



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

SIMONE DE ANDRADE ALVES

**AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DA FARINHA DA PALMA
FORRAGEIRA (*Opuntia ficus-indica*) EM PÃO DE FORMA**

SÃO CRISTOVÃO/SE

2019

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

A474a Alves, Simone de Andrade
Avaliação da aplicação da farinha da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) em pão de forma / Simone de Andrade Alves ; orientadora Patrícia B. Lessa Constant. – São Cristóvão, SE, 2019.
86 f. : il.

Dissertação (mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)
– Universidade Federal de Sergipe, 2019.

1. Palma forrageira. 2. Pão. 3. Micronutrientes. I. Constant, Patrícia B. Lessa, orient. II. Título.

CDU 633.39:641



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

SIMONE DE ANDRADE ALVES

**AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DA FARINHA DA PALMA
FORRAGEIRA (*Opuntia ficus-indica*) EM PÃO DE FORMA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia B. Lessa Constant

SÃO CRISTOVÃO/SE

2019

SIMONE DE ANDRADE ALVES

**AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DA FARINHA DA PALMA FORRAGEIRA
(*Opuntia ficus-indica*) EM PÃO DE FORMA**

Dissertação de mestrado no Programa de Pós-
Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos em
26 de fevereiro de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Professora Dra. Patrícia Beltrão Lessa Constant
Orientadora /PROCTA-UFS

Professora Dra. Alessandra Almeida de Castro Pagani
1º. Examinadora/PROCTA-UFS

Professora Dra. Ângela da Silva Borges
2º. Examinadora/DTA-UFS

São Cristóvão/SE

2019

Ao meu Deus, criador de tudo e essencial em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, detentor de toda ciência, sabedoria e poder. E por conduzir-me durante a minha caminhada diária.

Ao meu esposo Osvaldo Simão que, com muita paciência, compreensão e amor esteve comigo em todos os momentos.

Aos meus amados pais, Daniel (*in memoriam*) e Selma, meus primeiros Professores!

Aos meus irmãos Jonas, Adriana e Diana, por compreenderem os momentos de ausência da minha parte.

Agradeço a todos os Professores e Professoras que passaram em minha vida de estudante, sempre me orientando e sendo exemplos a seguir.

A todas as Professoras e Professores do PROCTA e, em especial a Dra. Patrícia Constant, minha orientadora que sempre esteve à disposição sempre que precisei. Dra. Alessandra Pagani, que gentilmente cedeu o seu laboratório, reagentes e equipamentos, para a realização das minhas análises. Dra. Elma Wartha pelas aulas e conselhos valiosos. Dra. Maria Aparecida pela sinceridade de suas palavras. Dr. Narendra Narain por ceder o seu laboratório e por repassar ensinamentos valiosos nessa etapa do meu aperfeiçoamento profissional.

Agradeço à Fundação Universidade de Sergipe pela oportunidade de eu poder galgar mais um degrau na minha carreira acadêmica. Ao CNPQ e a CAPES pelo incentivo às pesquisas no Brasil.

Agradeço ao Engenheiro de Alimentos Alan Teles, por sua disponibilidade em sempre auxiliar com paciência e bom humor aos colegas que precisam.

As técnicas dos laboratórios do LTA: Aline e Patrícia pela paciência e solicitude e a Dra. Terezinha, técnica do LAF pela sua presteza quando eu precisei do seu auxílio. A técnica Luciana, do Laboratório de Zootecnia da UFS, por ceder um pouco do seu tempo de trabalho para auxiliar quem precisa.

Ao IFAL - Instituto Federal de Alagoas em especial ao Campus Piranhas, que me apoiou desde o início da minha Pós-Graduação.

Aos meus colegas de trabalho Professores: Cristiano Furtado, Rodrigo Moura, Ingrid Barberino, Ellen Abreu, Maria Cecília, Wmekson Oliveira, Poliane Santos, Ricardo Aguiar e

Iatanilton Damasceno, pela compreensão e apoio e que, como Professores, acreditam que o conhecimento deve ser adquirido e disseminado.

Aos estudantes do curso de Agroindústria do IFAL – Campus Piranhas, pelo auxílio incondicional nas horas que precisei da ajuda dos mesmos.

Agradeço ao Senhor Manoel Élio que, gentilmente, forneceu palma forrageira em quantidade suficiente para a execução desse estudo.

A todos os colegas do Mestrado, ninguém ultrapassa barreiras sem apoio!

Muito obrigada a todos!

“Não digas, pois, no teu coração: A minha força e o poder do meu braço me adquiriram estas riquezas. Antes, te lembrarás do Senhor teu Deus, porque é Ele o que te dá força e capacidade para gerar riquezas...”
(Deuteronômio 8:17-18).

ALVES, S.A. **AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DA FARINHA DA PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia ficus-indica*) EM PÃO DE FORMA.** [Dissertação]. São Cristóvão: Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe; 2019.

RESUMO

A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) é uma planta bastante consumida no México na alimentação humana e bem adaptada em regiões com baixa incidência de chuvas, como o semiárido brasileiro. No Brasil, essa cultura ocupa uma área aproximada de 600 000 hectares, só na região Nordeste. A planta apresenta grande quantidade de ingredientes ativos, particularmente antioxidantes, incluindo vitaminas C e E. Objetivo desse estudo foi avaliar a aplicação dessa matéria prima no preparo de pão de forma, com a intenção de melhorar o conteúdo nutricional desse produto tão consumido no cotidiano da população e, dessa forma, incentivar o consumo dessa planta, subutilizada, e que contem grande valor nutricional, principalmente com relação aos micronutrientes, tais como: cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K) e zinco (Zn) em quantidades maiores que a encontrada em diversos vegetais. Foi obtida a farinha da palma forrageira e formulados três pães de forma, substituindo a farinha de trigo por fração de farinha de palma correspondente a 5%, 10% e 15%. Os pães foram submetidos a análise sensorial de 106 (cento e seis) julgadores não treinados e que elegeram o pão de forma com 5% de farinha de palma como o mais aceito, resultando em um índice de aceitabilidade de 75%. Foram realizadas análises de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante pelo método da captura do radical ABTS•⁺, no pão de forma com 5% de farinha de palma e no pão controle. Na farinha, essas análises foram realizadas no tempo zero, após dois meses e após seis meses de produzida. Em comparação ao pão controle, a farinha da palma forrageira aumentou o teor de fibra e dos micronutrientes sem alterar os parâmetros texturométricos ($p < 0,05$), além de promover ao pão de forma, resistência a multiplicação de fungos característicos do envelhecimento de pães em geral.

Palavras chave: Palma forrageira. Pão de forma. Micronutrientes. Avaliação.

ALVES, S.A. **EVALUATION OF THE APPLICATION OF FLOUR OF FORAGE PALM (*Opuntia ficus-indica*) IN LOAF BREAD.** [Dissertation]. São Cristovão: Graduate Program in Food Science and Technology, Federal University of Sergipe; 2019.

ABSTRACT

The forage palm (*Opuntia ficus-indica*) is a plant widely consumed in Mexico in human food and well adapted in regions with low rainfall, such as the Brazilian semi-arid. In Brazil, this crop covers an area of approximately 600,000 hectares, only in the Northeast region. The objective of this study was to evaluate the application of this raw material in the preparation of bread form, with the intention of improving the nutritional content of this product so consumed in the daily life of the population, and thus encourage the consumption of this plant, which is underutilized, and which contains great nutritional value, mainly in relation to micronutrients, such as calcium (Ca), magnesium (Mg), potassium (K) and zinc (Zn) larger than that found in several vegetables. The flour was obtained and three loaves were formulated, replacing the wheat flour with a 5%, 10% and 15% palm flour fraction. The loaves were submitted to sensory analysis of 106 (one hundred and six) untrained judges who chose the bread loaf with 5% of palm flour as the most accepted, resulting in an acceptability index of 75%. Analyses of total phenolic compounds and antioxidant activity were carried out using the ABTS • radical radical capture method, on the bread loaf with 5% of palm flour and the control bread. In *the* flour, these analyzes were performed at time zero, after two months and after six months of production. Compared to control bread, the palm flour increased the fiber and micronutrients content without altering the texturometric parameters ($p < 0.05$), as well as promoting the bread of form, resistance to the multiplication of fungi characteristic of the aging of breads generally.

Keywords: Palm forage. Loaf bread. Micronutrients. Evaluation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de ocorrência natural de cactáceas no mundo.....	19
Figura 2 – Imagem de plantação de palma forrageira (<i>Opuntia ficus-indica</i>).....	20
Figura 3 – Pão de forma.....	26
Figura 4 – Fluxograma do processo de obtenção da farinha da Palma forrageira.....	30
Figura 5 – Lavagem e corte da palma forrageira para o preparo da farinha.....	31
Figura 6 – Aspecto da palma forrageira antes da secagem em estufa e após a secagem.....	31
Figura 7 – Comparação de cor entre a farinha de palma forrageira e farinha de trigo.....	31
Figura 8 – Ingredientes para o preparo dos pães de forma.....	33
Figura 9 – Forma de alumínio antiaderente utilizada no preparo dos pães de forma.....	35
Figura 10 – <i>Design</i> utilizado para os testes sensoriais.....	38
Figura 11 – Aparência externa de FP0, FP5, FP10 e FP15.....	58
Figura 12 – Aparência interna de FP0, FP5, FP10 e FP5.....	59
Figura 13a – Primeiro dia de observação do desenvolvimento de bolor nas fatias dos pães de forma armazenados em placas de Petri.....	64
Figura 13b – Ao final da segunda semana de observação do desenvolvimento de bolor nas fatias dos pães de forma armazenados em placas de Petri.....	64
Figura 13c – Ao final do primeiro mês de observação do desenvolvimento de bolor nas fatias dos pães de forma armazenados em placas de Petri.....	66
Figura 14 – Registro de Umidade Relativa do ar em dezembro de 2018 em Piranhas-AL.....	67
Figura 15 – Registro de Temperatura em dezembro de 2018 em Piranhas-AL.....	67

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Resultado do escore médio de FP5, FP10 e FP15 com base nas notas da escala hedônica.....	49
Gráfico 2 – Perfil dos julgadores com relação ao consumo de pão branco, pão integral e pão de forma.....	51
Gráfico 3 – Resultado da avaliação de intenção de compra de FP0, FP5 e FP15.....	51
Gráfico 4 – Avaliação dos julgadores com relação a frequência de consumo de FP5, FP10 e FP15.....	51
Gráfico 5 – Avaliação quanto ao SABOR SALGADO de FP0.....	53
Gráfico 6 – Avaliação quanto ao SABOR DOCE de FP0.....	53
Gráfico 7 – Avaliação quanto ao SABOR SALGADO de FP5.....	53
Gráfico 8 – Avaliação quanto ao SABOR DOCE de FP5.....	54
Gráfico 9 – Preferência dos julgadores na avaliação entre FP0 e FP5.....	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Análises realizadas na palma forrageira <i>in natura</i>	28
Quadro 2 – Análises físico-químicas realizadas na farinha da palma forrageira.....	32
Quadro 3 – Análises físico-químicas realizadas nos pães.....	35
Quadro 4 – Índice de Aceitabilidade (IA) de FP5, FP10 e FP15.....	50
Quadro 5 – Perda de peso dos pães após o forneamento.....	62
Quadro 6 – Resultado das análises de atividade antioxidante.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição química aproximada dos cladódios da <i>Opuntia ficus-indica</i> em base úmida.....	21
Tabela 2 – Composição química da farinha de palma (g/100g em base seca).....	22
Tabela 3 – Formulação para a produção do FP0.....	34
Tabela 4 – Formulação para a produção de FP5, FP10 e FP15.....	34
Tabela 5 – Caracterização físico-química alma <i>in natura</i>	45
Tabela 6 – Composição físico-química da farinha da palma forrageira.....	47
Tabela 7 – Médias e desvio padrão do resultado da análise sensorial com escala hedônica de nove pontos.....	49
Tabela 8 – Caracterização físico-química de FP0 e FP5.....	55
Tabela 9 – Composição de micronutrientes de FP0 e FP5.....	55
Tabela 10 – Coordenadas L, a, b e c para o miolo de FP0, FP5, FP10 e FP15.....	60
Tabela 11 – Parâmetros de textura de FP0 e FP5.....	62
Tabela 12 – Aumento dos parâmetros de textura de FP5 em relação a FP0.....	62

LISTA DE ABREVIATURAS

FP0 – Pão de forma com 0% de farinha de Palma forrageira e 100% de farinha de trigo.

FP5 – Pão de forma com 5% de farinha de Palma forrageira e 95% de farinha de trigo.

FP10 – Pão de forma com 10% de farinha de Palma forrageira e 90% de farinha de trigo.

FP15 – Pão de forma com 15% de farinha de Palma forrageira e 85% de farinha de trigo.

FT0 – Farinha de palma forrageira com tempo de produção igual a 0(zero) mês.

FT2 – Farinha de palma forrageira com tempo de produção igual a 2(dois) meses.

FT6 – Farinha de palma forrageira com tempo de produção igual a 6(seis) meses.

LISTA DE SIGLAS

ABTS – 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic).

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

CIE – Commission Internationale de l'éclairage.

DTA – Departamento de Tecnologia de Alimentos.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

FAO – Food and Agriculture Organization

IFAL – Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Alagoas.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

ITPS – Instituto Tecnológico de Pesquisa do estado de Sergipe.

LAF – Laboratório de Flavor e Análises Cromatográficas.

OMS – Organização Mundial da Saúde

PA – Puro para Análise.

PROCTA – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

RDC – Resolução de diretoria colegiada.

TPA – Análise de Perfil de Textura.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 Palma forrageira (<i>Opuntia ficus-indica</i>).....	19
2.2 Secagem de alimentos	21
2.3 Farinhas de origem vegetal	23
2.3.1 Farinha de Palma forrageira (<i>Opuntia ficus-indica</i>).....	24
2.4 Atividade antioxidante da <i>Opuntia ficus-indica</i>	24
2.5 Pães	25
3 OBJETIVOS.....	27
3.1 Objetivo Geral.....	27
3.2 Objetivos Específicos	27
4 METODOLOGIA	28
4.1 Análises químicas, físicas e físico-químicas.....	28
4.2 Obtenção da matéria prima (<i>Opuntia ficus-indica</i>).....	28
4.3 Obtenção da farinha da palma forrageira.....	29
4.3.1 Rendimento da farinha de Palma forrageira.....	32
4.5 Formulação de FP0, FP5, FP10 e FP15.....	33
4.5.1 Preparo de FP0, FP5, FP10 e FP15.....	34
4.5.2 Avaliação da perda de peso de FP0, FP5, FP10 e FP15 após forneamento	36
4.6 Análise sensorial	37
4.6.1 Teste de aceitação de consumidor utilizando a escala hedônica	37
4.6.2 Índice de Aceitabilidade de FP5, FP10 e FP15	38
4.6.3 Teste de preferência e escala do ideal “Just-about-right”	39
4.7 Atividade antioxidante - Método de captura do radical livre ABTS• ⁺	40
4.7.1 Preparo dos extratos.....	40
4.7.2 Procedimento para a determinação da absorbância	40
4.8 Determinação de Compostos Fenólicos totais	41
4.8.1 Preparo dos extratos.....	41
4.8.2 Procedimento para a determinação da absorbância	41
4.9 Caracterização colorimétrica de FP0, FP5, FP10 e FP15.	42
4.10 Propriedades texturais de FP0 e FP5	42
4.11 Análises microbiológicas	43
4.12 Avaliação visual da atividade antimicrobiana em FP0, FP5, FP10 e FP15.	43
4.13 Análises estatísticas dos dados	43
4.14 Submissão da pesquisa ao Comitê de ética	44

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
5.1 Composição físico-química da palma forrageira <i>in natura</i>	45
5.2 Composição físico-química da farinha da palma forrageira	46
5.3 Rendimento da farinha de Palma forrageira	47
5.4 Análise microbiológica da farinha da palma forrageira.....	47
5.5 Avaliação sensorial	48
5.5.1 Resultado do teste de aceitação	48
5.5.2 Índice de Aceitabilidade de FP5, FP10 e FP15	49
5.5.3 Resultado da avaliação de intenção de compra	50
5.5.4 Resultado de preferência e escala do ideal “Just-about-right”	52
5.6 Composição físico-química de FP0 e FP5	54
5.7 Avaliação física dos pães	58
5.7.1 Cor instrumental de FP0, FP5, FP10 e FP15.....	60
5.7.2 Avaliação da perda de peso de FP0, FP5, FP10 e FP15 após o forneamento	61
5.7.3 Propriedades texturométricas de FP0 e FP5.....	62
5.8 Análise microbiológica.....	63
5.9 Avaliação visual do desenvolvimento de bolores em FP0, FP5, FP10 e FP15	63
5.10 Atividade antioxidante.....	68
6 CONCLUSÕES	69
REFERÊNCIAS	71
APÊNDICE A – Avaliação de FP5, FP10 e FP15 com relação a frequência de consumo	80
APÊNDICE B – Intenção de compra de FP5, FP10 e FP15 por faixa etária	81
ANEXO A – Questionário sócio econômico e cultural dos julgadores	82
ANEXO B – Ficha de avaliação para o teste de aceitação utilizando escala afetiva para avaliação de atributos sensoriais específicos.....	83
ANEXO C – Ficha de avaliação para o teste de aceitação utilizando a Escala do Ideal.....	84
ANEXO D – Modelo do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	85

1 INTRODUÇÃO

A busca por alternativas alimentares mais saudáveis está levando a população a explorar fontes diversas de matérias primas. Um exemplo dessas fontes alternativas é a palma forrageira. Embora no Brasil a palma tenha uso quase exclusivo para forragem, em países como o México, a palma é cultivada para alimentação humana (URBIOLA *et al.*, 2010).

A palma (*Opuntia ficus-indica*) é conhecida por ser uma fonte importante de compostos bioativos, como betalainas, polifenóis, carotenóides, vitamina C e sais minerais (UTKARSHA *et al.*, 2010). Auxilia na eliminação de toxinas do álcool e do cigarro que são absorvidas pelo organismo, auxilia o organismo a metabolizar a gordura, diminuir a concentração de açúcar no sangue e, com isso, colabora na redução das taxas de colesterol e no controle da diabetes. Além disso, como possui muitas fibras solúveis e insolúveis, a palma forrageira colabora para o bom funcionamento do sistema digestivo além de impedir a concentração de elementos cancerígenos (NUNES, 2011).

Há muitas formas de consumir a palma forrageira quando madura e jovem, inclusive seus frutos. A palma madura pode ser transformada em vários produtos alimentícios, alguns são produzidos há muitos anos e requerem tecnologias simples de processamento. A farinha da palma, por exemplo, é obtida por desidratação e moagem da palma em diferentes idades e tamanhos, resultando em farinhas com diversas características. Recentemente, a indústria de panificação tem utilizado essa farinha no preparo de biscoitos, macarrão e outros produtos (SÁENZ, 2006).

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), farinhas são os produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas, podendo sofrer previamente processos tecnológicos adequados considerados seguros para a produção de alimentos. Pães produzidos com farinha de trigo refinada são caracterizados por um baixo potencial antioxidante, portanto, a adição de ingredientes intencionais com o objetivo de melhorar essa característica da farinha de trigo, poderia proporcionar benefícios à saúde dos consumidores de um produto tão frequentemente consumido no cotidiano (DZIKI *et al.*, 2014).

A adição da farinha de palma às farinhas comerciais, na proporção de 4 a 6%, aumenta o conteúdo de cálcio e fibra do produto, melhorando as características nutricionais de diferentes alimentos (VILLEGAS *et al.*, 2010). Quando incorporada à farinha de trigo, a farinha da palma modifica os parâmetros reológicos da massa e, portanto, as propriedades físicas e sensoriais do pão. Porém, se a substituição for de até 5%, as propriedades físicas e sensoriais não se alteram, aumenta o rendimento e o conteúdo fenólico total (MSADDAK *et al.*, 2017). Assim, a farinha da palma pode ser considerada como um potencial ingrediente funcional aos produtos de panificação (MSADDAK *et al.*, 2017).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*)

Opuntia ficus-indica é o nome científico da Palma Forrageira (HABIBI *et al.*, 2008). Ela é uma planta rústica que tem um bom desenvolvimento em região com pouca chuva (ROCHA, 2012). No Brasil, o semiárido nordestino é uma região que apresenta essa condição de rusticidade. Essa região é caracterizada pelo clima seco, com poucas chuvas e elevada evapotranspiração. Representa 12% da área do Brasil e atualmente congrega uma população de 25 milhões de pessoas vivendo em 1.189 municípios de nove estados da Federação (BRASIL, 2014).

Figura 1 – Mapa de ocorrência natural de cactáceas no mundo.



Fonte: Cactos do semiárido do Brasil: Guia ilustrado

A palma pertence a família das cactáceas. Devido a muitas razões, a taxonomia da palma é muito complexa. Um dos motivos é porque seus fenótipos, ou seja, suas características observáveis, apresentam grande variedade de acordo com as condições ambientais em que a planta se encontra (SÁENZ *et al.*, 2006).

De acordo com Cavalcante, Teles e Machado (2013), a utilização de cactos por parte da população humana do semiárido brasileiro é bastante antiga e intensa e, dentre os múltiplos usos dessa planta, destacam-se: uso medicinal, econômico, ornamentais, lúdico, místico, alimentação humana e animal. Ainda de acordo com os autores, os cactos geralmente são encontrados em terras secas, são espinhosos, apresentam ausência total de

folhas, caule fotossintetizante e suculento, porém, existem cactos que crescem em locais úmidos, alguns não apresentam espinhos, outros não possuem caule suculento e outros ainda apresentam folhas.

De acordo com Sáenz *et al.* (2006), algumas espécies de palmas são amplamente utilizadas para a produção do fruto propriamente dito, como a *Opuntia ficus-indica*, *Opuntia hyptiacantha*, *Opuntia megacantha* e *Opuntia streptacantha*. Outras espécies são mais utilizadas para a produção e consumo das partes verdes quando jovens, como *Opuntia robusta* e *Opuntia leucotricha*, além da *Opuntia ficus-indica*. Um grande número de espécies pode ser usado para produzir forragem como a *Opuntia robusta* e *Opuntia leucotricha*, além de *Opuntia ficus-indica* e outros para a produção de cochonilha para corante.

Figura 2 – Imagem de plantação de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*).



Fonte: Própria autora

Do ponto de vista morfológico, a planta pode ser dividida em raiz, parte vegetativa, a fruta e a flor. A parte vegetativa são os cladódios, são hastes modificadas que substituem as folhas em sua função fotossintética. Os cladódios são suculentos e com forma ovóide ou alongada de 18 a 25 cm de comprimento. A parte interna é composta por um parênquima medular branco para o armazenamento de água (FEUGANG *et al.*, 2006). A Tabela 1

apresenta a composição química aproximada dos cladódios da palma forrageira em dois estágios de maturação: um mês e um ano de plantação.

Tabela 1 – Composição química aproximada dos cladódios da *Opuntia ficus-indica* em base úmida.

Componente (%)	Cladódios com aproximadamente 1(um) mês de idade.	Cladódios com aproximadamente 1(um) ano de idade.
Umidade	92,57	94,33
Proteína (x 6,25)	0,94	0,48
Lipídios	0,17	0,11
Fibra	0,30	1,06
Cinzas	0,08	1,60
Carboidratos	5,96	2,43
Vitamina C (mg/100g)*	37,27	23,11
Ca	0,042	0,339
Na	0,0018	0,0183
K	0,00098	0,145
Fe	0,0792	0,322

*mg de ácido ascórbico/100g de polpa de cladódios
 Fonte: LOYAZA, CHÁVEZ (2007, p 44)

2.2 Secagem de alimentos

A secagem ou desidratação é um processo puramente de remoção de umidade através da transferência simultânea de calor e massa. Nos alimentos em processo de secagem, a umidade é transportada para a superfície do produto e depois evaporada (HUI *et al.*, 2007). O conceito de umidade é bastante simples e se fundamenta no princípio de que os produtos em geral, especialmente os de origem agrícola, são formados por dois tipos de componentes: A **matéria seca**, formada por todos os compostos químicos fixos, não voláteis à temperatura do ensaio, e a **umidade**, que é formada predominantemente pela água e, dependendo de como o ensaio é realizado, por outros compostos voláteis que participam da composição do produto (LOPES; BORGES, 2009).

Apesar das muitas vantagens que o processo de secagem promove aos alimentos, há também algumas mudanças físicas que podem ocorrer, tais como: encolhimento, cristalização e transição vítrea. Em alguns casos podem ocorrer também a formação de produtos químicos ou bioquímicos desejáveis ou indesejáveis, além de ocorrer reações que levem a alterações na cor, textura e odor (JUNGAM *et al.*, 2010).

A secagem é um dos mais importantes métodos utilizados para conservação de produtos alimentícios. Dentre outros benefícios, os produtos alimentícios secos têm maior estabilidade durante o armazenamento, diminui os custos com transporte e com embalagem (HUI *et al.*, 2007). Assim, o objetivo principal da secagem é prolongar a vida de prateleira dos alimentos por meio da redução da atividade de água (FELLOWS, 2009). Entretanto, os produtos desidratados não são estéreis, a redução do número de microrganismos como resultado das operações de desidratação é baixa e a inativação de enzimas é apenas parcial (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

Tabela 2 – Composição química da farinha de palma (g/100g em base seca)

Componente	Valores ± Desvio padrão
Umidade	5,25
Carboidratos	16,38
Proteína	12,66 ± 0,80
Lipídios	3,03 ± 0,38
Fibra alimentar total	47,65 ± 0,00
Fibra insolúvel	42,8 ± 0,00
Fibra solúvel	4,85 ± 0,00
Cinzas	20,28 ± 0,19
Cálcio*	334 ± 13,5
Fósforo*	314 ± 4,16
Sódio*	196 ± 5,95

*mg/100g

Fonte: CASTILLO *et al.* (2013, p.23)

Cada microrganismo precisa de quantidade mínima de água para crescer, chamada de atividade de água e, o crescimento microbiano pode resultar na perda de características sensoriais e, em muitos casos, causar danos inaceitáveis à qualidade dos alimentos. Assim, a secagem, acompanhada de pré-tratamento adequado, além de ajudar a reduzir danos químicos pode diminuir a deterioração microbiana (JUNGAM *et al.*, 2010).

Há vários métodos de secagem empregados para alimentos. Na secagem artificial, ar quente com velocidade de 0,5 a 3m/s e baixa umidade é utilizado para a transferência de calor por convecção para o alimento, porém os mecanismos de transferência de calor por condução e radiação também ocorrem. Dentre os secadores, para secagem artificial, tem-se: secador de bandeja, secador de túnel, secador de esteira, secador de tambor rotativo, secador de leito fluidizado, liofilizador e secador por atomização (CELESTINO, 2010). O custo da secagem ou desidratação e a qualidade final dos produtos secos são influenciados pelo método de secagem, condições operacionais e tempo de processamento (HUI *et al.*, 2007).

2.3 Farinhas de origem vegetal

O processo de produção de farinha remonta aos tempos do antigo Egito. Ilustrações revelam inscrições antigas que mostram grãos sendo esmagados com o uso de pilões e o material resultante sendo peneirado para produzir material de maior pureza (OWENS, 2001).

A farinha é um pó fino geralmente obtido pela moagem da porção de endosperma de grãos de cereais (sementes). A fonte mais comum de farinha é o trigo, mas qualquer grão de cereais pode fornecer farinhas, tais como: aveia, centeio, arroz, milho e outros. Além desses, as farinhas também podem ser feitas a partir de outras fontes tais como: soja, batatas, taro, araruta, nozes, algumas frutas e vegetais (BROWN, 2015). Na Resolução – CNNPA nº 12 de 1978, a ANVISA classifica as farinhas como: **simples**, quando obtida de uma só espécie e **mista**, quando obtida pela mistura de farinhas de diferentes espécies vegetais.

A obtenção de produtos obtidos com farinhas mistas, como os produtos de panificação, pode proporcionar uma melhora nas características nutricionais e reológicas do

produto final, além de proporcionar o aproveitamento de fontes alternativas de matérias primas não convencionais (MEDEIROS; KWIATKOWSKI; CLEMENTE, 2012).

A tecnologia empregada na obtenção de farinhas pode ser resumida nas seguintes etapas: secagem da matéria prima em temperatura adequada para evitar, ao máximo, as perdas de nutrientes, moagem do material após a secagem e separação granulométrica do material após a moagem (MACHADO; SOUSA, MORETTI, 2006).

2.3.1 Farinha de Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*)

A farinha da palma forrageira, como bem define Castillo *et al.*(2013), tem uma aparência de pó fino apresentando uma textura suave e aderente ao contato manual, de cor verde claro e opaca, cheiro intenso e ligeiramente picante. Sáenz *et al.* (2006), informa os parâmetros de cor instrumental de L=73,37, a= -5,2 e b=26,1 para a farinha de palma e acrescenta que ela possui uma cor verde pálida brilhante de baixa intensidade.

Dentre as vantagens da produção de farinha de palma forrageira pode-se destacar: tecnologia fácil e estrutura fabril mínima. A farinha é obtida por desidratação e trituração dos cladódios de idades variadas, entretanto, essa variação influencia as características físico-química da farinha obtida Sáenz *et al.* (2006).

2.4 Atividade antioxidante da *Opuntia ficus-indica*

Além de ser uma fonte de alimentação humana tradicional em alguns países, os cladódios da *Opuntia ficus-indica* são utilizados na alimentação animal e também são amplamente utilizados na medicina popular e esses usos são hoje apoiado por pesquisas científicas (MARTÍNEZ; ESPARZA; FRAGOSO, 2014).

De acordo com Panico *et al.* (2007), os cladódios apresentam uma grande quantidade de ingredientes ativos, particularmente antioxidantes, incluindo a vitamina C, vitamina E, carotenóides, glutathione, flavonóides e ácidos fenólicos, dentre outros.

De acordo com Dib *et al.* (2013), os cladódios da *Opuntia ficus-indica* são promissoras fontes de antioxidantes naturais, podendo atuar como um agente

quimiopreventivo, fornecendo propriedades antioxidantes e oferecendo proteção efetiva contra radicais livres.

2.5 Pães

Em suas diversas formas, o pão é um dos alimentos mais consumidos pela humanidade e, juntamente com outros produtos a base de cereal, é considerado um alimento de “primeira necessidade” (CAUVAIN; YOUNG, 2009). De acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio às micro e pequenas Empresas (SEBRAE, 2017) o consumo per capita do brasileiro é de 22,61 kg de pães por ano e, atualmente, 76% dos brasileiros consomem pão no café da manhã e 98% consomem produtos de panificação.

O Egito é reconhecido como o local de origem do pão. Foram encontradas tumbas, ao longo do rio Nilo, contendo murais que mostram o plantio, a colheita, a moagem de trigo e a fabricação de pão (GUARIENTI, 2004).

A ANVISA, na sua Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 263/2005, define que pães são os produtos obtidos da farinha de trigo e ou outras farinhas, adicionados de líquido, resultantes do processo de fermentação ou não e cocção, podendo conter outros ingredientes, desde que não descaracterizem os produtos. Podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos.

De acordo com a enciclopédia britânica, o primeiro pão foi feito nos tempos neolíticos, há cerca de 12 mil anos atrás, provavelmente com grãos grosseiramente moídos e misturados com água. A massa resultante era, provavelmente, colocada em pedras aquecidas para assar.

Assar é aplicar calor a um alimento, entretanto, assar o pão não depende apenas de uma boa receita ou fórmula, e sim, aplicação de conhecimento, pesquisa e um desafio constante no aprimoramento do processo, na qualidade da farinha, tipo de sova, a fermentação dos microrganismos utilizados e os microrganismos do ambiente, a temperatura e o tipo de forneamento, o acondicionamento dos pães, entre outros fatores (CANELLA-RAWLS, 2012). Para modernizar os fornos de cozimento, recorre-se, atualmente, ao mesmo método utilizado em outros processos de produção: o combustível

presente no forno com a massa é substituído por uma corrente de ar quente (FLANDRIN; MONTANARI, 1998).

Figura 3 – Pão de forma.



Fonte: Google Imagens.

Há várias maneiras de categorizar as diferentes massas fermentadas e suas respectivas modelagens. Uma das definições diz que há dois tipos básicos de pão: o branco e o integral, e todos os pães podem ser categorizados dentro desses dois tipos. O pão branco é elaborado com farinha de trigo comum, que contém apenas a parte do endosperma do trigo e o pão integral, preserva todo o conteúdo do grão de trigo, bem como o conteúdo de outros grãos e cereais (CANELLA-RAWLS, 2012).

A caracterização de um tipo específico de pão sempre inclui uma descrição da sua aparência física, começando em geral com o formato externo (CAUVAIN; YOUNG, 2009). Segundo Guarienti (2004), para se obter o pão com as características desejadas, tanto na panificação doméstica quanto na industrial, faz-se necessário obedecer a várias etapas de processamento tais como: pesagem de ingredientes, amassamento, fermentação, divisão da massa, pesagem e modelagem, em alguns casos, segunda fermentação, forneamento, resfriamento e, por último, a embalagem e armazenamento. Dentre estas etapas, várias modificações físicas, químicas e bioquímicas são evidenciadas.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Utilizar a farinha da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) como ingrediente na formulação de pão de forma.

3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar físico-quimicamente a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*);
- Obter a farinha da palma forrageira;
- Caracterizar físico-quimicamente a farinha da palma forrageira;
- Formular os pães de forma: FP0, FP5, FP10 e FP15;
- Aplicar o teste de aceitação de consumidor em FP5, FP10 e FP15;
- Aplicar o teste da escala do ideal “Just-about-right” em FP0 e o pão mais aceito no primeiro teste de aceitação;
- Caracterizar físico-química o pão mais aceito após o teste de preferência do consumidor e o FP0;
- Avaliar a atividade antimicrobiana e antioxidante do pão de forma elaborado com a farinha da palma.

4 METODOLOGIA

4.1 Análises químicas, físicas e físico-químicas

As análises necessárias para a realização da pesquisa foram realizadas nos laboratórios do Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA) da Universidade Federal de Sergipe – Campus São Cristovão, no Instituto Federal de Alagoas (IFAL) e no Instituto Tecnológico de Pesquisa do estado de Sergipe (ITPS).

As análises realizadas no Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA) e no Instituto Federal de Alagoas (IFAL) Campus Piranhas, foram executadas em triplicata e os resultados das análises realizadas pelo ITPS foram apresentados em forma de relatórios fornecidos pela referida instituição.

4.2 Obtenção da matéria prima (*Opuntia ficus-indica*)

A matéria-prima utilizada neste trabalho foi cladódio de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*), também chamados de raquetes, com idade aproximada de 1(um) ano. A palma forrageira foi adquirida da plantação do Senhor Manoel Élio da Silva, localizada na Av. Batalha, nº 120 – Bairro Nossa Senhora da Saúde na cidade Piranhas no estado de Alagoas. As coordenadas geográficas da plantação são: 9°36'06.3”S e 37°45'28,1”W. As análises físico-químicas que foram realizadas na palma forrageira *in natura* estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Análises realizadas na palma forrageira *in natura*.

Análise	Metodologia	Local de realização da análise
Carboidratos	Por diferença	
Lipídeos totais	IAL (2005) 032/IV	DTA – UFS
Proteína	Kjeldahl	Laboratório de Zootecnia - UFS
Resíduo Mineral Fixo (Cinzas)	IAL (2005) 018/IV	IFAL – Campus Piranhas
Umidade	IAL (2005) 012/IV	IFAL – Campus Piranhas

Fonte: Própria autora

4.3 Obtenção da farinha da palma forrageira

Os cladódios da palma forrageira, também chamados de raquetes, foram colhidos antes das 8:00 horas da manhã e levados ao laboratório do IFAL – Campus Piranhas. Foram previamente selecionados e descartados os cladódios que apresentavam alguma avaria que pudesse comprometer a qualidade da farinha. Após a seleção, os cladódios foram levados à pia do laboratório e lavados em água corrente. Uma escova com cerdas de plástico foi utilizada nessa etapa para retirar as sujidades naturalmente aderidas na superfície das raquetes. Posteriormente, os cladódios foram colocados em bandejas e sanitizados com solução de hipoclorito de sódio (200 p.p.m.) por 15(quinze) minutos (SILVA, *et al.*, 2016). Após esse tempo, os cladódios foram lavados em água corrente para a retirada de possíveis resíduos da solução de hipoclorito de sódio. Após a higienização, os cladódios foram cortados em tiras com cerca de 1(um) cm de largura e, posteriormente, as tiras foram cortadas em pedaços menores, resultando em um formato aproximado de pequenos cubos (CASTILLO *et al.*, 2013). Para o procedimento de corte dos cladódios foi utilizada uma faca com lâmina de aço inoxidável e cabo de resina termoplástica. Os pequenos cubos foram espalhados em bandejas de aço inoxidável, de modo que as camadas não ultrapassassem dois centímetros de altura. As bandejas foram levadas à estufa com circulação de ar forçado e temperatura de operação de 60 °C durante 24 horas (CASTILLO *et al.*, 2013). Após as 24 horas na estufa, a palma forrageira já desidratada foi moída em um triturador manual para cereais modelo B03 da BOTINI, e peneirado em peneira de aço Inox – ASTM 45-MESH/TYLER 42 – Abertura 0,355mm. A farinha da palma forrageira foi acondicionada em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade. Os sacos contendo 500g de farinha de palma foram vedados, etiquetados, colocados em um recipiente de cor escura e mantidos em refrigeração. Na Figura 4 está apresentado o fluxograma do processo de obtenção da farinha de palma forrageira.

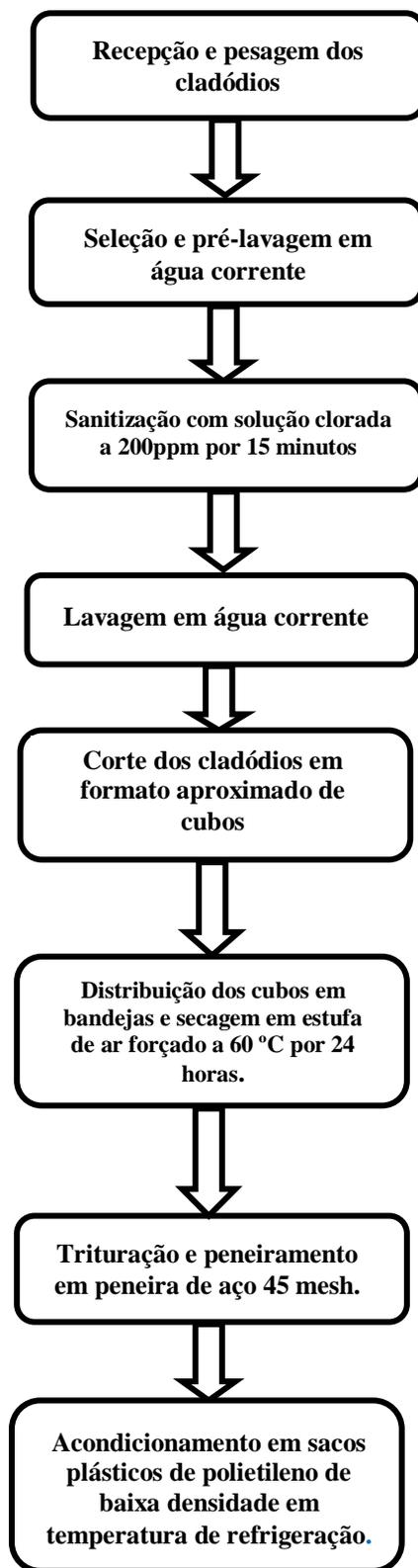
Figura 4 – Fluxograma do processo de obtenção da farinha da Palma forrageira

Figura 5 – Lavagem e corte da palma forrageira para o preparo da farinha.



Fonte: Própria autora – Laboratório de Processamento de Alimentos – IFAL – Campus Piranhas.

Figura 6 – Aspecto da palma forrageira antes da secagem em estufa e após a secagem.



Fonte: Própria autora – Laboratório de Processamento de Alimentos – IFAL – Campus Piranhas.

Figura 7 – Comparação de cor entre a farinha de palma forrageira e farinha de trigo.



Fonte: Própria autora – Laboratório de Processamento de Alimentos – IFAL – Campus Piranhas.

As análises que foram realizadas na farinha da palma produzida estão apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Análises físico-químicas realizadas na farinha da palma forrageira

Análise	Metodologia	Local de realização da análise
ABTS	Rufino <i>et al.</i> (2007)	DTA – UFS
Atividade de Água	Medidor Aqualab - modelo 4TEV	LAF - UFS
Carboidratos	Por diferença	
Resíduo Mineral Fixo	IAL (2005) 018/IV	IFAL – Campus Piranhas
Compostos Fenólicos Totais	Thaipong <i>et al.</i> (2006)	DTA – UFS
Lipídeos totais	IAL (2005) 032/IV	DTA – UFS
Proteína	Kjeldahl	Laboratório de Zootecnia - UFS
Umidade	IAL (2005) 012/IV	IFAL – Campus Piranhas

Fonte: Própria autora

Na farinha da palma, as análises de atividade antioxidante pelo método de captura do radical ABTS e a análise de compostos fenólicos totais foram realizadas no tempo de produção igual a 0(zero) mês (FT0), com tempo de produção igual a 2(dois) meses (FT2) e com tempo de produção igual a 6(seis) meses (FT6).

4.3.1 Rendimento da farinha de Palma forrageira

Após a palma ter sido desidratada, em estufa com circulação de ar forçado, por um período de 24 horas a 60 °C, triturada em moinho manual para cereais (BOTINI) e peneirada em peneira MESH/TYLER 42, resultando na farinha, foi calculado o rendimento de acordo com Santos *et al.* (2010). Conforme o autor, o rendimento pode ser calculado de utilizando a equação 1.

$$R = \frac{F}{P} \cdot 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

R = Rendimento (%);

F = Quantidade de farinha obtida (g);

P = Quantidade de palma forrageira *in natura* (g).

4.5 Formulação de FP0, FP5, FP10 e FP15

Foram elaboradas quatro formulações de pão de forma, sendo três formulações com adição de farinha de palma forrageira e uma formulação sem adição de farinha de palma forrageira. Nessas condições, foi substituída parte da farinha de trigo por farinha de palma forrageira para produzir os pães de forma com as seguintes concentrações: 0% de farinha de palma forrageira e 100% de farinha de trigo (FP0), 5% de farinha de palma forrageira e 95% de farinha de trigo (FP5), 10% de farinha de palma forrageira e 90% de farinha de trigo (FP10) e 15% de farinha de palma forrageira e 85% de farinha de trigo (FP15) (ARIFFIN *et al.*, 2015) e (CASTILLO *et al.*, 2013).

Figura 8 – Ingredientes para o preparo dos pães de forma



Fonte: Própria autora – Laboratório de Processamento de Alimentos – IFAL – Campus Piranhas

A quantidade de cada ingrediente utilizada na formulação dos pães está apresentada nas Tabelas 3 e 4. Todos os ingredientes utilizados na formulação dos pães foram adquiridos no comércio local da cidade de Piranhas-AL.

Tabela 3 – Formulação para a produção do FP0

Ingredientes	%	Descrição
Farinha de trigo	100	Farinha de trigo Tipo 1 - Enriquecida com ferro e ácido fólico - SENHORITA Tradicional
Fermento	2	Fermento biológico seco instantâneo – FLEISCHMANN
Ovos	5	Ovos brancos de galinha de granja
Sal de cozinha	2	Sal refinado iodado – MARLIN
Açúcar	4	Açúcar Cristal – CAETÉ
Leite em pó	50	Leite em pó integral – CAMPONESA
Óleo	7	Óleo de girassol - Tipo 1- SALADA

Notas: Foram dissolvidos 130g de leite em pó em água potável até obter o volume de 1L.

FP0 – Pão de forma com 0% de farinha de Palma forrageira e 100% de farinha de trigo

Fonte: Adaptada de CANELLA-RAWLS (2012, p.225)

Tabela 4 – Formulação para a produção de FP5, FP10 e FP15.

Tipo de farinha	FP5	FP10	FP15
Farinha de trigo	190g	180g	170g
Farinha da palma forrageira	10g	20g	30g

Notas: A quantidade dos demais ingredientes é a mesma da formulação do FP0.

FP5 – Pão de forma com 5% de farinha de Palma forrageira e 95% de farinha de trigo; FP10 – Pão de forma com 10% de farinha de Palma forrageira e 90% de farinha de trigo; FP15 – Pão de forma com 15% de farinha de Palma forrageira e 85% de farinha de trigo

Fonte: Adaptada de CANELLA-RAWLS (2012, p.225)

4.5.1 Preparo de FP0, FP5, FP10 e FP15

Todos os ingredientes utilizados na produção dos pães foram pesados em balança digital (Filizola®, Brasil) com precisão de 0,1 g e capacidade máxima para 15kg. O leite em pó foi pesado, na quantidade recomendada pelo fabricante e diluído em água potável a temperatura ambiente. O leite líquido foi aquecido a uma temperatura de 40 °C e 150mL desse leite foi vertido na tigela da batedeira planetária ARNO modelo Deluxe. Foi adicionado o fermento seco e todos os demais ingredientes, com exceção da farinha (de trigo e de palma) e misturados durante 5(cinco) minutos utilizando uma espátula de polietileno. Após os 5(cinco) minutos, foi adicionada a farinha (de trigo para FP0 e de trigo e de palma para FP5, PF10 e FP15) e a batedeira foi ligada a velocidade baixa por

15(quinze) minutos. A massa foi pesada em balança digital e amassada em uma mesa de aço inoxidável previamente enfarinhada. Para o amassamento, foi utilizado um rolo de polietileno para massa. A massa foi enrolada e colocada na forma, conforme a Figura 9. A forma foi deixada em temperatura ambiente (30 °C) por 3(três) horas para a fermentação da massa. Após o tempo de fermentação, o pão foi assado por 40(quarenta) minutos em forno de fogão doméstico a gás GLP a uma temperatura de 180 °C. Após esfriar, até temperatura ambiente, em local protegido de contaminações, os pães foram desinformados, pesados, acondicionados em saco de polipropileno, etiquetados e armazenado em temperatura ambiente até o consumo, no teste sensorial. Na formulação de FP0, FP5, FP10 e FP15 não foi adicionado produto químico conservante, uma vez que, a atividade antimicrobiana da farinha da palma forrageira foi avaliada conforme a metodologia descrita no tópico 4.12.

Figura 9 – Forma de alumínio antiaderente utilizada no preparo dos pães de forma.



Dimensões: (26x10x7)cm

Fonte: Própria autora – Laboratório de Processamento de Alimentos – IFAL – Campus Piranhas

Quadro 3 – Análises físico-químicas realizadas nos pães

Amostra	Análise	Metodologia	Local de realização da análise
FP0 e FP5	ABTS	Rufino <i>et al.</i> (2007)	DTA – UFS
FP0 e FP5	Atividade de água	Medidor Aqualab - modelo 4TEV	LAF - UFS
FP0 e FP5	Cálcio (Ca)	IAL (2005) 394/IV-AA	ITPS
FP0 e FP5	Resíduo Mineral Fixo (Cinzas)	IAL (2005) 018/IV	IFAL – Campus Piranhas
FP0 e FP5	Compostos Fenólicos Totais	Thaipong <i>et al.</i> (2006).	DTA – UFS
FP0, FP5, FP10 e FP15	Caracterização colorimétrica	Colorímetro Modelo CR-410 (Konica Minolta, Japão)	DTA – UFS

(continua)

(conclusão)

Quadro 3 – Análises físico-químicas realizadas nos pães

Amostra	Análise	Metodologia	Local de realização da análise
FP0 e FP5	Fibra bruta	IAL (2005) 044/IV	ITPS
FP0 e FP5	Lipídeos totais	IAL (2005) 032/IV	DTA – UFS
FP0 e FP5	Magnésio (Mg)	IAL (2005) 394/IV-AA	ITPS
FP0 e FP5	Potássio (K)	IAL (2005) 394/IV-AA	ITPS
FP0 e FP5	Proteína	Kjeldahl	Laboratório de Zootecnia - UFS
FP0 e FP5	Sódio (Na)	IAL (2005) 394/IV-AA	ITPS
FP0 e FP5	Textura	Texturômetro Brookfield Enginner Braseq (TexturePro CT VI.2 Build 9).	Laboratório de Flavor e Análises Cromatográficas (LAF) – UFS
FP0 e FP5	Umidade	IAL (2005) 012/IV	IFAL – Campus Piranhas
FP0 e FP5	Vitamina C	IAL (2005) 364/IV	ITPS
FP0 e FP5	Zinco (Zn)	IAL (2005) 394/IV-AA	ITPS

Fonte: Própria autora

5.5.2 Avaliação da perda de peso de FP0, FP5, FP10 e FP15 após forneamento

A perda de peso (%P) após o forneamento, foi calculada utilizando a Equação 3, descrita por Paz *et al.* (2015).

$$\%P = \frac{(M_{\text{massa}} - M_{\text{pão}})}{M_{\text{massa}}} \cdot 100 \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

M_{massa} = massa de massa (g)

$M_{\text{pão}}$ = massa de pão (g)

4.6 Análise sensorial

4.6.1 Teste de aceitação de consumidor utilizando a escala hedônica

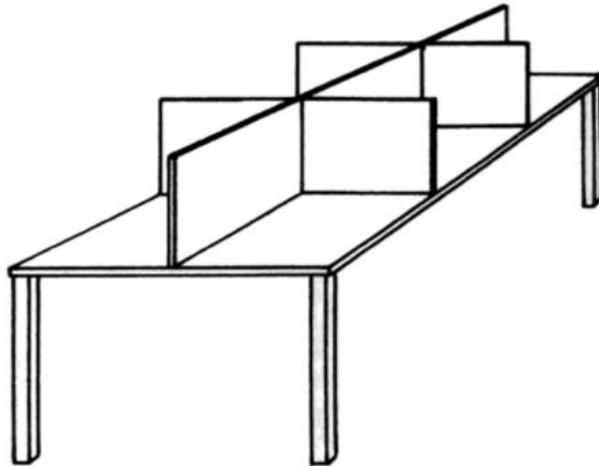
Deste primeiro teste sensorial participaram 106 (cento e seis) julgadores voluntários, não treinados, residentes na cidade de Piranhas-AL e pertencentes a comunidade acadêmica do IFAL – Instituto Federal de Alagoas – Campus Piranhas, incluindo estudantes do PROEJA – Educação para jovens e adultos, Professores e servidores em geral, com idade entre 25 a 60 anos de ambos os sexos. O IFAL está localizado na Av. Sergipe, nº 1477 – Xingó – Piranhas-AL, (9°37'19.2”S e 37°45'58.5”W). Foi escolhida uma escola como o local de recrutamento pela possibilidade de encontrar vários indivíduos potencialmente aptos a participarem do teste, por a sala destinada a execução do teste estar próximo a cozinha experimental e, principalmente, por não haver necessidade de grande deslocamento por parte dos julgadores até o local do teste. O *layout* utilizado na execução do teste está exemplificado na Figura 10. Os julgadores responderam a um questionário de avaliação sócio econômico e cultural de acordo com o modelo do Anexo A. Antes da realização do teste, todos os julgadores voluntários assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), (Ver Anexo D), em cumprimento a Resolução nº 196, de 10 de outubro de 1996 do Conselho Nacional de Saúde.

Foram produzidos 6 (seis) pães de forma de cada formulação (FP5, FP10 e FP15). Uma amostra de cada pão foi enviada para análise microbiológica e os demais foram utilizados para o teste sensorial. Durante o teste, os julgadores receberam uma bandeja contendo: três recipientes identificados com código de três dígitos. A ordem de apresentação das amostras foi balanceada e o delineamento seguiu o modelo apresentado em Kemp *et al.* (2009), adaptado para três amostras. Os julgadores foram orientados a iniciarem a prova das amostras começando da esquerda para a direita. Cada recipiente continha uma fatia contendo 30g dos pães FP5, FP10 e FP15, que foram servidos de uma única vez. Os julgadores receberam também um lápis grafite, uma borracha e o questionário de avaliação das amostras no qual responderam o quanto gostaram ou desgostaram da aparência geral, porosidade do miolo, cor do miolo, aroma, textura na boca e sabor de cada pão (MSADDAK *et al.*, 2017). Após a avaliação, os julgadores atribuíram

nota de 1 (desgostei extremamente) a 9(gostei extremamente) (KEMP *et al.*, 2009). Os julgadores também responderam com que frequência comeriam o pão analisado e a intenção de compra de cada pão. O modelo do questionário utilizado está no Anexo B.

Os julgadores receberam orientação para, entre uma amostra e outra, enxaguar o palato, para evitar efeitos de transição e adaptação aos estímulos sensoriais, para esse procedimento foi servida água filtrada, a temperatura ambiente (KEMP *et al.*, 2009). A decisão dos julgadores de não engolir as amostras foi considerado, nesse caso, foi disponibilizado um recipiente para o descarte das amostras (KEMP *et al.*, 2009).

Figura 10 – *Design* utilizado para os testes sensoriais



Fonte: MEILGAARD *et al.*,2006.

Os testes ocorreram em dois dias seguidos, no período da manhã, entre às 10:00 e 11:00 horas, à tarde, entre às 14:00 e às 15:00 horas e à noite, das 19:00 às 20:00 horas. Os pães foram produzidos no mesmo dia da aplicação do teste para que não perdessem os parâmetros de frescura. Após a apreciação pelos julgadores, o FP5 foi o mais aceito, assim, foi submetido às análises químicas e físico-químicas, juntamente com o FP0.

4.6.2 Índice de Aceitabilidade de FP5, FP10 e FP15

O índice de aceitabilidade de FP5, FP10 e FP15 foi calculado de acordo com Dutcosky (2013). Conforme o autor, o índice de aceitabilidade IA (%) do produto submetido à análise sensorial, pode ser calculado utilizando a equação 2.

$$IA (\%) = \frac{A}{B} .100 \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

A = nota média obtida para o produto;

B = nota máxima dada ao produto.

4.6.3 Teste de preferência e escala do ideal “Just-about-right”

Após a análise dos dados do teste de aceitabilidade utilizando a escala hedônica, foi aplicado outro teste sensorial, o de preferência, juntamente com a escala do ideal, “Just-about-right”. Deste segundo teste sensorial participaram 37(trinta e sete) julgadores voluntários, não treinados, residentes na cidade de Piranhas-AL e pertencentes a comunidade acadêmica do IFAL – Instituto Federal de Alagoas – Campus Piranhas, incluindo estudantes do PROEJA – Educação para jovens e adultos, Professores e servidores em geral, homens e mulheres com idade entre 18 a 50 anos. Para esse teste foram produzidos 3 (três) pães de forma de cada formulação (FP0 e FP5). Uma amostra de cada pão foi enviada para análise microbiológica e os demais foram utilizados para o teste sensorial. Durante o teste, os julgadores receberam uma bandeja contendo: três recipientes Os pães utilizados no teste foram produzidos pela manhã e o teste foi realizado no mesmo dia da produção, em apenas um dia, das 19:00 às 20:30 com o mesmo público do teste anterior. Esse teste foi aplicado cerca de 1(um) mês após a aplicação do primeiro teste sensorial Cada julgador recebeu uma bandeja contendo dois recipientes identificados com código de três dígitos. Cada recipiente continha uma fatia de 30g dos pães FP0 e FP5 servidos de uma única vez. A ordem de apresentação das amostras foi balanceada e o delineamento seguiu o modelo apresentado em Kemp *et al.* (2009), adaptado para duas amostras. Os julgadores foram orientados a iniciarem a prova das amostras começando da esquerda para a direita. O *layout* utilizado na execução do teste está exemplificado na Figura 10. Foi utilizada a escala do ideal para avaliar a intensidade do gosto salgado e do gosto doce dos pães FP0 e FP5. Os julgadores identificaram o pão que mais gostaram, circulando o código da amostra correspondente ao pão. A ficha de avaliação do teste está apresentada no Anexo C. Assim como no primeiro teste sensorial aplicado, os julgadores receberam orientação para, entre uma amostra e outra, enxaguar o palato, para evitar efeitos

de transição e adaptação aos estímulos sensoriais, para esse procedimento foi servida água filtrada, a temperatura ambiente. A decisão dos julgadores de não engolir as amostras de foi considerado, nesse caso, foi disponibilizado um recipiente para o descarte das amostras (KEMP *et al.*, 2009).

4.7 Atividade antioxidante - Método de captura do radical livre ABTS•⁺

A determinação de atividade antioxidante pelo o ensaio de (ABTS) - 2,2 AZINO BIS (3-ethylbenzo thiazoline 6 sulfonic acid) diammonium salt PM = 548,68 - foi realizada de acordo com o método descrito por de Rufino *et al.* (2007). Essa determinação foi realizada na palma forrageira *in natura*, em PF0, FP5, farinha de palma forrageira com tempo de produção igual a 0(zero) mês (FT0), farinha de palma forrageira com tempo de produção igual a 2(dois) meses (FT2) e farinha de palma forrageira com tempo de produção igual a 6(seis) meses (FT6).

4.7.1 Preparo dos extratos

Foram pesadas, em balança analítica de precisão, 3(três) alíquotas de 5(cinco)g de cada amostra e colocadas em erlenmeyers de vidro. Em cada erlenmeyer foram colocados 50mL de metanol P.A. Cada erlenmeyer foi colocado em agitador magnético por 20(vinte) minutos. Após esse tempo, o material de cada erlenmeyer foi filtrado em papel de filtro qualitativo armazenado em frascos escuros e sob refrigeração até o dia seguinte, quando foram realizadas as análises. Esse procedimento foi realizado em ambiente protegido da luz a todo o momento.

4.7.2 Procedimento para a determinação da absorvância

Foram utilizadas soluções estoque de ABTS a uma concentração de 7,0 mM e de persulfato de potássio a uma concentração de 140mM. A solução trabalho foi obtida a partir da mistura de 88 µL da solução de persulfato com 5,0mL de ABTS•⁺ a partir das duas soluções estoques. A solução trabalho foi armazenada por 16(dezesseis) horas em ambiente

escuro para reagir. Após as 16(dezesseis) horas, 1,0mL desta solução foi diluída com etanol até atingir uma absorvância de $0,70\text{nm} \pm 0,05 \text{ nm}$ a um comprimento de onda de 734nm em espectrofotômetro. Foram pipetados para tubos de ensaios, sendo um tubo para cada extrato obtido, 30 μL dos extratos e 3,0mL da solução ABTS \bullet^+ . Essa mistura foi homogeneizada manualmente e deixada para reagir durante 6,0 (seis) minutos. Após esse tempo, foi feita a leitura da absorvância em um comprimento de onda de 734nm usando o espectrofotômetro UV ((Modelo UV-2601 Rayleigh). A curva padrão de Trolox nas concentrações de 100 a 2000 $\mu\text{mol/L}$ foi empregada para obtenção dos resultados. Os resultados foram expressos em μmol de Trolox equivalente (TE) / g.

4.8 Determinação de Compostos Fenólicos totais

Os compostos fenólicos totais foram determinados de acordo com o procedimento convencional espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu adaptado por Swain e Hillis (1965) e modificado por Thaipong *et al.* (2006). Essa determinação foi realizada na palma forrageira *in natura*, em PF0, FP5, FT0, FT2 e FT6.

4.8.1 Preparo dos extratos

Foram pesadas, em balança analítica de precisão, 3(três) alíquotas de 5(cinco)g de cada amostra e colocadas em erlenmeyers de vidro. Em cada erlenmeyer foram colocados 50mL de metanol P.A. Cada erlenmeyer foi colocado em agitador magnético por 20(vinte) minutos. Após esse tempo, o material de cada erlenmeyer foi filtrado em papel de filtro qualitativo e armazenado em frascos escuros e sob refrigeração até o dia seguinte, quando foram realizadas as análises. Esse procedimento foi realizado em ambiente protegido da luz em todo o momento.

4.8.2 Procedimento para a determinação da absorvância

Em tubos de ensaios, sendo um tubo para cada extrato e sendo 3(três) extratos por amostra, foram misturados 150 μL dos extratos, 2400 μL de água destilada e 150 μL do

reagente de Folin-Ciocalteu a 0,25 N. Essa mistura foi homogeneizada utilizando um Vortex e deixada para reagir durante 3(três) minutos. Após esse tempo, 300 μ L de solução de carbonato de sódio (Na_2CO_3) a 1N foi adicionada em cada tubo e homogeneizada manualmente. Essa mistura foi deixada à temperatura ambiente e protegida da luz por um tempo de 2(duas) horas. Após esse tempo, absorvância a um comprimento de onda de 725nm foi medida utilizando um espectrofotômetro (Modelo UV-2601 Rayleigh) e os resultados foram expressos em ácido gálico equivalentes (GAE mg/ g de amostra). Foi construída uma curva padrão de ácido gálico (10-100 mg/L) para comparação dos resultados. Os resultados foram expressos em mg (EAG)/g de amostra.

4.9 Caracterização colorimétrica de FP0, FP5, FP10 e FP15.

A caracterização de cor de FP0, FP5, FP10 e FP15 foi realizada por meio de leitura direta utilizando espectrofotômetro. Foram retiradas três fatias do miolo dos pães, medindo 25mm de espessura. O espectrofotômetro apresentou a medição das coordenadas colorimétricas da *Comission Internationale de l'éclairage* (CIE): L^* , a^* , b^* , C e H. A coordenada (L^*) varia entre 0(zero) para o preto e 100(cem) para o branco; as coordenadas (a^*) e (b^*) variam de -100(menos cem) a +100(mais cem), sendo os valores de +a para o vermelho e -a para o verde. A coordenada b^* pode assumir valores +b, para a cor amarela e -b, para a cor azul. O C é o croma, quanto maior o valor, mais intensa é a cor. O H é o ângulo de tonalidade e define as cores como: rosada, amarela e esverdeada, e é medido em graus (CEBADERA, *et al.*, 2019).

4.10 Propriedades texturais de FP0 e FP5

As propriedades texturais de FP0 e FP5 foram avaliadas por Análise de Perfil de Textura (TPA) (WANG *et al.*, 2002) . A TPA foi realizada com texturômetro Brookfield Enginner Braseq (TexturePro CT VI.2 Build 9), utilizando sonda cilíndrica de acrílico (TA3/100). FP0 e FP5 foram fatiados com uma faca do tipo de serra. Três fatias de cada pão foram cortadas com espessura de 25 mm e depositadas horizontalmente no centro da plataforma do texturômetro. Os parâmetros operacionais do texturômetro foram: célula de

carga = 25 kg, velocidade de pré-teste = 2,0 m/s, velocidade de teste = 2,0 m/s, velocidade de retorno = 2,0 m/s, força = 0,1N, número de ciclos = 2, taxa de dados = 10 pontos/seg.

4.11 Análises microbiológicas

Após o preparo de FP0, FP5, FP10 e FP15 para a submissão da avaliação sensorial, amostras dos mesmos foram retiradas e enviadas para o Instituto Tecnológico de Pesquisa do estado de Sergipe (ITPS) para a realização das análises microbiológicas. Amostras de FP0, FP5, FP10 e FP15 submetidas à análises de Coliformes a 45 °C, *Staphylococcus Aureus* coagulase positiva e *Salmonellas*. Estas análises foram realizadas também em amostras da farinha de palma forrageira. Todas as análises foram realizadas uma única vez no tempo zero.

4.12 Avaliação visual da atividade antimicrobiana em FP0, FP5, FP10 e FP15.

Três fatias de FP0, FP5, FP10 e FP15 foram armazenadas, em placas de Petri esterilizadas, sendo uma fatia depositada em cada placa de Petri. Para obtenção das fatias, foi utilizada uma faca do tipo serra, de aço inoxidável e cabo de polietileno. A faca era higienizada com álcool a 70% sempre ao término do preparo de cada conjunto de três placas de Petri. O procedimento de preparo das amostras foi feito em bancada higienizada com álcool e próximo a um bico de Bunsen aceso. As placas de Petri, contendo as amostras, foram depositadas em uma bandeja de polietileno e armazenadas em temperatura ambiente. Diariamente, de forma visual, foi observado se houve o desenvolvimento de fungos nas amostras. Esse registro foi feito em forma de fotografias e apresentadas nas Figuras 13a, 13b e 13c.

4.13 Análises estatísticas dos dados

Para verificar a normalidade dos dados obtidos no teste sensorial e nas análises físico-químicas realizadas nessa pesquisa, foi utilizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Para estatística descritiva dos dados foi utilizado as ferramentas de análise de dados

da Microsoft[®] Excel. Para a inferência estatística dos dados não paramétricos foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis e para os dados paramétricos, o teste de Tukey. Para o teste de o teste de Kruskal-Wallis e Tukey foi utilizando o software livre PAST versão 3.14.

4.14 Submissão da pesquisa ao Comitê de ética

Uma vez que a pesquisa envolveu a participação de seres humanos, a proposta foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa – CEP da Fundação Universidade Federal de Sergipe – UFS, cadastrado com o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) número: 00182818.5.0000.5546.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Composição físico-química da palma forrageira *in natura*

A Tabela 5 apresenta a caracterização físico-química dos principais constituintes da palma forrageira utilizada neste estudo. Com exceção do teor de carboidratos, os resultados das análises estão expressos em termos de média \pm desvio padrão.

De forma geral, a composição química das cactáceas varia entre as espécies e ainda dentro de uma mesma espécie (GRANADOS, 1991). Com relação a palma forrageira, o conteúdo nutricional e a fração dos mesmos varia de acordo com a idade dos cladódios (TORRES *et al.*, 2015). Além dos fatores citados acima, fatores extrínsecos como: o clima, o solo e a quantidade e tipo de fertilizante utilizado, alteram a composição química de vegetais em geral (EKHOLM *et al.*, 2007).

Tabela 5 – Caracterização físico-química da palma *in natura*

Componente nutricional	Palma forrageira <i>in natura</i>
Carboidrato (g/100g)	4,55
Lipídios g/100g)	0,36 \pm 0,07
Proteína Bruta (g/100g) (6,25)	0,51 \pm 0,02
Resíduo Mineral Fixo (g/100g)	1,13 \pm 0,14
Umidade (g/100g)	90,19 \pm 0,72

Fonte: Própria autora

A palma forrageira, utilizada nesse estudo, apresentou composição centesimal (Tabela 5) próxima dos valores encontrados por Loyaza e Chávez (2007) apresentados na Tabela 1. Para os valores de umidade, observa-se uma diferença, que pode ser atribuída a distinta frequência de irrigação ou incidência de chuvas nas plantações. Esse valor de umidade influencia no valor de carboidratos, uma vez que, neste estudo, o valor de carboidrato foi feito por diferença.

5.2 Composição físico-química da farinha da palma forrageira

A Tabela 6 apresenta a caracterização físico-química dos principais constituintes da farinha da palma forrageira. Com exceção do teor de carboidratos, os resultados das análises estão expressos em termos de média \pm desvio padrão.

De acordo com Hernández *et al.* (2010), os produtos desidratados, como é o caso da farinha da palma forrageira, apresentam vantagens com relação ao vegetal *in natura*, pois permitem a facilidade no transporte e podem ser estocados por períodos de tempo mais longos sem perder a qualidade nutricional.

Observa-se, na composição físico-química da farinha da palma, baixo teor de lipídios, 1,41g/100g e baixo teor de proteína bruta, 4,68g/100g. Valores próximos destes foram encontrados por Sáenz *et al.* (2010), 1,85g/100g e 3,87g/100g para lipídios e proteína bruta respectivamente. Os valores dos demais constituintes, tais como: umidade carboidratos, apresentam diferenças, entretanto, variações de valores são esperadas, uma vez que, a composição química de vegetais, varia em função de fatores intrínsecos e extrínsecos a cultura plantada (EKHOLM *et al.*, 2007).

Sáenz *et al.* (2010), publicou os valores de fibra bruta (6,76g/100g), fibra dietética insolúvel (28,45g/100g) e fibra dietética solúvel (14,54g/100g) encontrados na farinha da palma forrageira e, de acordo com a FAO, há evidências convincentes de que a ingestão de fibra alimentar, reduz o risco de desenvolvimento de obesidade e provavelmente de diabetes, doenças cardiovasculares e alguns tipos de câncer, tais como: cavidade oral, esofágico, gástrico e colorretal (GIUNTINI e MENEZES, 2011).

O valor de atividade de água da farinha da palma forrageira apresentado na Tabela 6 foi compatível com os valores encontrados nos trabalhos de Castillo *et al.*(2013) e Sáenz *et al.*, (2010).

Tabela 6 – Composição físico-química da farinha da palma forrageira

Componente nutricional	Farinha de Palma forrageira
Atividade de água	0,53 ± 0,04
Carboidrato (g/100g)	75,72
Lipídios g/100g)	1,41 ± 0,03
Proteína Bruta (g/100g) (6,25)	4,68 ± 0,02
Resíduo Mineral Fixo (g/100g)	15,43 ± 0,1
Umidade (g/100g)	2,76 ± 0,32

Fonte: Própria autora

5.3 Rendimento da farinha de Palma forrageira

A farinha de palma apresentou um rendimento de 13,4%. Valor próximo foi encontrado por Costa *et al.* (2012) de 14%. Esse rendimento é baixo devido ao baixo teor de matéria seca da palma forrageira quando comparado com o teor de matéria seca de 26,8 a 39,4%, correspondente a batata doce fortificada publicado por Tomlins *et al.* (2012). Entretanto, quando comparado com o teor de matéria seca da alface de 5,9% informado por Reinink (1993), o teor de matéria seca da palma é quase o dobro.

5.4 Análise microbiológica da farinha da palma forrageira

Uma amostra da farinha no tempo zero foi analisada uma única vez. O resultado das análises de Coliformes a 45 °C, Staphylococcus Aureus coagulase positiva e Salmonellas foram disponibilizados pelo Instituto Tecnológico e de Pesquisa de Sergipe – ITPS em forma de relatório. Todas as amostras atenderam aos limites estabelecidos pela Instrução Normativa nº 12 de 04/09/2003, do Ministério da Agricultura e a Resolução – RDC nº 12 de 2001 da ANVISA.

5.5 Avaliação sensorial

5.5.1 Resultado do teste de aceitação

Participaram do teste sensorial 106(cento e seis) julgadores não treinados sendo 52% homens e 48% mulheres. Do total, 96,23% declararam-se não fumantes. Mais da metade dos julgadores, 74,53%, consome pão branco pelo menos duas vezes ao dia, entretanto, 50,94% informou que não consome pão de forma. Os julgadores avaliaram PF5, PF10 e PF15 com relação as características de aparência geral, porosidade do miolo, cor do miolo, aroma, textura na boca e sabor. O pão que obteve maiores escores na avaliação dos 106(cento e seis) julgadores foi o FP5. Em todos os parâmetros avaliados, utilizando a escala hedônica de nove pontos, FP5 se diferenciou estatisticamente ($p < 0,05$) de FP10 e FP15 pelo teste de Kruskal-Wallis . O mesmo não ocorreu entre FP10 e FP15, em que, não houve diferença significativa entre esses pães, quanto aos parâmetros de aparência geral, porosidade, aroma e textura foram avaliados pelos julgadores. Entretanto, com relação aos parâmetros de cor do miolo e sabor, FP10 e FP15 apresentaram diferença estatística significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Kruskal-Wallis. Alguns julgadores afirmaram que FP15 apresentava um sabor forte e desagradável enquanto que FP5 apresentava um sabor muito bom em comparação com os pães frequentemente consumidos pelos mesmos. Uma justificativa para apreço por FP5, por parte de alguns julgadores, pode ser o fato de já conhecerem a utilização da palma forrageira como alimento humano ou já haverem consumido a mesma em alguma receita caseira em algum momento. Msaddak *et al* (2017), ao avaliar sensorialmente pães com concentração de farinha de palma de 2,5%, 5%; 7% e 10%, informou que ao substituir a farinha de trigo por farinha de palma a um nível de 5% na formulação de pães, as propriedades sensoriais não se alteram. O mesmo ocorreu com Ayadi *et al*. (2009), quando avaliou sensorialmente bolos com frações de 5, 10, 15 e 20% de farinha de palma em substituição a farinha de trigo, naquele estudo, o bolo com 5% de farinha de palma também foi o mais aceito no teste sensorial. A presença de mucilagem na palma e, conseqüentemente, na farinha produzida para a elaboração dos pães de forma, fez alguns julgadores perceberem um aspecto “pegajoso” em FP10 e FP15. Segundo Sáenz *et al.*, (2010), a viscosidade produzida pela farinha da palma é uma propriedade importante a

ser considerada durante a formulação e preparo de alimentos a partir dela, especialmente para alimentos líquidos.

Gráfico 1 – Resultado do escore médio de FP5, FP10 e FP15 com base nas notas da escala hedônica.

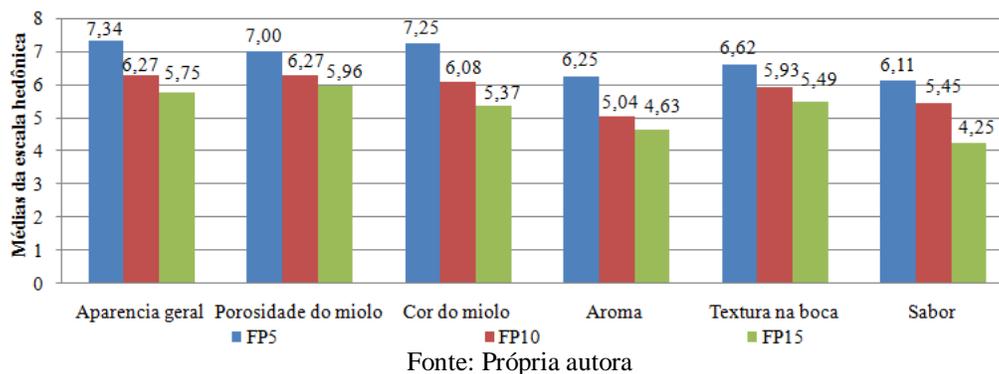


Tabela 7 – Médias e desvio padrão do resultado da análise sensorial com escala hedônica de nove pontos

ATRIBUTOS AVALIADOS	MÉDIA ± DESVIO PADRÃO		
	FP5	FP10	FP15
Aparência geral	7,33 ^b ± 1,65	6,32 ^a ± 1,88	5,76 ^a ± 2,07
Porosidade do miolo	7 ^b ± 1,66	6,28 ^a ± 1,85	5,96 ^a ± 1,67
Cor do miolo	7,24 ^b ± 1,76	6,08 ^c ± 2,03	5,36 ^a ± 2,26
Aroma	6,2 ^b ± 2,14	4,98 ^a ± 2,32	4,63 ^a ± 2,47
Textura na boca	6,62 ^b ± 2,02	5,93 ^a ± 2,41	5,46 ^a ± 2,5
Sabor	6,13 ^b ± 2,54	5,42 ^c ± 2,56	4,35 ^a ± 2,72

Notas: FP5 – Pão de forma com 5% de farinha de Palma forrageira e 95% de farinha de trigo; FP10 – Pão de forma com 10% de farinha de Palma forrageira e 90% de farinha de trigo; FP15 – Pão de forma com 15% de farinha de Palma forrageira e 85% de farinha de trigo

Letras iguais na mesma linha significam que as médias não diferem entre si pelo teste Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Fonte: Própria autora

5.5.2 Índice de Aceitabilidade de FP5, FP10 e FP15

De acordo com Dutcosky (2013), para um produto ser considerado com boa aceitação, deve ter um índice de aceitabilidade maior ou igual a 70%. O Quadro 4 apresenta o índice de aceitabilidade para FP5, F10 e FP15.

Quadro 4 – Índice de Aceitabilidade (IA) de FP5, FP10 e FP15.

IA (%)	FP5	FP10	FP15
	75,0	64,8	58,4

Notas: FP5 – Pão de forma com 5% de farinha de Palma forrageira e 95% de farinha de trigo; FP10 – Pão de forma com 10% de farinha de Palma forrageira e 90% de farinha de trigo; FP15 – Pão de forma com 15% de farinha de Palma forrageira e 85% de farinha de trigo

Fonte: Própria autora

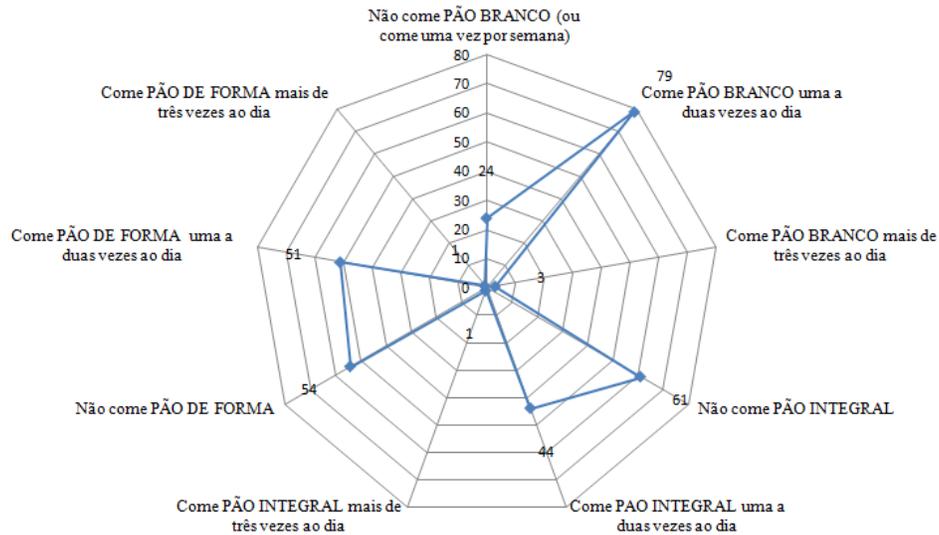
A medida que aumenta o teor de substituição de farinha de trigo por farinha de palma, o índice de aceitabilidade do pão diminui. Alguns julgadores chegaram a declarar, nas observações do teste sensorial, a presença de um sabor amargo residual em FP10 e FP15, o que pode ser atribuído aos compostos fenólicos presentes.

5.5.3 Resultado da avaliação de intenção de compra

Enquanto a fração de farinha de palma aumenta na formulação dos pães, diminui o índice de aceitabilidade e, conseqüentemente, a intenção de compra dos julgadores diminui, o que pode ser observado no Gráfico 3, entretanto, no Apêndice B, que apresenta a intenção de compra dos julgadores por faixa etária, observa-se que, mulheres na faixa etária de 20 a 30 anos e homens na faixa etária de 30 a 40 anos, responderam de forma positiva com relação a intenção de compra para as três formulações de pães. Uma justificativa para esse comportamento dos julgadores, nessa faixa etária, pode ser o fato de esses julgadores terem o hábito de consumir alimentos mais naturais, inclusive de pão integral, pois, dos 17(dezessete) julgadores avaliados, nessa faixa etária, 11(onze), ou seja, 75%, afirmaram, no questionário sócio cultural, que consumiam pão integral uma a duas vezes ao dia.

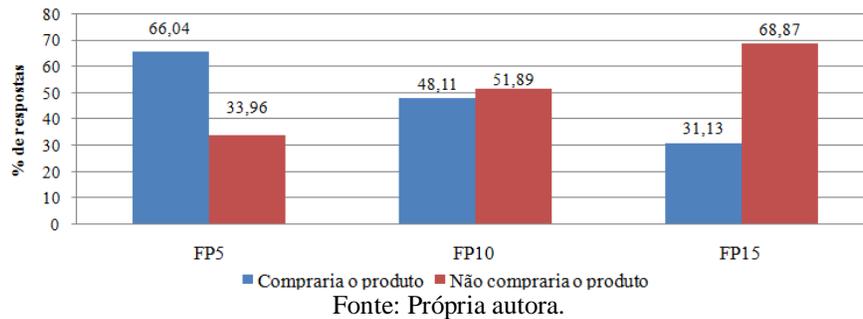
O perfil dos julgadores com relação ao consumo de pão está apresentado no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Perfil dos julgadores com relação ao consumo de pão branco, pão integral e pão de forma.



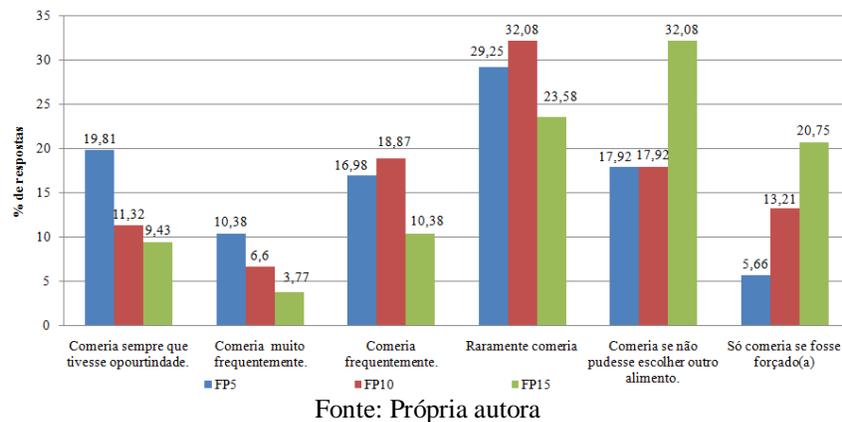
Os valores representam o número de respostas considerando os 106(cento e seis) julgadores.
Fonte: Própria autora.

Gráfico 3 – Resultado da avaliação de intenção de compra de FP0, FP5 e FP15



Fonte: Própria autora.

Gráfico 4 – Avaliação dos julgadores com relação a frequência de consumo de FP5, FP10 e FP15.



Fonte: Própria autora

5.5.4 Resultado de preferência e escala do ideal “Just-about-right”

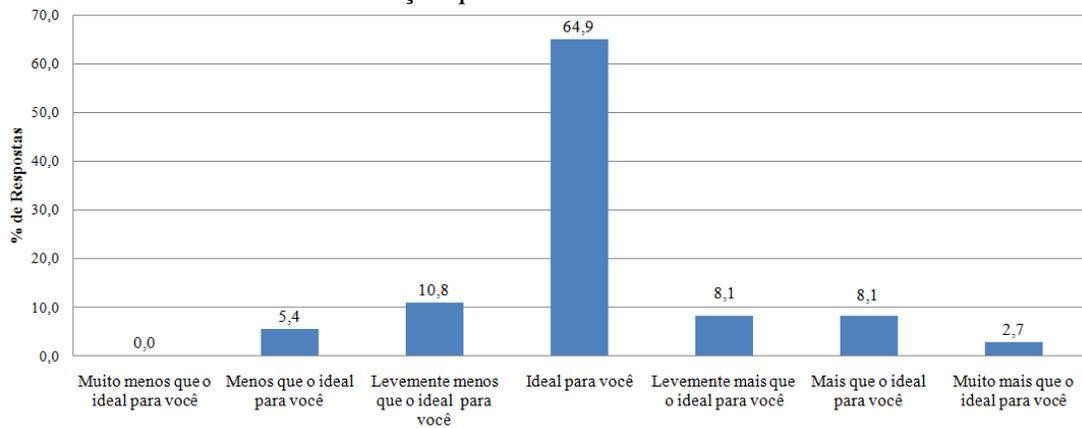
Do teste de preferência e aplicação da escala do ideal participaram 37(trinta e sete) julgadores não treinados, com idade entre 18 e 50 anos. Dentre os julgadores, 68% eram mulheres e 32% homens. Os julgadores avaliaram FP0 e FP5 com relação ao sabor salgado e doce.

Com relação ao sabor salgado, 27% dos julgadores perceberam um teor de sal levemente acima do ideal em FP5, enquanto que, 8% responderam que o teor de sal de FP0 estava levemente acima do ideal. Tendo FP0 e FP5 as formulações iguais, com exceção da farinha da palma em FP5, o que pode justificar essa diferença na percepção do sal, é a quantidade de sais minerais presentes na farinha de palma forrageira, 15,43g/100g (Tabela 6), tomando como referência o teor de cinzas. Para FP0 o teor de cinzas foi de 1,86g/100g e para PF5 foi de 2,51g/100g (Tabela 8).

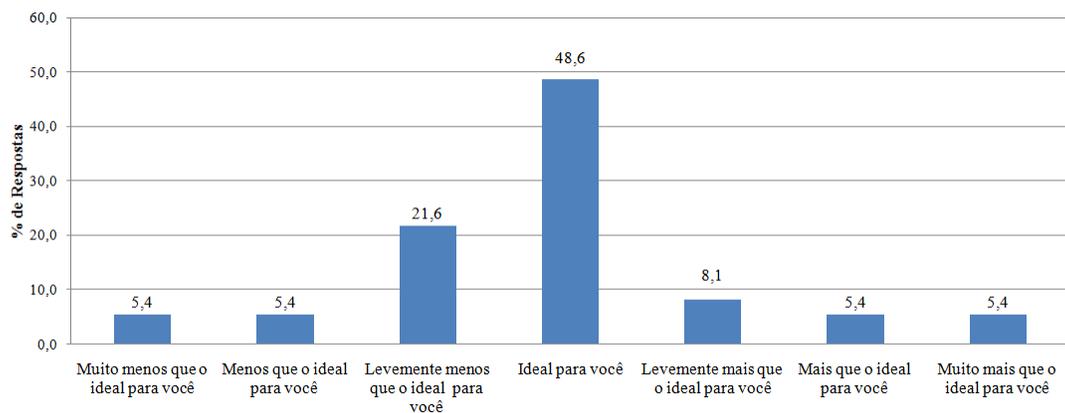
De acordo com Yahia e Mondragon (2011), a palma forrageira é uma planta rica em potássio(K), cálcio(Ca) e fósforo(P) e tem baixo teor de sódio(Na), essa informação é compatível com as análises de potássio, cálcio e sódio realizadas em FP0 e FP5 (Tabela 9). Para esses componentes, a maior quantidade encontrada foi em FP5 o que justifica uma percepção de sabor salgado maior para FP5.

Com relação ao sabor doce, 21,6% perceberam FP0 levemente menos doce que o ideal contra 16,2% com relação a FP5. Essa percepção pode ser justificada também ao teor de sais minerais da palma, que pode ter intensificado a percepção do sabor doce de FP5.

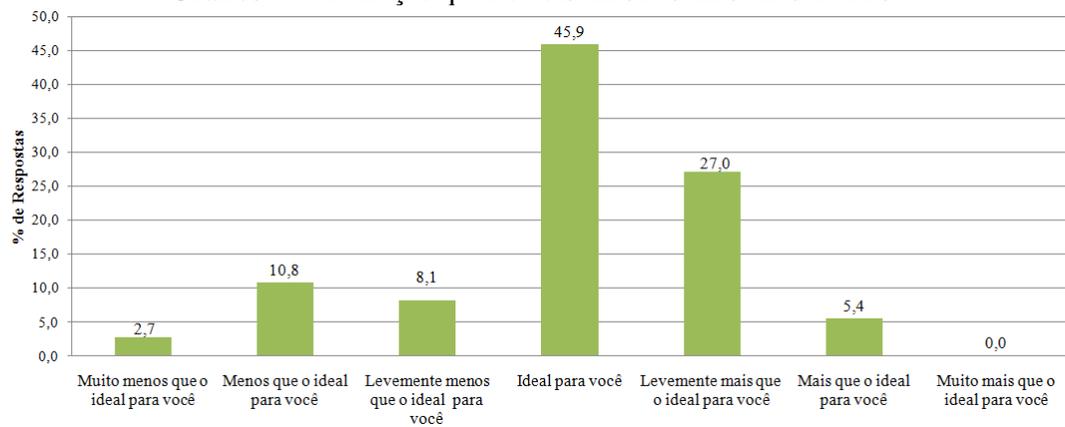
Com relação a preferência, 54% dos julgadores preferiram FP0 contra 43% que declaram preferência a FP5 e 3% dos julgadores, não gostaram de FP0 nem de FP5. Nas observações do questionário de avaliação, os julgadores correspondentes aos 3%, informaram também, que não consomem pão no seu cotidiano, esses valores estão apresentados no Gráfico 9.

Gráfico 5 – Avaliação quanto ao SABOR SALGADO de FP0

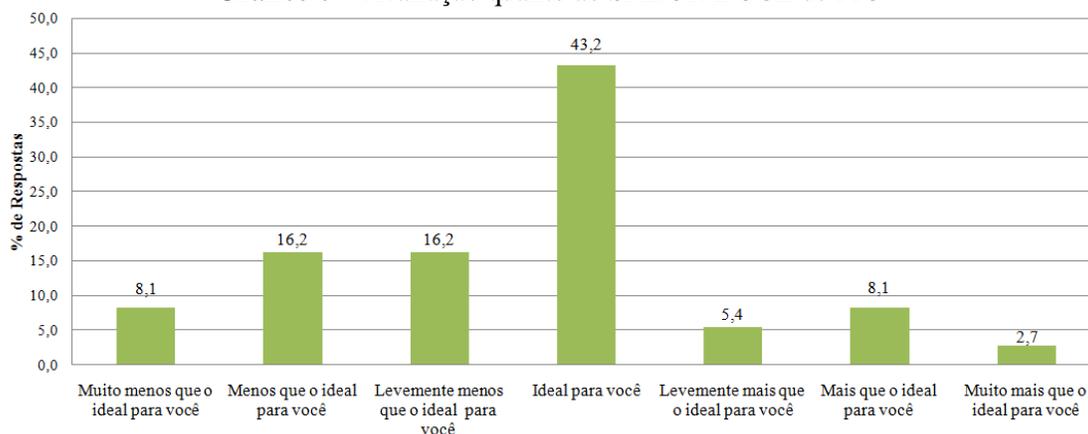
Fonte: Própria autora.

Gráfico 6 – Avaliação quanto ao SABOR DOCE de FP0

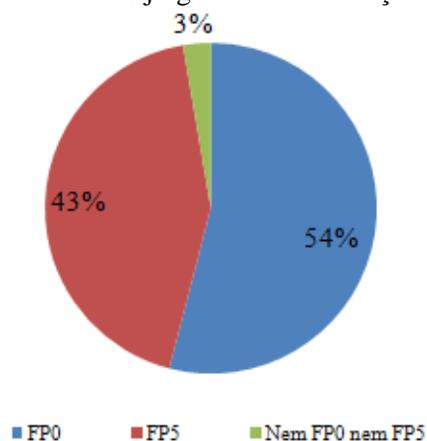
Fonte: Própria autora.

Gráfico 7 – Avaliação quanto ao SABOR SALGADO de FP5

Fonte: Própria autora.

Gráfico 8 – Avaliação quanto ao SABOR DOCE de FP5

Fonte: Própria autora.

Gráfico 9 – Preferência dos julgadores na avaliação entre FP0 e FP5

Fonte: Própria autora.

5.6 Composição físico-química de FP0 e FP5

A Tabela 8 apresenta a caracterização físico-química dos principais constituintes da farinha da palma forrageira. Com exceção do teor de carboidratos, os resultados das análises estão expressos em termos de média \pm desvio padrão.

Tabela 8 – Caracterização físico-química de FP0 e FP5.

Componente nutricional	FP0	FP5
Atividade de água	0,956 ^f ± 0,02	0,966 ^f ± 0,009
Carboidrato (g/100g)	55,59	58,18
Fibra Bruta (g/100g)	0,40	0,45
Lipídios g/100g)	3,84 ^a ± 0,03	3,29 ^a ± 0,01
Proteína Bruta (g/100g) (6,25)	8,24 ^b ± 0,04	7,73 ^b ± 0,18
Resíduo Mineral Fixo (g/100g)	1,86 ^c ± 0,25	2,51 ^d ± 0,02
Umidade (g/100g)	30,47 ^e ± 0,75	28,29 ^e ± 0,72

FP0 – Pão de forma com 0% de farinha de Palma forrageira e 100% de farinha de trigo; FP5 – Pão de forma com 5% de farinha de Palma forrageira e 95% de farinha de trigo.

Letras iguais na mesma linha significam que as médias não diferem entre si pelo teste de Tukey. (p<0,05).

Fonte: Própria autora

Não houve, estatisticamente, diferença significativa pelo teste de Tukey (p<0,05), entre os valores de atividade de água entre FP0 e FP5, ou seja, a substituição de farinha de trigo por farinha de palma em 5% não afetou o valor do parâmetro importante com relação a multiplicação microbiana FRANCO e LANDGRAF (2008).

A presença de micronutrientes na palma forrageira fez aumentar o teor desses componentes em FP5. Msaddak *et al.* (2015) informou no seu trabalho que a substituição de farinha de palma forrageira por farinha de trigo melhora o conteúdo de fibra alimentar, cinzas, potássio, magnésio e cálcio em biscoitos enriquecidos. A Tabela 9 apresenta os valores de alguns micronutrientes presentes em FP0 e FP5.

Tabela 9 – Composição de micronutrientes de FP0 e FP5

Componente nutricional	FP0	FP5	Limite de quantificação do método
Cálcio (Ca) mg/100g	70,10	201,00	0,068
Magnésio (Mg) mg/100g	33,40	71,30	0,26
Potássio (K) mg/100g	121,00	218,00	0,010
Sódio (Na) mg/100g	393,00	457,00	0,044
Vitamina C mg/100g	7,50	10,60	-
Zinco (Zn) mg/100g	1,04	2,15	0,010

FP0 – Pão de forma com 0% de farinha de Palma forrageira e 100% de farinha de trigo; FP5 – Pão de forma com 5% de farinha de Palma forrageira e 95% de farinha de trigo.

Fonte: Própria autora

Dentre os micronutrientes analisados, o componente que se destaca cálcio. Em FP5 o teor de cálcio é 201mg/100g. Esse valor é 186,7% maior que o valor encontrado em FP0(70,1mg/100g). De acordo com a Food and Agriculture Organization e a Organização Mundial da Saúde (FAO/OMS), a ingestão diária de cálcio para a população adulta é de 1000mg (FRANÇA e MARTINI, 2014). O Teor encontrado em FP5 corresponde a 20% da recomendação de ingestão diária. Segundo a TACO (Unicamp, 2011), os valores de cálcio para o pão de forma é de 156 mg/100g e para o pão de forma com farinha de trigo integral é de 132mg/100g. Em comparação os valores da TACO (Unicamp, 2011) a farinha da palma aumentou em 28,8% o teor de cálcio do pão de forma com farinha de trigo branca e em 52,3% com a farinha de trigo integral.

Ao compararmos os teores de vitamina C de FP0(7,50mg/100g) e FP5(10,60mg/100g), houve um aumento de 41,3% em PF5. De acordo com a FAO/OMS, a necessidade diária de vitamina C é estimada entre 25mg e 30mg considerando a ingestão alimentar de 1.000kcal (VANNUCCHI e ROCHA, 2012). O teor de vitamina C encontrado em PF5 corresponde a 42% do valor diário recomendado. A TACO (Unicamp, 2011) informa que em pães de forma produzidos com farinha de trigo branca e integral, foram encontrados traços de vitamina C.

Com relação magnésio (Mg), potássio (K), Sódio (Na) e Zinco (Zn), a taxa de aumento dos teores desses micronutrientes de FP5 em relação a FP0 foi de 113,5%; 80,2%; 16,3%, 106,7% respectivamente. A TACO (Unicamp, 2011) informa que nos pães de forma produzidos com farinha de trigo branca, os teores desses micronutrientes são 24mg/100 para o Mg, 65mg/100g para o K, 22mg/100g para o Na e 1,3mg/100g para o Zn. Comparando os teores de Mg, K e Zn de FP5 com os valores da TACO (Unicamp, 2011) para pão de forma com farinha branca encontra-se um aumento de 197%; 235%; 65,4% respectivamente. Tomando como referência a TACO(Unicamp, 2011) o teor de sódio no pão de forma de farinha branca está muito abaixo (22mg/100g) do teor de sódio de FP5(457mg/100g), entretanto, quando se toma como referência, a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos da Universidade de São Paulo (TBCAUSP) o teor de sódio no pão de forma é de 491mg/100g, esse valor, é compatível com o valor de sódio encontrado em FP5 que foi de 457,00 mg/100g.

Com relação ao magnésio, segundo Vannucchi e Monteiro (2010), a necessidade diária desse elemento químico para um adulto é 320 mg/dia. Para o potássio, a recomendação diária para um adulto é de 4,7g/dia (CUPPARI e BAZANELLI, 2010). Para o zinco, a recomendação de ingestão diária para adultos é de 9,4µg/dia para homens e de 6,8 µg/dia (COMINETTI e COZZOLINO, 2009). Ainda de acordo com as autoras, essa recomendação é levando em consideração a quantidade mínima de zinco suficiente para repor as perdas endógenas do organismo humano. Com base nas informações acima o consumo de 100g de FP5 seria responsável por 22,3% do valor recomendado de magnésio, 4,6% do valor diário recomendado para potássio e, com relação a recomendação diária de zinco para adultos do sexo masculino, 100g de FP5 fornece 228,7 vezes o valor recomendado e, para adultos do sexo feminino, 100g de FP5 fornece 316 vezes o valor recomendado. Cominetti e Cozzolino (2009) informam que dentre as funções aceitas do zinco no organismo está a sua participação no sistema imunológico.

De acordo com Hernández *et al.* (2010), a palma pode ser considerada uma rica fonte de fibra solúvel nas idades mais jovens e fibra insolúvel nas idades mais avançadas da planta. Sáenz *et al.* (2010), publicou os valores de fibra bruta (6,76g/100g), fibra dietética insolúvel (28, 45g/100g) e fibra dietética solúvel (14,54g/100g) na farinha de palma forrageira. A análise de fibra bruta de FP0 e FP5 revelou um aumento de 12,5% com relação a FP5.

Como as fibras alimentares, têm a capacidade de absorver água, isso refletiu no teor de umidade de FP5, apesar de estatisticamente não haver diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), o teor de umidade de FP5, foi um pouco menor que o teor de umidade de FP0. De acordo com McCleary *et al.* (2000) é importante considerar a associação das fibras com água quando se deseja utilizá-la como um ingrediente em uma formulação comercial, uma vez que, podem ocorrer modificações no produto finalizado.

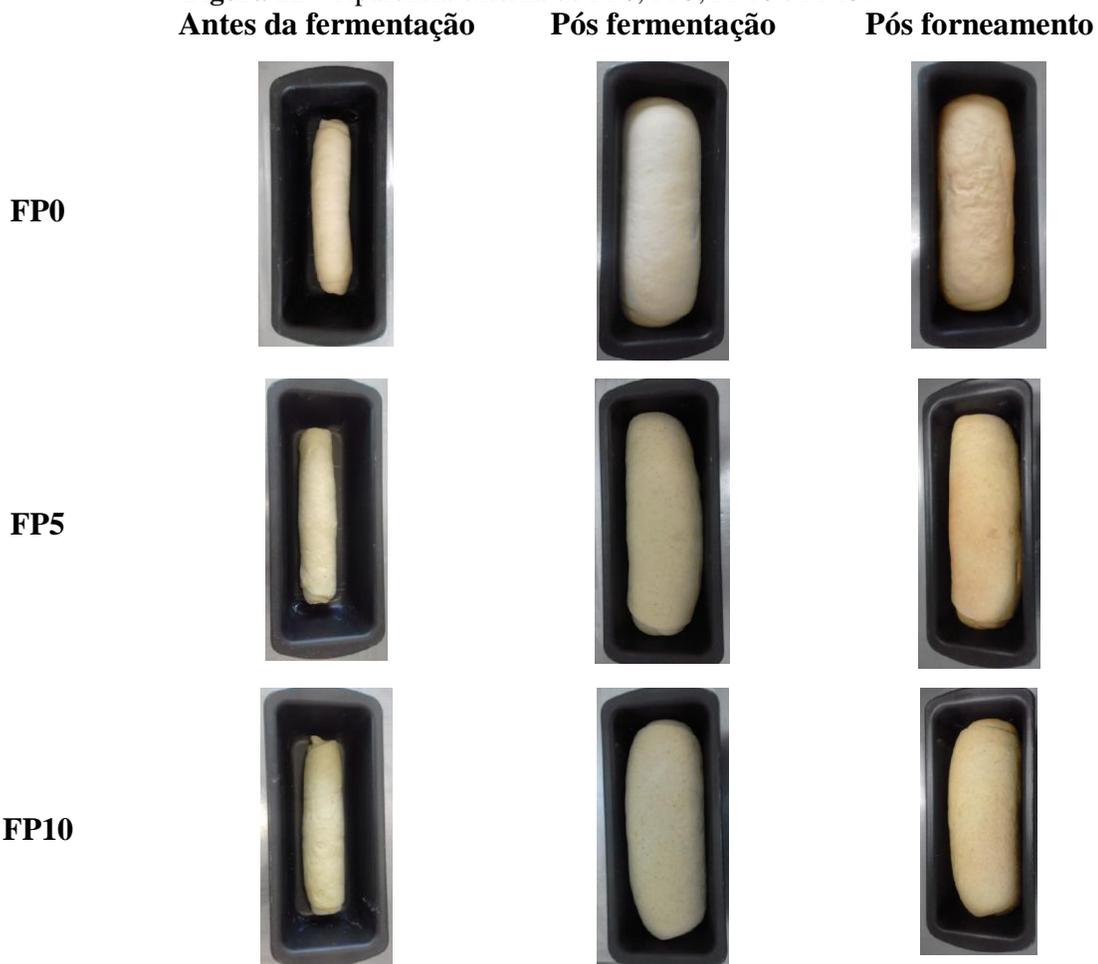
Os teores de carboidratos apresentados na Tabela 8 foram determinados por diferença. Segundo Loyaza e Chávez (2007), os carboidratos que estão presentes na palma forrageira são mono, di e polissacarídeos. Como FP5 tem um teor de lipídios e proteínas menor que FP0 e a determinação de carboidratos foi feita por diferença, isso resultou em um aumento de 4,7% do teor de FP5(58,18g/100g) com relação a FP0(55,59g/100g). A TACO (Unicamp, 2011) informa o teor de carboidratos de 44,1g/100g para pão de forma

com farinha de trigo branca e de 49,9 g/100g para pão de forma com farinha de trigo integral.

5.7 Avaliação física dos pães

Na Figura 11 pode-se observar a forma externa de FP0, FP5, FP10 e FP15, antes da fermentação, após a fermentação e pós forneamento. Não se observa, visualmente, muita alteração na coloração da casca dos pães a não ser a coloração característica da reação de Maillard que ocorre naturalmente em produtos de panificação.

Figura 11 – Aparência externa de FP0, FP5, FP10 e FP15.



(continua)

(conclusão)

Figura 11 – Aparência externa de FP0, FP5, FP10 e FP15.

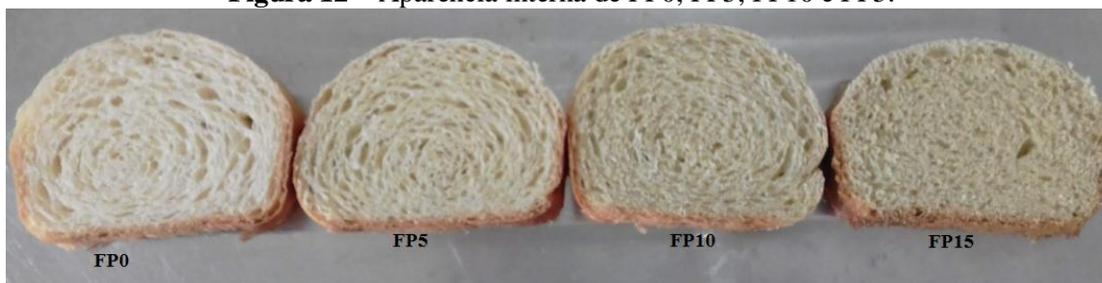


Notas: FP0 – Pão de forma com 0% de farinha de Palma forrageira e 100% de farinha de trigo; FP5 – Pão de forma com 5% de farinha de Palma forrageira e 95% de farinha de trigo; FP10 – Pão de forma com 10% de farinha de Palma forrageira e 90% de farinha de trigo; FP15 – Pão de forma com 15% de farinha de Palma forrageira e 85% de farinha de trigo.

Fonte: Própria autora – Laboratório de Processamento de Alimentos do IFAL – Campus Piranhas.

A aparência interna dos pães é observada na Figura 12. Nesta figura, observa-se os alvéolos de FP0, FP5, FP10 e FP15, a análise visual não acusa diferença entre os alvéolos de FP0 e FP5, entretanto, quando se compara os alvéolos de FP0 com os FP10 e FP15, nota-se diferença. Em FP10 e FP15 os alvéolos são mais fechados e, essa característica não agradou aos julgadores no teste sensoria aplicado, culminando em escore baixo com relação a textura na boca: 5,93 para FP10 e 5,46 para FP15 (Tabela 11).

Figura 12 – Aparência interna de FP0, FP5, FP10 e FP5.



Notas: FP0 – Pão de forma com 0% de farinha de Palma forrageira e 100% de farinha de trigo; FP5 – Pão de forma com 5% de farinha de Palma forrageira e 95% de farinha de trigo; FP10 – Pão de forma com 10% de farinha de Palma forrageira e 90% de farinha de trigo; FP15 – Pão de forma com 15% de farinha de Palma forrageira e 85% de farinha de trigo.

Fonte: Própria autora – Laboratório de Processamento de Alimentos do IFAL – Campus Piranhas.

5.7.1 Cor instrumental de FP0, FP5, FP10 e FP15

Na Tabela 10 estão apresentadas as coordenadas colorimétrica de FP0, FP5, FP10 e FP15, utilizando o espectrofotômetro. Observa-se que a medida que a fração de farinha de palma forrageira aumenta, diminui o valor da luminosidade, L^* , ou seja, o pão escurece. Entretanto, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), não houve diferença significativa entre FP0 e FP5 e nem entre FP10 e FP15, isso significa que não se observa mudança na luminosidade entre FP0 e FP5. Ayadi *et al.* (2009) atribui a diminuição dos valores de L^* em FP10 e FP15 a reação de Maillard e caramelização. Com relação as coordenadas a^* e b^* , não houve diferença estatística pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) entre FP0, FP5, FP10 e FP15. A coordenada a^* , para todos os pães, apresentou um valor médio positivo, apesar de FP10 e FP15 apresentar uma coloração visivelmente mais escura, todos os pães, de acordo com a leitura do espectrofotômetro, tenderam para o vermelho. Valores distintos foram encontrados por Ayadi *et al.* (2009) nos bolos produzidos com farinha de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*). Em substituição a farinha de trigo em 5, 10, 15 e 20% o autor observou valores de a^* de -5,21 para o bolo com 5% de farinha de palma, -6,76 para o de 10%, -8,43 para o de 15%, -8,24 para o de 20% e, para o bolo controle, o autor observou -3,98 para a coordenada cromática. Essa diferença pode ser justificada por ser produtos distintos, diferenças na coloração e granulometria da farinha de trigo utilizada e idade da palma. A coordenada cromática b^* também apresentou uma média positiva, ou seja, uma tendência para o amarelo para todos os pães. Essa característica é confirmada com os altos valores do ângulo de tonalidade H.

Tabela 10 – Coordenadas L, a, b e c para o miolo de FP0, FP5, FP10 e FP15

Coordenadas	Médias \pm Desvio Padrão			
	FP0	FP5	FP10	FP15
L	46,37 ^a \pm 3,86	39,73 ^{a,b} \pm 2,74	38,57 ^b \pm 2,07	37,13 ^b \pm 1,79
a^*	0,97 ^c \pm 0,55	0,07 ^c \pm 0,55	1,17 ^c \pm 1,07	1,57 ^c \pm 0,58
b^*	19,57 ^d \pm 0,90	19,57 ^d \pm 1,33	21,73 ^d \pm 1,23	21,1 ^d \pm 1,14

(continua)

(conclusão)

Tabela 10 – Coordenadas L, a, b e c para o miolo de FP0, FP5, FP10 e FP15

Coordenadas	Médias ± Desvio Padrão			
	FP0	FP5	FP10	FP15
C	17,97 ^e ± 1,30	20,97 ^{e,f} ± 1,86	19,43 ^{e,f} ± 2,05	23,3 ^f ± 2,33
H	84,9 ^g ± 4,44	86,467 ^g ± 1,88	88,8 ^g ± 2,5	86 ^g ± 0,52

Notas: a*(varia da cor verde a cor vermelha); b*(varia da cor amarela a cor azul); L(luminosidade que varia do branco ao preto); C(intensidade de cor); H(ângulo de tonalidade); FP0 – Pão de forma com 0% de farinha de Palma forrageira e 100% de farinha de trigo; FP5 – Pão de forma com 5% de farinha de Palma forrageira e 95% de farinha de trigo; FP10 – Pão de forma com 10% de farinha de Palma forrageira e 90% de farinha de trigo; FP15 – Pão de forma com 15% de farinha de Palma forrageira e 85% de farinha de trigo.

Letras iguais na mesma linha significam que as médias não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Própria autora

5.7.2 Avaliação da perda de peso de FP0, FP5, FP10 e FP15 após o forneamento

O Quadro 5 apresenta os valores de perda de peso de FP0, FP5, FP10 e FP15 após o forneamento calculada de acordo com a equação descrita por Paz *et al.* (2015). Observa-se que, a medida que o teor de farinha de palma aumenta na formulação, diminui a perda de peso. Estatisticamente, essa característica foi comprovada pelo teste de Tukey (p<0,05). A perda de peso baixou de 13,9% para FP0 para 8,2% para FP15.

A redução na perda de peso dos pães pode ser justificada pela quantidade de fibra alimentar presente na farinha da palma, que segundo Sáenz *et al.*, (2010), a farinha de palma forrageira possui um teor de fibra dietética insolúvel de 28,45g/100g e fibra dietética solúvel de 14,54g/100g. Como se utilizou a mesma quantidade de leite líquido em FP0, FP5, FP10 e FP15, a massa com maior teor de farinha de palma absorveu mais água evitando que a mesma permanecesse livre e evaporasse durante o forneamento. Msaddak *et al.*, (2017) afirma sobre a alta retenção de água em massas fortificadas com farinha de palma forrageira. O autor ainda considera os aspectos econômicos positivos que podem ser alcançados devido a diminuição da perda de peso nos pães.

Quadro 5 – Perda de peso dos pães após o forneamento

Tipo de pão/ %Perda	FP0	FP5	FP10	FP15
	13,9% ^a ± 0,85	12,6% ^a ± 0,87	9,9% ^b ± 0,37	8,2% ^c ± 0,21

FP0 – Pão de forma com 0% de farinha de Palma forrageira e 100% de farinha de trigo; FP5 – Pão de forma com 5% de farinha de Palma forrageira e 95% de farinha de trigo, FP10 – Pão de forma com 10% de farinha de Palma forrageira e 90% de farinha de trigo; FP15 – Pão de forma com 15% de farinha de Palma forrageira e 85% de farinha de trigo.

Letras iguais na mesma linha significam que as médias não diferem entre si pelo teste de Tukey. (p<0,05).

Fonte: Própria autora

5.7.3 Propriedades textuométricas de FP0 e FP5

O resultado da análise de Perfil de Textura (TPA) de FP0 e FP5 está apresentada na Tabela 11. Com exceção da propriedade elasticidade, não houve diferença significativa pelo teste de Tukey (p<0,05) para as demais características de textura. Segundo Msaddak *et al.*, (2017) a substituição de farinha de trigo por farinha de palma forrageira em até 5%, não modifica as características físicas do produto e o TPA comprovou essa informação.

Tabela 11 – Parâmetros de textura de FP0 e FP5.

Parâmetros analisados	Média ± Desvio Padrão	
	FP0	FP5
Dureza (N)	37,4 ^a ± 11,18	37,8 ^a ± 19,07
Resiliência /Resistência (Adimensional)	0,07 ^a ± 0,006	0,13 ^a ± 0,015
Coabilidade/coesão (Adimensional)	0,34 ^a ± 0,011	0,44 ^a ± 0,02
Elasticidade (m)	0,139 ^a ± 0,66	0,187 ^b ± 0,73
Mastigabilidade (J.m)	180,57 ^a ± 66,18	306,23 ^a ± 152,58

FP0 – Pão de forma com 0% de farinha de Palma forrageira e 100% de farinha de trigo; FP5 – Pão de forma com 5% de farinha de Palma forrageira e 95% de farinha de trigo.

Letras iguais na mesma linha significam que as médias não diferem entre si pelo teste de Tukey. (p<0,05).

Fonte: Própria autora

Tabela 12 – Aumento dos parâmetros de textura de FP5 em relação a FP0

Parâmetro analisado	Aumento (%) de FP5 em relação a FP0
Dureza (N)	1,1
Resiliência /Resistência (Adimensional)	86
Coabilidade/coesão (Adimensional)	29
Elasticidade (m)	35
Mastigabilidade (J.m)	70

FP0 – Pão de forma com 0% de farinha de Palma forrageira e 100% de farinha de trigo; FP5 – Pão de forma com 5% de farinha de Palma forrageira e 95% de farinha de trigo.

Fonte: Própria autora

5.8 Análise microbiológica

O resultado das análises de FP0, FP5, FP10 e FP15 com relação a coliformes a 45 °C, *Staphylococcus Aureus* coagulase positiva e *Salmonellas* foram disponibilizados pelo Instituto Tecnológico e de Pesquisa de Sergipe – ITPS em forma de relatório. Todas as amostras atenderam aos limites estabelecidos pela Instrução Normativa nº 12 de 04/09/2003, do Ministério da Agricultura e a Resolução – RDC nº 12 de 2001 da ANVISA.

5.9 Avaliação visual do desenvolvimento de bolores em FP0, FP5, FP10 e FP15

A análise de desenvolvimento de bolor em FP0, FP5, FP10 e FP15 foi realizada de forma visual. As fatias dos pães foram armazenadas em placas de Petri de vidro, esterilizadas previamente. As placas foram colocadas em uma bandeja e depositadas sobre a bancada do laboratório em temperatura ambiente. De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, a temperatura no mês de dezembro/2018 quando foi realizada a avaliação, atingiu uma média máxima de 33 °C e uma média mínima de 23 °C. Ainda de acordo com o INMET, a umidade relativa atingiu um valor médio máximo de 90% e um valor médio mínimo de 42%. A observação das amostras nas placas de Petri foi realizada diariamente sem a utilização de quaisquer equipamentos. As imagens do desenvolvimento dos bolores estão representadas nas Figuras 13a, 13b e 13c.

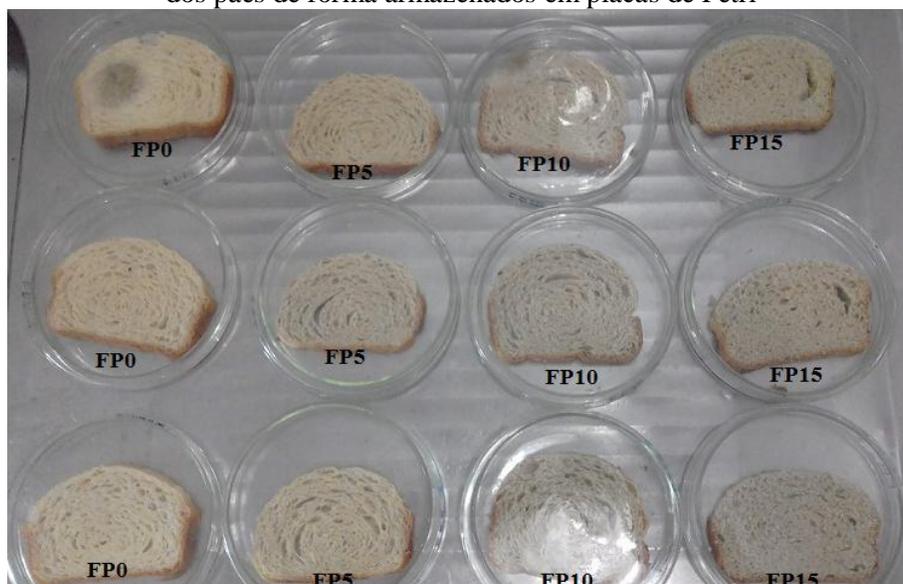
Figura 13a – Primeiro dia de observação do desenvolvimento de bolor nas fatias dos pães de forma armazenados em placas de Petri



FP0 – Pão de forma com 0% de farinha de Palma forrageira e 100% de farinha de trigo; FP5 – Pão de forma com 5% de farinha de Palma forrageira e 95% de farinha de trigo; FP10 – Pão de forma com 10% de farinha de Palma forrageira e 90% de farinha de trigo; FP15 – Pão de forma com 15% de farinha de Palma forrageira e 85% de farinha de trigo.

Fonte: Própria autora – Laboratório de Processamento de Alimentos do IFAL – Campus Piranhas.

Figura 13b – Ao final da segunda semana de observação do desenvolvimento de bolor nas fatias dos pães de forma armazenados em placas de Petri



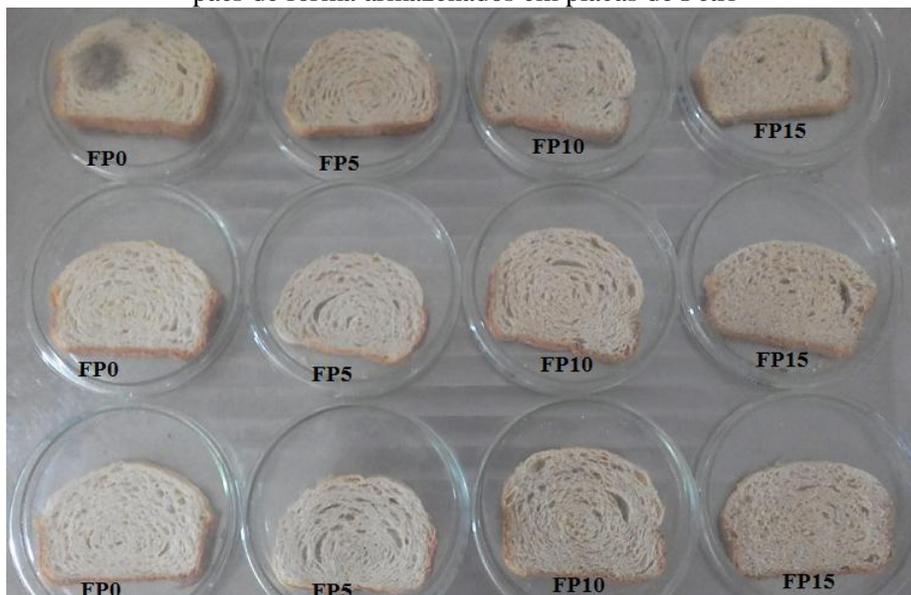
FP0 – Pão de forma com 0% de farinha de Palma forrageira e 100% de farinha de trigo; FP5 – Pão de forma com 5% de farinha de Palma forrageira e 95% de farinha de trigo; FP10 – Pão de forma com 10% de farinha de Palma forrageira e 90% de farinha de trigo; FP15 – Pão de forma com 15% de farinha de Palma forrageira e 85% de farinha de trigo.

Fonte: Própria autora – Laboratório de Processamento de Alimentos do IFAL – Campus Piranhas.

Segundo Fennema (2010), alimentos com atividade de água entre 0,80 e 0,88 há o favorecimento do desenvolvimento de bolores e leveduras, nessa ordem e, de acordo com Legan e Voysey (1991), os principais contaminantes de pão de farinha de trigo são espécies de *Penicillium* spp, correspondendo a 90 e 100% das contaminações observadas nesse alimento.

Em geral, os fabricantes de pães de forma recomendam o consumo dos mesmos em até sete dias, entretanto, com relação a FP0, FP5, FP10 e FP15, após 5(cinco) dias de produzidos, já foi possível observar, a olho nú, as seguintes mudanças: As três amostras de FP0 apresentaram desenvolvimento de fungos na superfície, uma amostra de FP5 apresentou desenvolvimento de fungos na superfície, uma amostra de FP10 apresentou desenvolvimento de fungos na superfície e uma amostra de FP15 apresentou desenvolvimento de fungo na superfície. Entretanto, foi possível observar que os fungos não se desenvolveram bem e, ao final da segunda semana, apenas em uma amostra de FP0 e em uma amostra de FP10 foi possível observar, a olho nú, o desenvolvimento dos fungos. A Figura 13c apresenta a aparência dos pães ao final do período de 1(um) mês, nessa figura é possível observar fungos em uma amostra de FP0, uma amostra de FP5, duas amostras de FP10 e uma amostra de FP15. Nas amostras localizadas na primeira fila, ou seja, na parte superior da Figura 13c, é possível observar coincidência em três das quatro colunas de amostras. Nessas amostras é possível observar uma coincidência na posição de crescimento de fungos, essa coincidência pode ser justificada devido a posição em que as amostras ficaram armazenadas. Essa é a fila que ficou próxima a parede do laboratório, sendo assim, pode ter havido contaminação de fungos da parede para as amostras que estão nessa posição. Essa contaminação pode ter ocorrido logo após a produção dos pães, quando as condições intrínsecas e extrínsecas foram favoráveis.

Figura 13c – Ao final do primeiro mês de observação do desenvolvimento de bolor nas fatias dos pães de forma armazenados em placas de Petri



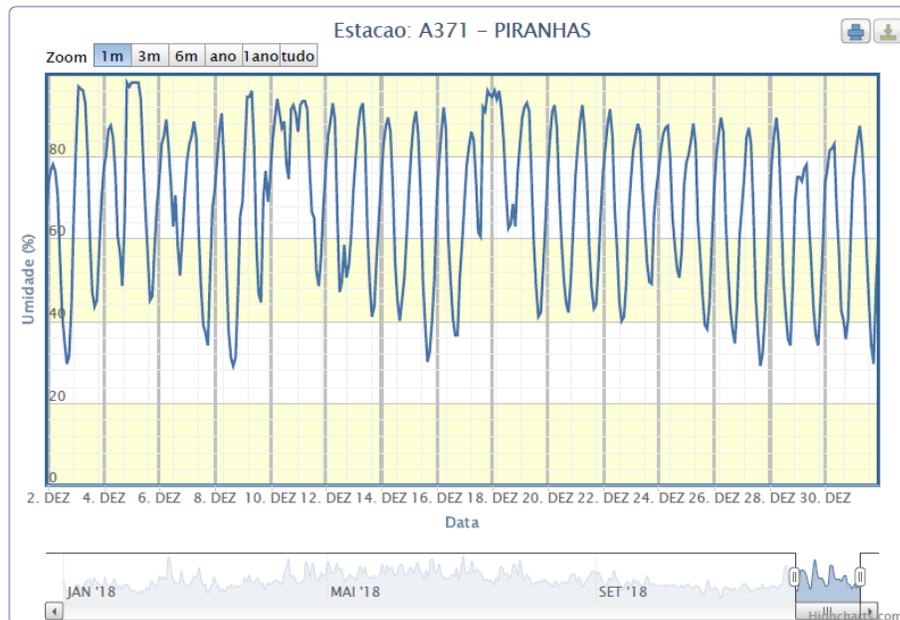
FP0 – Pão de forma com 0% de farinha de Palma forrageira e 100% de farinha de trigo; FP5 – Pão de forma com 5% de farinha de Palma forrageira e 95% de farinha de trigo; FP10 – Pão de forma com 10% de farinha de Palma forrageira e 90% de farinha de trigo; FP15 – Pão de forma com 15% de farinha de Palma forrageira e 85% de farinha de trigo.

Fonte: Própria autora – Laboratório de Processamento de Alimentos do IFAL – Campus Piranhas.

Franco e Landgraf (2008) afirmam que alimentos que apresentam atividade de água de 0,75 podem sofrer contaminação por bactérias halofílicas, alimentos com atividade de água de 0,65 podem sofrer contaminação por bolores xerofílicos e alimentos com 0,6 por leveduras osmofílicas e, esse valor de atividade de água é considerado limitante para a multiplicação de quaisquer microrganismos. As autoras afirmam ainda que há uma relação estreita entre atividade de água de um alimento e a umidade relativa do ambiente, ou seja, se a umidade ambiental for inferior a atividade de água do alimento, este perderá água, entrando em equilíbrio com a atmosfera, provocando modificações na capacidade de multiplicação dos microrganismos. Dessa forma, como a avaliação visual do desenvolvimento de fungos nos pães foi realizada em um ambiente (Lab. do IFAL – Campus Piranhas) em que a umidade relativa do ambiente é baixa, com valores que podem atingir 50% conforme informa Rios e Thompson (2013). Os registros obtidos pela estação meteorológica automática do INMET, localizada no IFAL – Campus Piranhas, registrou uma umidade relativa de 29% no mês de dezembro/2018, quando foi realizado o estudo, essa condição ambiental pode ter influenciado no desenvolvimento do mofo nos pães.

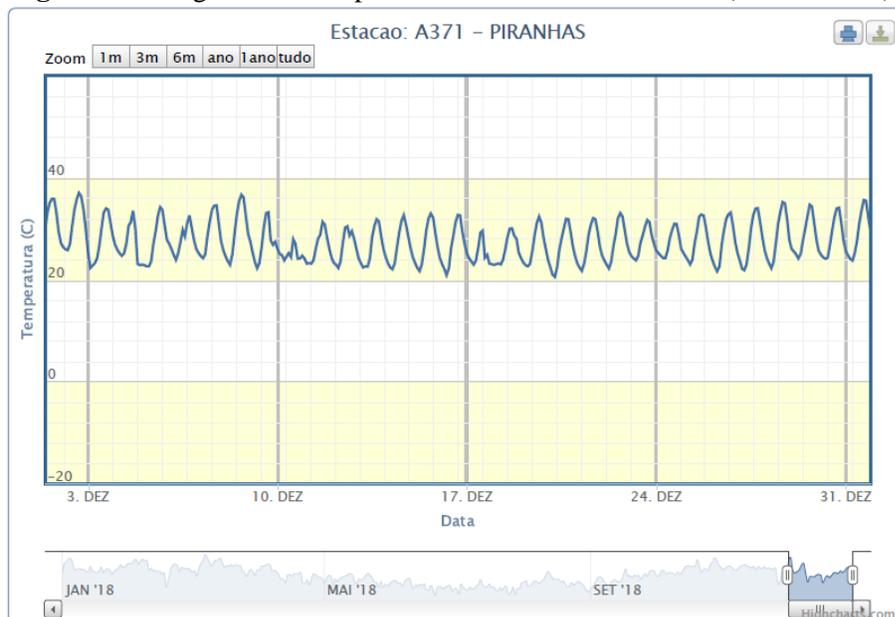
A Figura 14 e a Figura 15 apresentam, respectivamente, o registro, em forma de gráfico, da umidade relativa do ar e a temperatura do mês de dezembro e 2018 de acordo com a estação meteorológica automática do INMET, localizada em Piranhas-AL (Atitude: -9.622261° e Longitude: -37.767113°).

Figura 14 – Registro da umidade relativa do ar em dezembro de 2018 (Piranhas-AL)



Fonte: INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

Figura 15 – Registro de Temperatura em dezembro de 2018 (Piranhas-AL)



Fonte: INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

Dessa forma, levando em consideração apenas os primeiros dias de avaliação, relatados acima, as amostras de pães que continham farinha de palma na composição, apresentaram menos desenvolvimento de fungos em comparação a FP0 em que, todas as três amostras apresentaram desenvolvimento de fungos no quinto dia de avaliação. Outra justificativa para afirmar a possibilidade de a farinha da palma forrageira ter característica anti microbiana é comparar o tamanho do diâmetro da circunferência formada pelos fungos nas amostras (Figura 13c). Na amostra de FP0, o diâmetro é bem maior que o diâmetro da circunferência que surgiram nas amostras de FP10 e FP15.

5.10 Atividade antioxidante

No Quadro 6 estão apresentados os resultados das análises de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante pelo método de captura do radical ABTS•⁺. A palma forrageira *in natura* e a farinha obtida apresentaram atividade antioxidante. Entretanto, estatisticamente não houve diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) entre FP0 e FP5 tanto com relação a quantidade de compostos fenólicos totais quanto em relação a atividade antioxidante pelo método da captura do radical ABTS•⁺. Uma justificativa para, estatisticamente, não ter havido diferença significativa entre FP0 e FP5 com relação a atividade antioxidante é: como na formulação dos pães de forma foi utilizado óleo de girassol e, de acordo com o fabricante, o óleo de girassol contém tocoferol e ácido ascórbico, que são substâncias antioxidantes, essas substâncias estavam presentes em FP0 e FP5, uma vez que, o óleo de girassol estava na formulação dos pães.

Com relação aos compostos fenólicos totais, Pedrosa *et al.* (2000) relatou a presença dos mesmos nas sementes de girassol e Msaddak *et al.* (2017), publicou que os cladódios da palma forrageira é uma importante fonte desses compostos. Com base nessas informações, é possível justificar porque não houve diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) entre FP0 e FP5 com relação aos compostos fenólicos totais. Muito embora, no mesmo estudo publicado por Msaddak *et al.* (2017), os autores informaram que a farinha da palma forrageira melhorou o conteúdo fenólico e o potencial antioxidante do pão quando substituiu em 5% a farinha de trigo, muito embora, no presente estudo, esse fato não ocorreu.

Para a farinha da palma forrageira, tanto para o resultado dos compostos fenólicos totais, quanto para a captura do radical ABTS•⁺, observa-se uma queda nos valores a medida que o tempo passa, uma justificativa para esse ocorrido é que, pode ter ocorrido uma degradação destes componentes ativos apesar do armazenamento da farinha ter sido em recipiente escuro e sob refrigeração. Entretanto, o moinho que foi utilizado para produzida a farinha da palma, pode ter liberado íon ferro, uma vez que o moinho utilizado é de ferro fundido e, de acordo com Souza (2001), íons metálicos como ferro, cobalto, cobre e molibdênio podem atuar como catalisadores da decomposição de peróxidos, diminuindo assim, a presença de substâncias antioxidantes no alimento.

Quadro 6 – Resultado das análises de atividade antioxidante

MÉDIAS ± DESVIO PADRÃO						
Método	Palma Forrageira <i>in natura</i>	FP0	FP5	FT0	FT2	FT6
ABTS ($\mu\text{mol de (TE) / 100g}$)	177,27 ± 11,42	195,56 ^d ± 12,47	190,4 ^d ± 4,24	40,71 ^e ± 3,65	25,74 ^f ± 0,82	31,11 ^g ± 2,10
Compostos Fenólicos Totais (mg EAG / 100 g)	40,24 ± 1,66	39,96 ^b ± 1,78	36,31 ^b ± 2,24	4,86 ^c ± 0,46	4,25 ^c ± 0,67	4,48 ^c ± 0,20

FP0 – Pão de forma com 0% de farinha de Palma forrageira e 100% de farinha de trigo; FP5 – Pão de forma com 5% de farinha de Palma forrageira e 95% de farinha de trigo, FT0 – Farinha de palma forrageira com tempo de produção igual a 0(zero) mês; FT2 – Farinha de palma forrageira com tempo de produção igual a 2(dois) meses; FT6 – Farinha de palma forrageira com tempo de produção igual a 6(seis) meses.

Letras iguais na mesma linha significam que as médias não diferem entre si pelo teste de Tukey. (p<0,05).

Fonte: Própria autora

6 CONCLUSÕES

A obtenção do pão de forma, com substituição de 5% de farinha de trigo por farinha de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*), resultou em um produto com um índice de aceitabilidade de 75%, resultando assim, em um produto com possibilidade de inserção no mercado consumidor.

Apesar de a palma forrageira possuir coloração verde, essa característica não ofereceu resistência à aceitação do pão de forma por parte dos potenciais consumidores do produto.

É possível diminuir o teor de sal de cozinha na formulação dos pães devido ao conteúdo de sais minerais presentes na farinha da palma, dado constatado pelo teste da escala do ideal “just-about-right”.

A incorporação da farinha da palma forrageira ao pão de forma possibilita o aumento de micronutrientes importantes na dieta humana, tais como: cálcio, magnésio, potássio e vitamina C, em valores bem superiores aos valores encontrados no pão de forma convencional.

Houve aumento no teor de fibra bruta sem que houvesse, estatisticamente, diferença significativa ($p < 0,05$) nas propriedades texturométricas do pão de forma.

A farinha de palma forrageira aumentou a resistência do pão de forma ao desenvolvimento de fungos filamentosos. Considerando o prazo de validade normalmente estabelecido para pães, que é de sete dias.

A farinha da palma forrageira apresentou atividade antioxidante, entretanto, essa atividade não ofereceu diferença significativa ao pão de forma produzido.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos**. 5. ed. Viçosa: UFV, 2011. 601p.

ARIFFIN, F.; BAHAROM, M.A.; KAUR, B.; MURAD, M. The Physicochemical Properties and Sensory Evaluation of Bread Made with a Composite Flour from Wheat and Tempoyak (Fermented Durian). **American Journal of Applied Sciences**. 12 (11): 775-784, 2015.

AYADI, M.A.; ABDELMAKSOU, 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 & Products**, Vol.30(1), pp.40-47, 2009.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Redelimitação do semiárido. Disponível em < <http://www.integracao.gov.br/semiario-brasileiro>>. Acesso em 29 de Setembro 2017.

BRASIL. Resolução RDC nº 12, de 2 janeiro de 2001. Aprova o “Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos”. Órgão emissor: ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: www.anvisa.gov.br. Acesso em: 13 de setembro de 2017.

BRASIL. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o “Regulamento técnico sobre produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos” constante do anexo desta Resolução. Órgão emissor: ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: legis.anvisa.gov.br/leisref/public. Acesso em: 13 de setembro de 2017.

BROWN, A. **Understanding food: principles and preparation**. 5th ed. Belmont: Wadsworth Cengage learning. 2015. 683p.

CANELLA-RAWLS, S. **Pão: arte e ciência**. 5º Ed. São Paulo: Editora Senac. São Paulo. 2012.348p.

CASTILLO, O, S. F.; ESTRADA, L.; MARGALEF, M.I.; TÓFFOLI, S. L. Obtención de harina de nopal y formulación de alfajores de alto contenido en fibra. **Diaeta (B.Aires)**, 31(142):20-26, 2013.

CAUVAIN, S. P.; YOUNG, L. S. **Tecnologia da Panificação**. 2. Ed. São Paulo: Manole, 2009. 440p.

CAVALCANTE, A.; TELES, M.; MACHADO, M. **Cactos do semiárido do Brasil: guia ilustrado**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, INSA. 2013.103p.

CEBADERA, M.L.; DOMÍNGUEZ, L.; DIAS, M.I.; BARROS, L.; FERREIRA, I.C.F.R.; IGUAL, M.; MARTÍNEZ, N.N.; FERNÁNDEZ, R.V.; MORALES, P.; CÁMARA, M. *Sanguinello and Tarocco (Citrus sinensis [L.] Osbeck): Bioactive compounds and colour appearance of blood oranges*. **Food Chemistry**. 1 January, Vol.270, pp.395-402, 2019.

CELESTINO, S. M. C. **Princípios da Secagem de Alimentos**. – Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010, 51 p.

COMINETTI, C.; COZZOLINO, S.M.F. **Funções Plenamente Reconhecidas de Nutrientes: Zinco**. ILSI Brasil, v. 07, 2009.

COSTA, R.G.; TREVIÑO, I.H.; MEDEIRO, G.R.; MEDEIROS, A.N., PINTO, T. F.; OLIVEIRA, R. L. Effects of replacing corn with cactus pear (*Opuntia ficus indica Mill*) on the performance of Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, v. 102, p. 13-17, 2012.

CUPPARI, L.; BAZANELLI, A.P. **Funções Plenamente Reconhecidas de Nutrientes: Potássio**. ILSI Brasil, v. 11, 2010.

DIB, H.; BEGHADAD, C.; BELARBI, M.; SELADJI, M.; GHALEM, M. Antioxidant activity of phenolic compounds of the cladodes of *Opuntia ficus-indica Mill*. From Northwest Algeria. **International Journal of Medicine and Pharmaceutical Sciences (IJMPS)**, 3: 147-158, 2013.

DZIKI, D.; RÓZYLO, R.; DZUKI, G.U.; ŚWIECA, M. Current trends in the enhancement of antioxidant activity of wheat bread by the addition of plant materials rich in phenolic compounds. **Trends Food Sci Tech**, 40, 48-61, 2014.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 2013. 531p.

EKHOLM, P.; REINIVUO, H.; MATTILA, P.; PAKKALA, H.; KOPONEN, J.; HPPONEN, A.; HELLSTROM, J; OVASKAINEN, M.L. Changes in the mineral na trace element contents of cereals, fruits and vegetables in Finland. **Journal of Food Composition and Analysis**. Vol.20, p. 487-495, 2007.

FARIAS, A.; RATTI, M.C. Dehydration of foods: general concepts. In: **Advances in Food Dehydration**. 1 ed., cap 1, Boca Raton: CRC Press series. p. 1-36, 2009.

FENNEMA, O.R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L. **Química de Alimentos de Fennema**. 4^a ed. Editora Artmed, 2010. 900p.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: Princípios e prática**. 2^a ed. Porto Alegre, Artmed, 2009.928p.

FEUGANG, J.M.; KONARSKI, P.; ZOU, D.; STINTZING, F.C.; ZOU, C. Nutritional and medicinal use of Cactus pear (*Opuntia spp.*) cladodes and fruits. **Frontiers in Bioscience**, 11, 2574-2589, 2006.

FLANDRIN, J.L.; MONTANARI, M, organizadores. **História da Alimentação**. São Paulo: Estação Liberdade. 1998. 885p.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**, 2008. São Paulo: Ateneu, 182p.

FRANÇA, N.A.G.; MARTINI, L.A. **Funções Plenamente Reconhecidas de Nutrientes – Cálcio**. ILSI Brasil. 2^a ed. 2014.

GIUNTINI, E. B.; MENEZES, E. W. **Funções Plenamente Reconhecidas de Nutrientes – Fibra alimentar**. ILSI Brasil. 2011.

GUARIENTI, E.M. **Fazendo pães caseiros**. Passo Fundo. Editora Embrapa Trigo, 2004. 90p.

GRANADOS, S.D. Castañeda P. Ana: “El nopal (historia, fisiología, genética e importancia frutícola)” Primera Edición. Editorial Trillas S.A. México. 1991.227p.

HABIBI, Y.; HEUX, L.; MAHROUZ, M.; VIGNON, M.R., Morphological and structural study of seed pericarp of *Opuntia ficus-indica* prickly pear fruits. **Carbohydrate Polymers**, v. 72, n 1, p.102-112.2008.

HERNÁNDEZ, U.M.I; CONTRERAS, P.M.; PÉREZ, T.E.; HERNÁNDEZ, Q.G.; ROJAS, M.J.I; CORTES, M.E.; RODRÍGUEZ, G.M.E. Study of nutritional composition of nopal (*Opuntia ficus-indica* cv. Redonda) at different maturity stages. **The open Nutrition Journal**. 4, 11–16, 2010.

HUI, Y.H.; CLARY, C.; FAID, M.; FASINA, O.; NOOMHORN, A.; WELTI-CHANES, J. **Food Drying Science and Technology: Microbiology, Chemistry, Applications**. DEStech Publications Inc, Pennsylvania, 2007.781p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Coordenadores: Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea, 4ª Ed., São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.1020p.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA (INMET) Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf Acessado em: 18/03/2019.

JUNGAM, S.V.; LAW, C.L.; MUJUMDAR, A. S. **Drying of foods, vegetables and fruits. Volume 1**. Singapur: Universidade Internacional de Singapur,2010. 232p.

KEMP, S.E.; HOLLOWOOD, T.; HORT, J. **Sensory Evaluation: A Practical handbook**. Oxford ,Wiley-Blackwell, 2009.196p.

LEGAN, J.D; VOYSEY, P.A. Yeast spoilage of bakery products and ingredients. **Journal of Applied Bacteriology**, 70, 361 – 371, 1991.

LOYAZA, D.G.; CHÁVEZ, J. Estudio bromatológico del cladodio del nopal (*Opuntia ficus-indica*) para el consumo humano. **Rev Soc Quím Perú**, 73, Nº 1 (41-45), 2007.

LOPES, C.H.; BORGES, M.T.M.R. Introdução à tecnologia agroindustrial. 1.ed. São Carlos: EDUFSCAR, v.1, 2009.193p.

MACHADO, C.M.M.; SOUSA, R.M.D.; MORETTI, C.L. Aproveitamento das raspas geradas na produção de minicenouras. **Comunicado Técnico Embrapa**, 33: 1-8, 2006.

MANACH, C.; SCALBERT, A.; MORAND, C.; REMESY, C.; JIMENEZ, L. Polyphenols: food sources and bioavailability. **Am J Clin Nutr**, 79(5):727-47, 2004.

MARTÍNEZ, U. O.; ESPARZA, J. R.; FRAGOSO, L.R. Cactus (*Opuntia ficus-indica*): a review on its antioxidants properties and potential pharmacological use in chronic diseases. **Nat Prod Chem Res**, 2:153. 2014

MCCLEARY, B.V. (Ed); PROSKY, L.(Ed); CHAMP, M.; KOZLOWSKI, F.; LECANNU, G. **Advanced Dietary Fibre Technology**. Blackwell Science Ltd. Oxford, pp. 106–119,2000.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 4.ed. Boca Raton: CRC Press, 2006. 448 p.

MEDEIROS, G.R.; KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E. Características de qualidade de farinhas mistas de trigo e polpa de pupunha. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 23, n. 4, p. 655-660, 2012.

MOLYNEUX, P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, 26: 211-219, 2004.

MOURA, M. S. B. de; SOUZA, L. S. B. de; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F. da. Aptidão do Nordeste brasileiro ao cultivo da palma forrageira sob cenários de mudanças climáticas. In: SIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 3, 2011, Juazeiro. **Experiências para mitigação e adaptação; anais. Petrolina: Embrapa Semiárido**, 2011. 1 CD-ROM. (Embrapa Semiárido. Documentos, 239). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/51605/1/Magna4.pdf>> Acesso em: out. 2017.

MSADDAK, L; SIALA, R.; FAKHFAKH, N.; AYADI, M. A.; NASRI, M.; ZOUARI, N. Cladodes from prickly pear as a functional ingredient: effect on fat retention, oxidative stability, nutritional and sensory properties of cookies. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**. Vol.66(8), p.851-857, 2015.

MSADDAK, L.; ABDELHEDI, O.; KRIDENE, A.; RATEB, M.; BELBAHRI, L.; AMMAR, E.; NASRI, M.; ZOUARI, N. *Opuntia ficus-indica* cladodes as a functional ingredient: bioactive

compounds profile and their effect on antioxidant quality of bread. **Lipids Health Dis**, 16: 32, 2017.

NUNES, C. dos S. Usos e aplicações da palma forrageira como uma grande fonte de economia para o semiárido nordestino. **Revista Verde**, Mossoró, v.6, n.1, p. 58-66, 2011.

ODÓÑEZ, J.A.; RODRÍGUEZ, M.I.C.; ÁLVAREZ, L.F.; SANZ, M.L.G.S.; MINGUILLÓN, G.D.G.F.; PERALES, L.H.; CORTECERO, M.D.S. **Tecnología de Alimentos: Componente dos alimentos e processos**. V 1. Porto Alegre: Artmed, 2005. 294p.

OWENS, G. **Cereals processing technology**. Boca Raton: CRC Press Woodhead Publishing Ltd. 2001. 238p.

PANICO A.M.; CARDILE V.; GARUFIA F.; BONINA, F.; PUGLIA C.; ROSIVALLE, S. Effect of hyaluronic acid and polysaccharides from *Opuntia ficus-indica* (L.) cladodes on the metabolism of human chondrocyte cultures. **Journal of Ethnopharmacology**, 111, 315–321, 2007.

PAZ, M. F.; MARQUES, R. V.; SCHUMANN, C.; CORRÊA, L. B.; CORRÊA, E. K. Características tecnológicas de pães elaborados com farelo de arroz desengordurado. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, n. 2, p. 128-136, 2015.

PEDROSA, M.M.; MUZQUIZ, M.; GARCIA, V.C.; BURBANO, C.; CUADRADO, C.; AYET, G. Determination of caffeic and chlorogenic acids and their derivatives in different sunflower seeds. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Vol. 80, pp. 459-64, 2000.

PISOSCHIL, A. M.; NEGULESCU, G. P. Methods for Total Antioxidant Activity Determination: A Review. **Biochem & Anal Biochem**, 1:106, 2011.

POSTE, L.M.; MACKIE, D.A.; BUTLER, G. **Laboratory methods for sensory analysis of food**. Ottawa: Agriculture Canadá, 1991.

RAJAT, G. A study on antioxidant properties of different bioactive compounds. **Journal of Drug Delivery & Therapeutics**, 4(2), 105-115, 2014.

ROCHA, J. E. S. **Palma Forrageira no Nordeste do Brasil: Estado da Arte**. Embrapa Caprinos e ovinos. Série Documentos Embrapa nº 106. Sobral, CE, 2012.

REININK, K. Relationship between effects of seasonal change on nitrate and dry matter content in lettuce. **Scientia Horticulturae**. Vol.53(1), pp35-44. 1993.

RIOS, E.P.; THOMPSON, M. **Biomás Brasileiros**. Coleção: Como Eu Ensino. Editora Melhoramentos, 2013. 183p.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; MORAIS, S.M.; SAMPAIO, C.G.; JIMÉNEZ, J.P.; CALIXTO, F.D.S. Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS. **Comunicado Técnico Embrapa**, 128: 1-4, 2007.

SÁENZ, C.; BERGER, H.; GARCÍA, J. C.; GALLETTI, L. L.; CORTÁZAR, V. G.; HIGUERA, I.; MONDRAGÓN, C.; FÉLIX, A.R.; SEPÚLVEDA, E.; VARNERO, M. T. Utilización agroindustrial del nopal. **Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO Paper 162**. Rome, Italy 165 pp.2006.

SÁENZ, C.; SEPÚLVEDA E.; PAK, N. ; LECAROS, M. Chemical and physical characterization of cactus cladode (*Opuntia ficus-indica*) powder. **Italian Journal of Food Science**. Vol.22(4), pp.416-422, 2010

SANTOS, J. C.; SILVA, G. F.; SANTOS, J. A. B.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. M. Processamento e avaliação da estabilidade da farinha de banana verde. **Exacta**, v. 8, n. 2, p. 219-224, 2010.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – INDÚSTRIA: PANIFICAÇÃO. Disponível em:
<http://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/BA/Anexos/Ind%C3%BAstria%20da%20panifica%C3%A7%C3%A3o.pdf>
Acesso em: Outubro/2017.

SHAHIDI, F. **Natural Antioxidants. Chemistry, Health Effects and Applications**. AOCS Press, Champaign, Illinois, 1997.

SOUZA, T.C. Alimentos: propriedades físico-químicas. 2a.ed. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2001.204p.

SILVA, W. L.; MEDEIROS, R. A. B. D.; PIRES, E.; FREITAS, M. **Eficiência do cloro para sanitização de hortaliças**. Hig. aliment, v. 30, n. 256/257, p. 132-136, 2016.

THAIPONG, K. *et al.* Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, p. 669-675, 2006.

TOMLINS, K.; OWORI, C.; BECHOFF, A.; MENYA, G.; WESTBY, A. Relationship among the carotenoid content, dry matter content and sensory attributes of sweet potato. **Food Chemistry**. Vol.131(1), pp.14-21. 2012

TORRES, P.R. L.; MORALES, C.D.; BALLINAS, C.M.L.; NEVÁREZ, M.G.V. El nopal: planta del semidesierto con aplicaciones en farmacia, alimentos y nutrición animal. **Revista mexicana de ciencias agrícolas**, Vol.6(5), pp.1129-1142, 2015.

UNICAMP. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO**. 4ª edição. Campinas – SP; 2011.

URBIOLA, M.I.H. ; PADILLA, M.C.; TORRERO, E.P; QUEVEDO, G.H.; MOLINA, J. I.R.; CORTES, M. E.; GARCÍA, M. E.R. **Study of nutritional composition of nopal (*Opuntia ficus indica* cv. Redonda) at different maturity stages**. The Open Nutrition Journal, v. 4, p. 11-16, 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO. Escola Paulista de Medicina. Departamento de Informática em Saúde. Tabela de Composição Química dos Alimentos (TABNUT). Disponível em: <http://tabnut.dis.epm.br/index.php/alimento/18069/pao-de-forma-varejo>. Acesso em 19 dez 2018.

UTKARSHA, U; SHEDBALKAR, S; ADKI, V; JADHAV, P ; VISHWAS, A.B. *Opuntia* and Other Cacti: Applications and Biotechnological Insights. **Tropical Plant Biol**, 3:136-150, 2010.

VANNUCCHI, H.; ROCHA, M. M. Funções Plenamente Reconhecidas de Nutrientes: Ácido Ascórbico (Vitamina C). ILSI Brasil, v. 21, 2012.

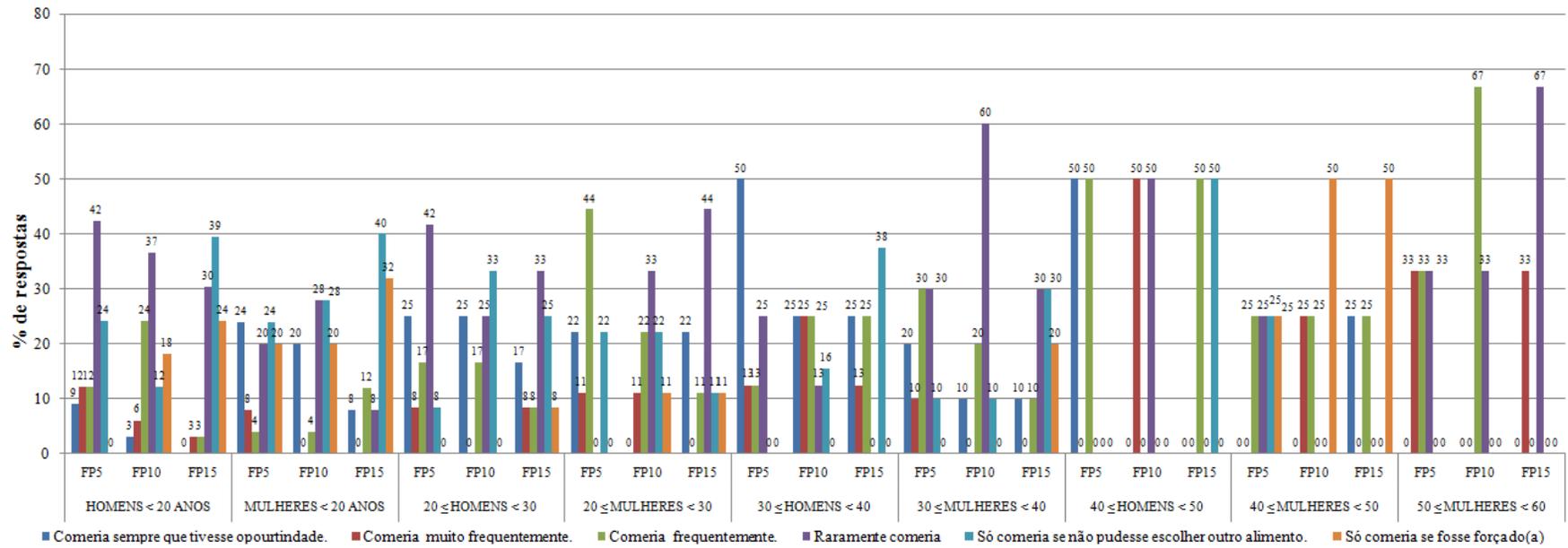
VANNUCCHI, H.; MONTEIRO, T.H. Funções Plenamente Reconhecidas de Nutrientes: Magnésio. ILSI Brasil, v. 16, 2010.

VILLEGAS, M. A.C. ; OSORIO, A.A. C.; MOLINA, I.R.; CORTEZ, E.G.; QUIROGA, M.A. GAYTÁN, M. ; HERRERA, G.; GARCÍA, M.E.R. Study of the physicochemical and pasting properties of instant corn flour added with calcium and fibers from nopal powder. **Journal of Food Engineering**, 96, 401e 409, 2010.

WANG, J.; ROSELL, C.M.; BENEDITO, B.C. ., Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and Bread quality. **Food Chem.**79, 222–226, 2002.

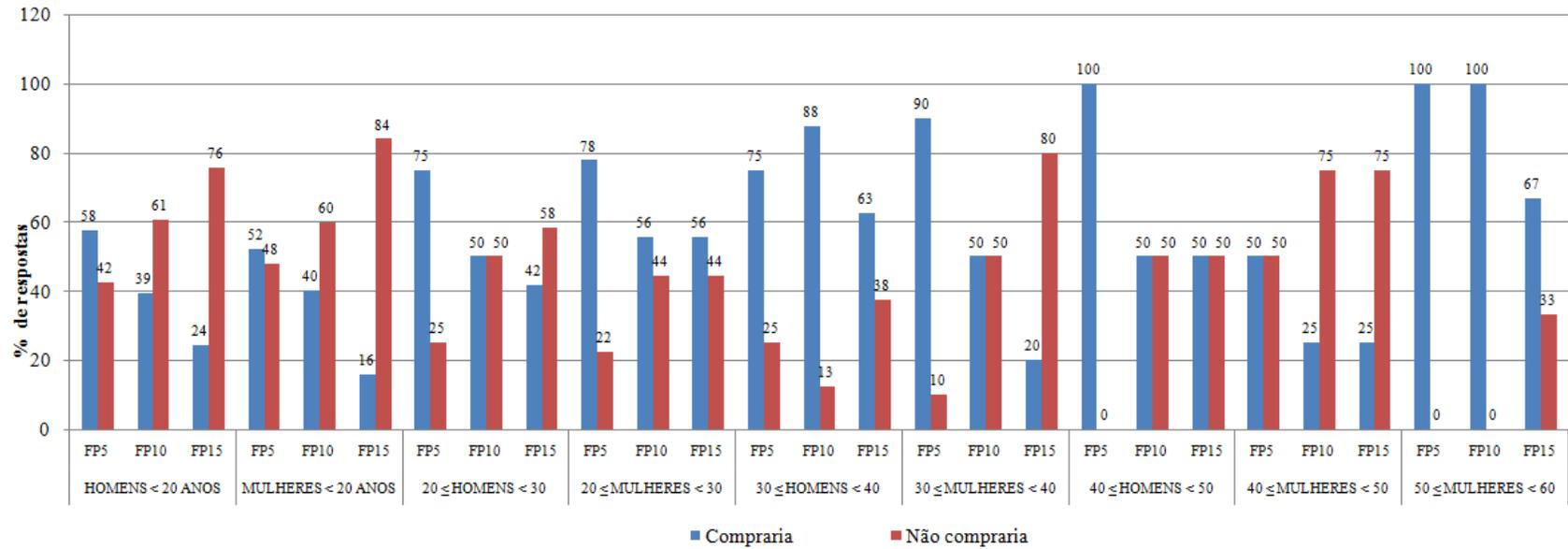
YAHIA, E.M.; MONDRAGON, C. Nutritional components and antioxidant capacity of ten cultivars and lines of cactus pear fruit (*Opuntia spp.*). **Food Res. Internat.** 44:2311-2318. 2011.

APÊNDICE A – Avaliação de FP5, FP10 e FP15 com relação a frequência de consumo



Fonte: Própria autora

APÊNDICE B – Intenção de compra de FP5, FP10 e FP15 por faixa etária



Fonte: Própria autora

ANEXO A – Questionário sócio econômico e cultural dos julgadores

Nome: _____ Data: _____

Sexo: _____ Idade: _____ Telefone para contato: _____

Por favor, responda as perguntas abaixo de acordo com a opção que melhor lhe representa.

1) Você normalmente consome PÃO BRANCO com que frequência?

Não como Como uma a duas vezes ao dia Como mais de três vezes ao dia

2) Você normalmente consome PÃO INTEGRAL com que frequência?

Não como pão Como pão uma a duas vezes ao dia Como pão mais de três vezes ao dia

3) Você normalmente consome PÃO DE FORMA com que frequência?

Não como Como uma a duas vezes ao dia Como mais de três vezes ao dia

4) Você é fumante?

Não às vezes Fumo menos e uma carteira de cigarro por dia Fumo mais de uma carteira de cigarro por dia

5) Você é um/uma trabalhador(a):

Formal Informal Não trabalho Não trabalho mas recebo assistência financeira do governo.

6) Qual a sua renda média mensal?

Não tenho renda Prefiro não responder 1 a 2 salários mínimos mais de 3 salários mínimos

7) Qual o seu nível de instrução?

Fundamental completo Médio incompleto Médio completo Superior incomplete Superior completo

8) Você é vegano(a) (só come vegetais)?

Não Sim

9) Você é vegetariano(a) (não come carne)?

Não Sim

10) Você é gostaria de ser selecionado para participar da pesquisa?

Não, obrigado(a) Sim

Comentários: _____

Fonte: Elaboração da própria autora

ANEXO B – Ficha de avaliação para o teste de aceitação utilizando escala afetiva para avaliação de atributos sensoriais específicos

Nome: _____		
Data: _____	Sexo: _____	Idade: _____
<p>Por favor, avalie as amostras servidas e indique o quanto você gostou ou desgostou de cada um dos atributos sensoriais (POROSIDADE DO MIOLO, COR DA CASCA, COR DO MIOLO, AROMA, TEXTURA NA BOCA e SABOR) dos produtos, dando notas de acordo com a escala abaixo.</p>		
<p>9 - Gostei extremamente. 8 - Gostei muito. 7 - Gostei moderadamente. 6 - Gostei ligeiramente. 5 - Indiferente. 4 - Desgostei ligeiramente. 3 - Desgostei moderadamente. 2 - Desgostei muito. 1 - Desgostei extremamente.</p>		
Código da amostra: _____ Aparência geral _____ Porosidade do miolo _____ Cor do miolo _____ Aroma _____ Textura na boca _____ Sabor _____	Código da amostra: _____ Aparência geral _____ Porosidade do miolo _____ Cor do miolo _____ Aroma _____ Textura na boca _____ Sabor _____	Código da amostra: _____ Aparência geral _____ Porosidade do miolo _____ Cor do miolo _____ Aroma _____ Textura na boca _____ Sabor _____
Com relação a amostra avaliada:	Com relação a amostra avaliada:	Com relação a amostra avaliada:
<input type="checkbox"/> Você comeria sempre que tivesse oportunidade. <input type="checkbox"/> Você comeria muito frequentemente. <input type="checkbox"/> Você comeria frequentemente. <input type="checkbox"/> Você raramente comeria <input type="checkbox"/> Você só comeria se não pudesse escolher outro alimento. <input type="checkbox"/> Você só comeria se fosse forçado(a)	<input type="checkbox"/> Você comeria sempre que tivesse oportunidade. <input type="checkbox"/> Você comeria muito frequentemente. <input type="checkbox"/> Você comeria frequentemente. <input type="checkbox"/> Você raramente comeria <input type="checkbox"/> Você só comeria se não pudesse escolher outro alimento. <input type="checkbox"/> Você só comeria se fosse forçado(a)	<input type="checkbox"/> Você comeria sempre que tivesse oportunidade. <input type="checkbox"/> Você comeria muito frequentemente. <input type="checkbox"/> Você comeria frequentemente. <input type="checkbox"/> Você raramente comeria <input type="checkbox"/> Você só comeria se não pudesse escolher outro alimento. <input type="checkbox"/> Você só comeria se fosse forçado(a)
Você compraria esse produto?	Você compraria esse produto?	Você compraria esse produto?
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Comentários: _____		

Fonte: Elaboração da própria autora

**ANEXO C – Ficha de avaliação para o teste de aceitação utilizando a Escala do Ideal
“Just -about-right” (JAR) scale**

Nome: _____ Data: _____ Sexo: _____ Idade: _____	
Você recebeu duas amostras codificadas. Por favor, prove as amostras da esquerda para a direita e circule o código da amostra que você mais gostou. <div style="text-align: center;"> _____ _____ </div>	
Indique o quão próximo do ideal está cada amostra em relação a cada um dos atributos abaixo. Para a sua avaliação marque um X uma das alternativas abaixo.	
<p align="center">Código da amostra _____</p> <p align="center">Intensidade do gosto SALGADO</p> <p>() Muito menos que o ideal para você</p> <p>() Menos que o ideal para você</p> <p>() Levemente menos que o ideal para você</p> <p>() Ideal para você</p> <p>() Levemente mais que o ideal para você</p> <p>() Mais que o ideal para você</p> <p>() Muito mais que o ideal para você</p>	<p align="center">Código da amostra _____</p> <p align="center">Intensidade do gosto SALGADO</p> <p>() Muito menos que o ideal para você</p> <p>() Menos que o ideal para você</p> <p>() Levemente menos que o ideal para você</p> <p>() Ideal para você</p> <p>() Levemente mais que o ideal para você</p> <p>() Mais que o ideal para você</p> <p>() Muito mais que o ideal para você</p>
<p align="center">Código da amostra _____</p> <p align="center">Intensidade do gosto DOCE</p> <p>() Muito menos que o ideal para você</p> <p>() Menos que o ideal para você</p> <p>() Levemente menos que o ideal para você</p> <p>() Ideal para você</p> <p>() Levemente mais que o ideal para você</p> <p>() Mais que o ideal para você</p> <p>() Muito mais que o ideal para você</p>	<p align="center">Código da amostra _____</p> <p align="center">Intensidade do gosto DOCE</p> <p>() Muito menos que o ideal para você</p> <p>() Menos que o ideal para você</p> <p>() Levemente menos que o ideal para você</p> <p>() Ideal para você</p> <p>() Levemente mais que o ideal para você</p> <p>() Mais que o ideal para você</p> <p>() Muito mais que o ideal para você</p>

Fonte: Elaboração da própria autora

ANEXO D – Modelo do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Prezado(a) julgador(a), você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a) da pesquisa “**AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DA FARINHA DA PALMA FORRAGEIRA (*Opuntida Ficus Indica*) EM PÃO DE FORMA**”. Como voluntário(a), sua participação não é obrigatória, não terá custo algum e poderá, a qualquer momento, desistir da sua participação sem prejuízo algum. Caso tenha alguma dúvida ou questionamento, esteja a vontade para fazê-lo a qualquer momento. Se você desejar queixar-se de algum acontecimento ocorrido durante ou após a pesquisa, por favor, entre em contato com:

PESQUISADORA RESPONSÁVEL: Simone de Andrade Alves

Contato (82) 98823-1908 e-mail: symonealves@yahoo.com.br

O objetivo dessa etapa da pesquisa é aplicar o teste de aceitação do pão de forma com alíquotas de farinha de palma de 5, 10 e 15% bem como, determinar a intenção dos julgadores em consumir o produto com frequência ou não.

Os cladódios da palma forrageira são consumidos em vários países e de diversas formas, tanto *in natura*, quanto na forma de doces, compotas ou farinhas. Apresenta alto teor nutritivo e, de acordo com algumas pesquisas, apresenta também componentes químicos naturais que beneficiam a saúde.

O julgador voluntário deverá avaliar as características visuais do pão, além de cheiro, e por ultimo, provar as amostras sem a necessidade de engolir. Posteriormente, deverá preencher as fichas que serão disponibilizadas juntamente com as amostras. O seu julgamento, juntamente com o julgamento dos demais participantes, resultarão em dados importantes para avaliar estatisticamente a aceitação geral do produto.

Na formulação dos pães contém, além da farinha de **palma forrageira, glúten, ovos, óleo de girassol, açúcar, sal e fermento biológico**, que são ingredientes frequentemente utilizados nas formulações de pão em geral. **Se você apresenta alguma alergia com relação a esses ingredientes, a sua participação não será permitida.** Como a palma forrageira já é consumida, normalmente, por humanos há muito tempo e em vários países, inclusive no Brasil, os riscos e desconfortos com relação ao seu consumo são insignificantes.

Sua participação é voluntária, você não pagará nada por participar do teste sensorial, entretanto, também não receberá nenhum tipo de pagamento pela sua participação. Não serão revelados os dados pessoais dos julgadores voluntários. Os resultados do teste sensorial serão utilizados apenas para durante a pesquisa e, se houver divulgação dos dados do teste, isso não implica e não há a necessidade de divulgar os dados pessoais dos julgadores voluntários.

Assinatura do Pesquisador responsável

Eu, _____

RG: _____, declaro que li as informações contidas nesse termo, declaro também que fui informado(a) pela pesquisadora Simone de Andrade Alves dos procedimentos que serão realizados. Estou ciente que posso retirar-me durante a pesquisa, a qualquer momento, sem qualquer penalidade. Declaro ainda que recebi uma cópia desse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Concordo que os dados da pesquisa sejam divulgados em publicações científicas, desde que minhas informações pessoais não sejam mencionadas.

Piranhas, _____ de _____ de 20_____.

Assinatura: _____.