$
VET (Kcal.100g ⁻¹)	79,68

*Valores expressos em média $\pm$ desvio-padrão.

Quanto ao valor de cinzas foi mensurado $0,93\% \pm 0,01$, valor superior ao encontrado por PRATO, (2010) que encontrou o resultado de $0,77\%$ para cinzas. Para lipídeos, foi verificado a porcentagem de $0,23\% \pm 0,13$, valor inferior ao obtido por PRATO, (2010) que indicou o valor de $0,75\%$ para lipídeos. O resultado encontrado para proteínas foi $1,85\% \pm 0,03$ e para carboidratos $17,42\% \pm 0,17$ resultados semelhantes aos obtidos por PRATO, (2010), que descreveu $1,82\%$ para proteínas e $17,77\%$ para carboidratos.

5.2 Compostos bioativos do gengibre

Na **Tabela 04** encontram-se os resultados dos fenólicos totais do gengibre e dos cristais de gengibre, na qual se pode observar que os extratos aquoso e alcoólico apresentaram concentrações variáveis de polifenóis, e diferiram estatisticamente ($p < 0,05$). Os resultados demonstram que o extrato alcoólico tanto do gengibre *in natura* ($98,68 \pm 2,26 \text{ mg.100 g}^{-1}$), quanto dos cristais de gengibre ($88,20 \pm 5,52 \text{ mg.100 g}^{-1}$) apresentaram elevado teor de polifenóis e diferiu ($p < 0,05$) do extrato aquoso.

Tabela 04 - Quantificação de Polifenóis Totais (PT) obtidos do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe), amostra úmida e seca, coletados na Central de Abastecimento do Piauí (CEAPI), 2014.

Compostos fenólicos (mg.100g ⁻¹ de ácido gálico)	Amostra úmida (Gengibre)	Amostra seca (Cristais)
Extrato aquoso	101,57 $\pm$ 0,25 aA	103,29 $\pm$ 1,56 Aa
Extrato alcoólico	98,69 $\pm$ 2,26 aA	88,20 $\pm$ 5,52 bB

Os valores referem-se à média de três repetições $\pm$ desvio-padrão; médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna e letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente, em nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Os compostos fenólicos constituem uma grande classe fitoquímicos com estruturas químicas muito diversas, portanto não existe atualmente um único solvente capaz de extrair eficientemente todos os compostos fenólicos presentes nas diversas matrizes alimentares, dessa forma têm sido realizado a extração desses componentes utilizando vários solventes isolados ou misturados e avaliando o melhor solvente extrator, que nem sempre é o mesmo, pois depende da composição do alimento (SOUSA, 2011 *apud* LIMA, 2012).

A vitamina C, é usada extensivamente na indústria de alimentos, não só devido ao seu valor nutricional, mas devido às suas contribuições funcionais na qualidade do produto (TORALLES et al., 2008 *apud* RODRIGUES 2014).

Tabela 05 – Quantificação de ácido ascórbico obtido do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe), amostra úmida, coletados na Central de Abastecimento do Piauí (CEAPI), 2014.

Ácido Ascórbico (mg de ác. ascórbico.100 mL ⁻¹ de amostra)	
Gengibre fresco	15,95 $\pm$ 2,05

O teor de ácido ascórbico encontrado na amostra de gengibre fresco foi de $15,95 \pm 2,05$, valor maior do que o obtido por LUCIO (2010) que constatou o valor de 4,17 mg de ácido ascórbico.100 mL⁻¹ de amostra.

Os valores TEAC dos extratos aquoso e alcoólico da polpa do gengibre *in natura* e cristais de gengibre estão expressos na **Tabela 06**, e apresentaram elevada capacidade antioxidante. Pode-se concluir que o gengibre constitui-se em uma excelente fonte de compostos antioxidante.

Tabela 06 – Análise da Capacidade Antioxidante Total (TEAC) dos extratos aquoso e alcoólico obtidos do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe), amostra úmida e “cristais” de gengibre.

	ABTS ¹ TEAC ($\mu\text{mol/mL}$)		DPPH ² TEAC ($\mu\text{mol/mL}$)	
	Gengibre Base úmida	Cristais de gengibre	Gengibre Base úmida	Cristais de gengibre
Extrato aquoso	797,00 $\pm$ 11,13 a	1028 $\pm$ 1,92 a	51,88 $\pm$ 0,25 b	48,22 $\pm$ 0,78 b
Extrato alcoólico	751,44 $\pm$ 3,53 a	1003 $\pm$ 1,60 a	67,22 $\pm$ 0,25 a	70,83 $\pm$ 0,34 a

1. Atividade Antioxidante pelo método ABTS expressa em TEAC = atividade antioxidante equivalente ao trolox em 30 min; 2. Atividade Antioxidante pelo método DPPH expressa em TEAC = atividade antioxidante equivalente ao trolox em 30 min. Os valores referem-se à média de três repetições $\pm$ desvio-padrão; médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente, em nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Entre as metodologias que têm sido utilizadas, destacam-se as que utilizam os radicais livres sintéticos DPPH^{*} e ABTS^{•+}, pela facilidade de execução e pela boa correlação com as demais metodologias antioxidantes (SOUSA et al., 2011 *apud* LIMA 2012).

O resultado da avaliação da atividade antioxidante pelo método ABTS geralmente é expressa como valor TEAC (Atividade Antioxidante Total Equivalente ao Trolox), o qual é definido como a concentração de Trolox que apresenta o mesmo percentual de inibição que uma concentração de 1 mM do composto de referência (VIEIRA et al., 2011 *apud* LIMA, 2012).

A atividade antioxidante dos extratos de gengibre foi medida em termos de poder de sequestro de radicais, de acordo com o método ABTS. Este método mede a habilidade da amostra em sequestrar o radical ABTS^{•+} comparada com uma quantidade padrão de Trolox, e é uma excelente ferramenta para determinar a atividade antioxidante de antioxidantes doadores de hidrogênio e de antioxidantes terminadores de cadeias (RE et al, 1999 *apud* BEAL 2006).

O valor encontrado nos extratos da base úmida (gengibre *in natura*) foram 797,00 $\pm$ 11,13 a (aquoso) e 751,44 $\pm$ 3,53 a (alcoólico), o valor encontrado nos extratos da base seca (cristais) foram, 1028 $\pm$ 1,92 a (aquoso) e 1003 $\pm$ 1,60 a (alcoólico) frente ao radical ABTS^{•+}, mostra que o gengibre é promissor em compostos bioativos com características antioxidantes.

SOUSA (2013) encontrou para a base úmida do gengibre os valores de $96,5 \pm 0,02$ (mM/g) e $231 \pm 0,03$ (mM/g) para os extratos aquoso e alcoólico respectivamente. O valor encontrado para o extrato aquoso no gengibre em pó por JUSTO (2008) foi de $352 \pm 28,21$ (mM/g).

As atividades dos extratos aquoso e alcoólico do gengibre apresentaram atividade em sequestrar o radical DPPH dentro do intervalo de concentração utilizado que foi de 30 minutos. Os resultados para a base úmida foram $51,88 \pm 0,25$ b (aquoso) e $67,22 \pm 0,25$ a (alcoólico), para a base seca (cristais de gengibre) os resultados obtidos foram $48,22 \pm 0,78$ b (aquoso) e $70,83 \pm 0,34$ a (alcoólico). JUSTO (2008) obteve o valor $143 \pm 8,71$ (mM/g) para o extrato aquoso de gengibre em pó.

5.3 Avaliação Sensorial

Na **Tabela 07**, estão dispostas as médias obtidas referentes ao teste de aceitação sensorial realizada em formulações de cristais de gengibre, empregando duas diferentes concentrações F1: Desidratação osmótica (44° Brix/34°C/120minutos) F2: Desidratação osmótica (70° Brix/30°C/240minutos).

Tabelas 07 - Médias do teste de aceitação sensorial dos “cristais” de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) obtidos por duas metodologias de desidratação osmótica.

Atributos sensoriais					
Formulações	Aceitação Global	Cor	Aroma	Sabor	Textura
F1*	$6,27 \pm 1,78$ a	$6,25 \pm 1,67$ a	$6,47 \pm 1,72$ a	$6,08 \pm 1,98$ a	$6,22 \pm 1,89$ a
F2*	$6,32 \pm 1,67$ a	$6,51 \pm 1,45$ a	$6,87 \pm 1,51$ a	$6,22 \pm 1,98$ a	$6,36 \pm 1,67$ a

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente, em nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$). F1: Desidratação osmótica (44° Brix/34°C/120minutos) F2: Desidratação osmótica (70° Brix/30°C/240minutos).

Na análise sensorial das formulações de cristais de gengibre empregou-se testes afetivos, que de acordo com (Dutcosky 2011, *apud* LIMA, 2012), é possível mensurar o quanto uma população gostou de um produto, permitindo avaliar a preferência ou aceitabilidade. Os testes afetivos são também chamados testes de consumidores, observando-se que a definição da população-alvo é condição básica para estimativa de preferências, hábitos e atitudes de consumo.

A etapa do recrutamento de assessores contou com a participação de 100 pessoas de ambos os sexos, na faixa etária de 18 a 50 anos, o nível de escolaridade variou entre ensino médio e pós-graduação.

O teste afetivo quantitativo (**Anexo C**) foi aplicado por meio da avaliação hedônica empregando escala de 09 pontos (01-desgostei muitíssimo e 09 – gostei muitíssimo). Observa-se que as formulações F1 e F2 não diferem estatisticamente entre os atributos sensoriais avaliados.

Os valores referentes ao teste de preferência estão expostos na **tabela 08**, onde os resultados para as amostras F1 e F2 foram respectivamente 44% e 56%. Observa-se que as formulações apresentaram boa aceitação no quesito intenção de compra, a amostra F2 apresentou destaque no que concerne a maior porcentagem (32 %) de indicações na escala “certamente compraria”, entretanto a F1 apontou o maior percentual de rejeição com 9 %.

Tabela 08 - Resultados do teste de preferência e intenção de compra dos “cristais” de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) obtidos por duas metodologias de desidratação osmótica.

	F1	F2
Teste de preferência	44%	56%
Média intenção de compra	3,38	3,58
Certamente compraria	28 %	32 %
Provavelmente compraria	23 %	26%
Tenho dúvidas se compraria	17 %	18 %
Provavelmente não compraria	23 %	16 %
Certamente não compraria	9 %	8 %

F1: Desidratação osmótica (44° Brix/34°C/120 minutos) F2: Desidratação osmótica (70° Brix/30°C/240minutos).

5.4 Análise Bacteriológica

Os resultados (**Tabela 09**) das análises microbiológicas dos cristais foram satisfatórios, estando em conformidade com a Legislação Vigente.

Tabela 09 - Avaliação bacteriológica dos cristais de gengibre

Micro-organismos	
Coliformes a 45°C/g	<0,3
<i>Salmonella</i> sp./25g	Ausência

As análises bacteriológicas realizadas para assegurar a qualidade sanitária do produto não demonstraram a presença dos indicadores Coliformes a 45° C e *Salmonella* sp., portanto, as formulações mantiveram condições higiênicas seguras.

6. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos concluiu-se que:

- Os rizomas apresentaram alto teor de umidade (79,57%), fato que demonstra a necessidade de aplicar a secagem com o intuito de prolongar a vida útil do produto;
- Pode-se observar que os extratos aquoso e alcoólico apresentaram concentrações variáveis de polifenóis, e diferiram estatisticamente. Os resultados demonstram que o extrato alcoólico tanto do gengibre *in natura*, quanto dos cristais de gengibre apresentaram elevados teores de polifenóis.
- Nos dados da atividade antioxidante *in vitro* do gengibre *in natura* e nos cristais de gengibre, em ambos os métodos (DPPH e ABTS), pode-se verificar que os extratos do gengibre *in natura* e seco têm quantidades elevadas de antioxidante.
- A formulação dos cristais com 70°BRIX apresentou o maior índice de aceitação e maior intenção de compra.

7. REFERÊNCIAS

- ALVES, S. M.; SILVEIRA, A. M. **Estudo da secagem de tomates desidratados e não desidratados osmoticamente.** *Revista Universidade Rural*, Seropédica, v. 21, n. 1, p. 21-30, 2002.
- AGGARWAL, B. B. e SHISHODIA, S. (2006). **Molecular targets of dietary agents for prevention and therapy of cancer** *Biochem Pharmacol*, 7, pp. 1397-1421.
- Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**, 17th Edition. **Method (966.24): AOAC**, 2002.
- Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**, 17th Edition. **Methods (967.26): AOAC**, 2002.
- ARDRAK, Grupo. **Categorias de Produtos – Cristais de Gengibre.** Disponível em: <http://www.ardrak.com.br/produtos>. Acesso em: Abril 2014.
- BALIGA, M. S., JAGETIA, G. C., RAO, S. K. E BABU, K. (2003). **Evaluation of nitric oxide scavenging activity of certain spices in vitro: A preliminary study.** *Nahrung*, 47, pp. 261-264.
- BALIGA, M. S., HANIADKA, R., PEREIRA, M. M., D'SOUZA, J. J., PALLATY, P. L., BHAT, H. P. e POPURI, S. (2011). **Update on the chemopreventive effects of ginger and its phytochemicals.** *Crit Rev Food Sci Nutr*, 51, pp. 499-523.
- BEAL, B.H. **Atividade antioxidante e identificação dos ácidos fenólicos do gengibre (Zingiber officinale Roscoe)** 2006. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, [2006]
- BRANDÃO, M. C. C.; MAIA, G. A.; LIMA, D. P.; PARENTE, E. J. S.; CAMPELLO, C. C.; NASSU, R. T.; FEITOSA, T.; SOUSA, P. H. M. **Análise físico-química, microbiológica e sensorial de frutos de manga submetidos à desidratação osmótico-solar.** *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, v. 25, n. 1, p. 38-41, 2003.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. **Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity.** *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, v. 28, n. 1, p.25-30, 1995.
- BRASIL, 1999. Resoluções ANVS/MS n.º 16. **Regulamento Técnico de Procedimentos para Registro de Alimentos e ou Novos Ingredientes.** Disponível em: <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=107>. Acesso em: Abril 2014.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) – Ministério da Saúde. Resolução RDC nº. 12, de 02 de janeiro de 2001. **Regulamento Técnico sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos.**
- CONCEIÇÃO, S. F. S. M. **Efeitos do Gengibre, do Alho e do Funcho na Saúde.** Universidade Fernando Pessoa. Faculdade de Ciências da Saúde Porto 2013. 65p.

CORRÊA JUNIOR, C.; MING, L. C.; SCHEFFER, M. C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 151p.

CRUZ, G.A. 1989. **Desidratação de Alimentos**. 2ª ed., São Paulo, Editora Globo, 207 p.

CRUESS, W.V. 1973. **Produtos Industriais de Frutas e Hortalças**. São Paulo, Ed. Blücher, vol. 1 e 2, 854 p.

DEL VALLE, J. M.; CUADROS, T. R. M.; AGUILERA, J. M. **Glass transitions and shrinkage during drying and storage of osmosed apple pieces**. *Food Research International*, Oxford, v. 31, n. 3, p. 191-204, 1998.

DUTCOSKI, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 3. ed. Curitiba: Champagnat, 2011. 426p.

ELIAS, N. F.; BERBERT, P. A.; MOLINA, M. A. B.; VIANA, A. P.; DIONELLO, R. G.; QUEIROZ, V. A. V. **Avaliação nutricional e sensorial de caqui cv Fuyu submetido à desidratação osmótica e secagem por convecção**. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 28(2): 322-328, abr.-jun. 2008.

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. **Normas Técnicas da cultura do gengibre**. Litoral Catarinense e Litoral Paranaense. Florianópolis: EPAGRI, 1998. 26p.

GOMES, A. T.; CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. **Desidratação Osmótica: uma tecnologia de baixo custo para o desenvolvimento da agricultura familiar**. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*. v. 3, n. 3, p. 212-226, set-dez/2007.

GONÇALVES, A. A.; BLUME, A. R. **Efeito da desidratação osmótica como tratamento preliminar na secagem do abacaxi**. *Estudos tecnológicos - Vol. 4, nº 2:124-134 (mai/ago 2008) ISSN 1808-7310*.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ . **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Versão eletrônica. São Paulo, 2008, 1020p.

JUSTO, O.R; MORAES, A.M; BARRETO, G.P. M; MERCADANTE, A.Z; ROSA, P.T.V. **Evaluation of the antioxidant potential of plant extracts obtained by supercritical fluid extraction**. *Quím. Nova* vol.31 no.7 São Paulo 2008 <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422008000700019>

KOPPER, A. C.; SARAVIA, A. P. K.; RIBANI, R. H.; LORENZI, G. M. A. C. **Utilização tecnológica da farinha de bocaiuva na elaboração de biscoitos tipo cookie**. *Revista de Alimentos e Nutrição*, v.20, n.3, p. 463-469, 2009.

KOMATSU, T. R.; BURITI, F. C. A.; SAAD, S. M. I. **Inovação, persistência e criatividade superando barreiras no desenvolvimento de alimentos probióticos**. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, 2008.

LANA. 1993. **Avaliação da conservação pós-colheita de rizomas de gengibre.** *Revista Horticultura brasileira*. Sílvia, v. 11, n.2, p 139-141.

LIMA, A. **Caracterização química, avaliação da atividade *in vitro* e *in vivo*, e identificação dos compostos fenólicos presentes no Pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.),** Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, 2008, 219p.

LIMA, R. M. T de. **Frutos da castanhola(*Terminalia catappa* Linn.): compostos bioativos, atividade antioxidante e aplicação tecnológica.** Dissertação Mestrado – Programa de Mestrado em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, 2012.

LOPÉZ-MALO, A. **Self stable high papaya minimally processed by combined methods.** *Food Research International*, Oxford, v. 27, n. 4, p. 545-553, 1994.

LORENZETTI, E. R. **Cultivo de Gengibre.** Portal da Horticultura. Disponível em: <<http://br.geocities.com/horticultura1/index.htm>>. Acesso em: Abril 2008.

LUCIO,I.B. **Caracterização da Inflorescência de gengibre orgânico (*Zingiber officinale* Roscoe) e sua utilização como alimento** Disponível em: CDAIDEG ORGÂNICO - 2010 - dspace.c3sl.ufpr.br

MARUYAMA L. Y.; CARDARELLI H. R.; BURITI F. C. A.; SAAD S. M.I.; **Textura instrumental de queijo petit-suisse potencialmente probiótico: influência de diferentes combinações de gomas.** *Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, 2006.

NETO, M.A.S.; MAIA, G. A.; LIMA, J. R.; FIGUEIREDO, R. W.; FILHO, M. S. M. S.; LIMA, A. S. **Desidratação osmótica de manga seguida de secagem convencional: avaliação das variáveis de processo.** *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1021-1028, set./out., 2005.

PALATTY P.L., HANIADKA R., VALDER B., ARORA R. e M.S., B. (2013). **Ginger in the prevention of nausea and vomiting: a review.** *Crit Rev Food Sci Nutr*, 7, pp. 659-669.

PALHARIN, L. H. D. C. et al.. **Estudo sobre gengibre na medicina popular.** *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, Garça, n. 14, p. 1- 4, dez. 2008. Disponível em: <<http://www.revistainf.com.br>>. Acesso em: 14 maio 2010.

PANADES, G.; CASTRO, D.; CHIRALT, A.; FITO, P.; NUÑEZ, M.; JIMENEZ, R. 2008. **Mass transfer mechanisms occurring in osmotic dehydration of guava.** *Journal of Food Engineering*, 87: 386 – 390.

PANI, P.; LEVA, A.A.; RIVA, M.; MAESTRELLI, A.; TORREGGIANI, D. **Influence of na osmotic pre treatment on structure-property relation chips of air-dehydrated tomato slices.** *Journal of Food Engineering*, 86: 105 – 120.

POKHARKAR, S.M.; PRASAD, S.; DAS, H. A **Model for osmotic concentration of bananas slices.** *Journal Food Science and Technology*, Mysore, v. 34, n. 3, p. 230-232, 1997.

PRATO, T. S. **Influência da secagem sobre compostos medicinais e de pungência do gengibre** / Tiago Sartorelli Prato. - São José do Rio Preto : [s.n.], 2010. 84 f.

RAVINDRAN, P. N.; BABU, K. N. **Ginger, the genus Zingiber: Medicinal and Aromatic Plants** – Industrial Profiles. Flórida, USA: CRC Press, 2005. 576p.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICEEVANS, C. **Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay**. *Free Radical Biology & Medicine*, New York, v. 26, n. 9-10, p. 1231-1237, 1999.

RODRIGUES, L.M. Aplicação da vitamina C encapsulada em microesferas de albumina e colágeno em frozen yogurt funcional Disponível em: repositorio.roca.utfpr.edu.br 2014

SALVADOR, J. W.; SHINOHARA, N. K. S. **Otimização do processo de desidratação osmótica do gengibre (Zingiber officinale Roscoe)**. IX JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO (IX JEPEX) / Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife-PE, 2009.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. **Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais**. *Brazilian Journal Food Technology*, v. 14, n. 3. Campinas-SP, p. 202-210, 2011.

SOUSA, M. M. D; RODRIGUES, L.L; LIMA, M.A; SILVA, J.N; LIMA, A. **Estudo fitoquímico, polifenóis e atividade antioxidante do gengibre (zingiber Officinale Roscoe)** 2013 IV congresso latino americano e XII congresso brasileiro de Higienistas de Alimentos.

STEVEN. **Gengibre**. Disponível em: <<http://www.stevenfoster.com/education/monograph/ginger>>. Acesso em: Abril 2014.

SUMAN, P. A. **Processo de Obtenção de Vinagre de Gengibre**/ Priscila Aparecida Suman. – Botucatu: [s.n.], 2012. 87 f.

SWAIN, T.; HILLS, W. E. **The phenolic constituents of Punus domestica. I- quantitative analysis of phenolics constituents**. *Journal of the science of food and agriculture*, v. 19, p.63-68, 1959.

USHA, N. S. P. e KRISHNAPURA, S. (2009). **Gastrointestinal portective effect of dietary spices during ethanol-induced oxidant stress in experimental rats**. *Physiol. Nutr. Metab.*, 35, pp. 134-141.

VALENCIA, M. S; ANDRADE, S. A. C. **Desidratação osmótica do gengibre (Zingiber officinale Roscoe) com sacarose**. XIX CONIC (Congresso de Iniciação Científica). Universidade Federal de Pernambuco, 2011.

VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. **Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de polpas de frutos tropicais**. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal – SP, v. 33, n. 3, p. 888-897, 2011.

ANEXOS

ANEXO A

INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ – IFPI CURSO DE TECNOLOGIA EM GASTRONOMIA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do projeto: ELABORAÇÃO DE “CRISTAIS” DE GENGIBRE (*Zingiber officinale* Roscoe), EMPREGANDO MÉTODOS COMBINADOS DE DESIDRATAÇÃO

Pesquisadores participantes: Selma Cristina Baldez Oliveira; Rosália Maria Tôrres de Lima.

Telefones para contato: (086) 8851-6844

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário, em uma pesquisa. Você precisa decidir se quer participar ou não. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte ao responsável pelo estudo qualquer dúvida que você tiver. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa você não será penalizado (a) de forma alguma.

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a aceitação sensorial de uma Formulação de cristais de gengibre (*Zingiber Officinale* Roscoe). No teste sensorial você irá avaliar amostras de cristais quanto à aceitação geral e atributos (cor, aroma, sabor, textura). Será considerado motivo de exclusão na participação da análise sensorial os participantes que apresentarem alergia ou problema de ingestão de qualquer ingrediente utilizado nas formulações (gengibre e açúcar), os participantes devem apresentar idade mínima de 18 anos.

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. Se você concordar em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. Não haverá despesas para o sujeito da pesquisa. Os resultados obtidos serão tornados públicos, mas sem a identificação do sujeito da pesquisa. Os participantes da pesquisa terão liberdade de desistir em participar da pesquisa em qualquer momento.

Qualquer pergunta ou dúvida sobre procedimentos, riscos, benefícios e outros será esclarecida. Será entregue uma cópia do TCLE a cada provador. O participante não arcará com nenhum ônus por participar da pesquisa.

Consentimento da participação da pessoa como sujeito

Eu, _____, portador do RG-_____, CPF-_____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo “Elaboração de” cristais” de gengibre (*Zingiber Officinale* Roscoe) empregando métodos combinados de desidratação”, como sujeito. Fui suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “Elaboração de” cristais” de gengibre (*Zingiber Officinale* Roscoe) empregando métodos combinados de desidratação”. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido.

Local e data: _____

Nome e Assinatura do participante:

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do sujeito em participar. Testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: _____

RG: _____ Assinatura: _____

Nome: _____

RG: _____ Assinatura: _____

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste sujeito de pesquisa ou representante legal para a participação neste estudo.

Teresina, ____ de _____ de ____.

Assinatura do pesquisador responsável

ANEXO B**INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ – IFPI****CURSO DE TECNOLOGIA EM GASTRONOMIA**

Título do projeto: ELABORAÇÃO DE “CRISTAIS” DE GENGIBRE (*Zingiber officinale* Roscoe), EMPREGANDO MÉTODOS COMBINADOS DE DESIDRATAÇÃO

Pesquisadores participantes: Selma Cristina Baldez Oliveira; Rosália Maria Tôrres de Lima.

Telefones para contato: (086) 8851-6844

RECRUTAMENTO DOS AVALIADORES

Nome do avaliador: _____ Data: __/10/14 Faixa etária: () 18-25 / () 26-35 / () 36-45 / () 46-50

Escolaridade: _____ Telefone: () _____ e-mail: _____

Você já consumiu gengibre?

() Sim () Não

Você já consumiu algum produto de gengibre?

() Sim () Não Caso a resposta seja sim, qual (is)? _____

1. Você está recebendo **02 (duas) amostras** de cristais, **OBSERVE** e indique o quanto você **GOSTOU** ou **DESGOSTOU** de cada atributo das amostras, de acordo com a escala hedônica abaixo:

Desgostei muitíssimo	Desgostei muito	Desgostei moderadamente	Desgostei ligeiramente	Nem gostei, nem desgostei	Gostei Ligeiramente	Gostei Moderadamente	Gostei muito	Gostei muitíssimo
1	2	3	4	5	6	7	8	9

CÓDIGO DA AMOSTRA	ACEITAÇÃO GERAL	COR	AROMA	SABOR	TEXTURA
333	()	()	()	()	()
444	()	()	()	()	()

Comentários: _____

ANEXO C

INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ – IFPI

CURSO DE TECNOLOGIA EM GASTRONOMIA

Título do projeto: ELABORAÇÃO DE “CRISTAIS” DE GENGIBRE (*Zingiber officinale* Roscoe), EMPREGANDO MÉTODOS COMBINADOS DE DESIDRATAÇÃO

Pesquisadores participantes: Selma Cristina Baldez Oliveira; Rosália Maria Tôrres de Lima.

Telefones para contato: (086) 8851-6844

INTENÇÃO DE COMPRA

Assinale para cada uma das amostras, qual seria a sua atitude quanto à compra do produto usando a escala abaixo:

CÓDIGO AMOSTRAS:	333	444
Certamente compraria	()	()
Provavelmente compraria	()	()
Tenho dúvidas se compraria	()	()
Provavelmente não compraria	()	()
Certamente não compraria	()	()

Comentários: _____

ANEXO D**INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ - IFPI****CURSO DE TECNOLOGIA EM GASTRONOMIA**

Título do projeto: ELABORAÇÃO DE “CRISTAIS” DE GENGIBRE (*Zingiber officinale* Roscoe), EMPREGANDO MÉTODOS COMBINADOS DE DESIDRATAÇÃO

Pesquisadores participantes: Selma Cristina Baldez Oliveira; Rosália Maria Tôrres de Lima.

Telefones para contato: (086) 8851-6844

PREFERÊNCIA

Você está recebendo 02 (duas) amostras de cristais. Por favor, marque com um círculo a amostra que você mais gostou.

333**444**

Comentários: _____
