



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
TESE DE MESTRADO

**TEMA: AVALIAÇÃO DA ACEITABILIDADE DO SUBSTITUTO DE FEIJÃO
PRODUZIDO POR TECNOLOGIA DE EXTRUSÃO A PARTIR DE FARINHAS DE
SOJA, TRIGO E MAPIRA**

ESTUDANTE:
FILIPA ISABEL DUARTE MADEIRA

SUPERVISOR:
PROF. DOUTOR, ENGENHEIRO LOUIS PELEMBE

MAPUTO, NOVEMBRO DE 2017



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

TESE DE MESTRADO Dissertação de Mestrado em vez de tese

TEMA:

**AVALIAÇÃO DA ACEITABILIDADE DO SUBSTITUTO DE FEIJÃO PRODUZIDO
POR TECNOLOGIA DE EXTRUSÃO A PARTIR DE FARINHAS DE SOJA, TRIGO E
MAPIRA**

ESTUDANTE:

FILIPA ISABEL DUARTE MADEIRA

SUPERVISOR:

PROF. DOUTOR, ENG^o LOUIS PELEMBE, UEM (MOÇAMBIQUE)

CO-SUPERVISOR: PROF. SAJID ALAVI, KSU (EUA)

Maputo, Novembro de 2017

Declaração de originalidade do projecto

Declaro que esta dissertação nunca foi apresentada para a obtenção de qualquer grau ou num outro âmbito e que ele constitui o resultado do meu labor individual. Esta dissertação é apresentada em cumprimento parcial dos requisitos para a obtenção do grau de mestrado, da Universidade Eduardo Mondlane.

Filipa Isabel Duarte Madeira

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço á DEUS PAI TODO PODEROSO, pelo dom da vida;

Ao Director Geral do Instituto Superior Politécnico de Manica, Prof. Doutor Rafael Massinga, Á Directora da Divisão da Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Manica, Eng^a. Ana Gomes e Ao Ex Director do curso de Engenharia Zootécnica do Instituto Superior Politécnico de Manica e actual Director Provincial de Ciências e Tecnologia Ensino Ensino Superior e Técnico Profissional de Manica, dr. Norberto Mucave, pelo apoio e tudo que fizeram para que eu cursasse o mestrado;

Ao meu Supervisor Prof. Doutor Eng^o. Louis Pelembe pela atribuição da Bolsa de estudos para a Kansas State University, EUA onde realizei a parte experimental deste trabalho, orientação, sugestões, disponibilidade e sobretudo pela ajuda e tolerância demonstrada para a concretização deste trabalho até ao fim.

Ao meu Co-supervisor Sajid Alavi, Associate Professor and Extrusion Process Engineer na Kansas State University, pelo apoio técnico na condução do processo de extrusão e análises laboratoriais;

Á Doutora Marianne Swaney, Research Assistant Professor, da Sensory and Consumer Research Center Manager at Kansas State University, pelo apoio na condução do teste de aceitabilidade;

Aos colegas do Grain Science and Industry Department, Kansas State University EUA, em especial ao Michael Joseph e Mante Cindy da University of Limpopo, África do Sul, pelo apoio técnico;

Ao Eng^o. Dovel Branquinho, do Instituto Superior Politécnico de Manica pelo apoio técnico;

Aos meus pais, António Albino Madeira e Isabel Duarte, pelo amor incondicional;

Ao meu esposo, Cláudio Marcos Constantino Cumbe, pelo amor e confiança;

Aos meus irmãos, familiares, amigos e colegas do mestrado o meu muito obrigado.

Dedicatória

*Por ser minha fonte de inspiração
E motivo para seguir sempre em frente
Apesar dos obstáculos e constrangimentos,
Dedicado este trabalho á minha Filha:
Ashley Esperança Cláudio Madeira Cumbe,*

ÍNDICE

Declaração de originalidade do projecto.....	i
Agradecimentos	ii
Dedicatória.....	iii
Resumo	vii
Abstract.....	viii
Lista de abreviaturas e acrónimos.....	ix
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Justificação.....	3
1.2. Objectivos.....	4
1.3. Problematização	4
1.4. Hipóteses	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 Origem e história do feijão.....	5
2.2 Classificação e botânica do feijão	5
2.3 A tecnologia de extrusão.....	6
2.3.1 Definição de extrusão.....	6
2.3.2 Funções de uma extrusadora	6
2.3.3 Vantagens de extrusão.....	8
2.3.4 Tipo de extrusadoras	9
2.3.5 Matérias-primas, características e seleção	10
2.3.6 Condições de processamento	10
2.4 Alimento substituto	11
2.5 Mapira (<i>Sorghum bicolor</i>).....	11
2.6 Trigo (<i>Triticum</i> spp).....	12
2.7 Soja (<i>Glycine max</i>).....	12
2.8 Análise sensorial	13
2.8.1Histórico	13
2.8.2 Sentidos humanos envolvidos nas avaliações sensoriais.....	15

2.8.3	Preparo e apresentação das amostras.....	17
2.8.4	Aceitabilidade de um produto.....	19
2.8.5	Preparo das amostras	20
2.8.6	Erros básicos em análise sensorial.....	20
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1	Material	21
3.2	Equipamentos	21
3.3	Material	21
3.4	Soluções	21
3.5.	Formulação do substituto de feijão	21
3.6	Processo de extrusão para a produção de substituto de feijão.....	22
3.7	Análises físico-químicas e nutricionais do substituto de feijão	23
3.7.1	Grau de gelatinização do amido no substituto de feijão	23
3.7.2	Propriedades da pasta do substituto de feijão.....	24
3.7.3	Perdas durante o cozimento.....	24
3.8.	Análise centesimal.....	25
3.8.1	Teor de humidade	25
3.8.2	Determinação de proteína pelo método de Biureto (Carvalho, 2013).....	26
3.8.3	Determinação de cinza (Condeira, 2011)	28
3.9.	Teste de aceitabilidade	30
4.1	Grau de gelatinização do amido no substituto de feijão produzido	32
4.2	Propriedades da pasta	32
4.3	Perdas durante o cozimento.....	33
4.4	Análise centesimal.....	34
4.5	Teste de aceitabilidade	35
5.0	CONCLUSÕES	40
6.0	CONSTATAÇÕES E RECOMENDAÇÕES	41
7.0	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
8.0	ANEXOS	50

Índice de Tabelas

Tabela 1. Ingredientes e quantidades usadas na formulação do substituto de feijão	22
Tabela 2. Preparo das soluções para determinação da proteína	27
Tabela 3. Resultado da análise rápida da viscosidade	32
Tabela 4. Comparação da composição entre o substituto de feijão e feijão vulgar	34

Índice de Figuras

Figura 1. Misturador dupla.....	e	Figura 2. Extrusadora de rosca.....	23
Figura 3. Equipamento usado para determinação do grau de gelatinização (Gelatinizador).....			23
Figura 4. Equipamento usado para determinação da viscosidade (RVA)			24
Figura 5. Excicador contendo amostras de substituto de feijão.....			26
Figura 6. Preparação de amostras	e	Figura 7. Espectrofotômetro	28
Figura 8. Mufla – parte interna.....	e	Figura 9. Mufla – parte externa.....	29
Figura 10. Aparelho de extrator Soxhlet.....			30
Figura 11. Painelista da análise sensorial	e	Figura 12. Utensílios usados para análise sensorial	31
Figura 13. Histograma dos resultados da análise sensorial do substituto de feijão, em relação a frequência dos valores hedônicos atribuídos a aparência			36
Figura 14. Histograma dos resultados da análise sensorial do substituto de feijão, em relação a frequência dos valores hedônicos atribuídos ao sabor.....			36
Figura 15. Histograma dos resultados da análise sensorial do substituto de feijão, em relação a frequência dos valores hedônicos atribuídos a textura.			37
Figura 16. Histograma dos resultados da análise sensorial do substituto de feijão, em relação a frequência dos valores hedônicos atribuídos a Aftertaste.....			37
Figura 17. Histograma dos resultados da análise sensorial do substituto de feijão, em relação a frequência dos valores hedônicos atribuídos a avaliação geral.			38

Resumo

Moçambique é um país tropical onde tradicionalmente se produzem e consomem vários tipos de feijões. É deveras sabido que os feijões têm um papel importante na dieta das populações, por serem uma fonte de proteína de boa qualidade e relativamente barata em relação á outras fontes habituais de proteína, como é o caso do leite e as carnes. O conteúdo proteico dos feijões pode variar de cerca de 20 % á 25 % para além de possuírem uma composição físico-química muito boa e o elevado tempo de cozimento contêm também factores antinutricionais. O presente trabalho teve como objectivo avaliar a aceitabilidade do substituto de feijão que é um produto com propriedades nutricionais e formato semelhantes ao feijão manteiga (*Phaseolus vulgaris* L.), diferenciando-se na característica difícil de cozer e aspectos anti nutricionais, através do processo de extrusão, usando combinação de farinhas de soja, trigo e mapira que contêm em média 24.8 %, 35 % e 35 % respectivamente. Essas farinhas foram escolhidas por serem alimentos relativamente baratos e amplamente consumidos pelos moçambicanos. O produto formulado apresentou teor de humidade de 7.1 %, proteína 51.8 %, cinzas 4.8 % e gordura 25.6 %. O grau de gelatinização de amido mostrou que o amido foi completamente gelatinizado durante o processo de extrusão. Os resultados da análise sensorial mostraram valores de aceitabilidade acima dos 75 %, sendo que as amostras com tempero (sal (NaCl), óleo de soja, pó de caril Rajah (composto por: coentro, açafião, alho, grama de bengala, pimenta, mostarda amarela, feno-grego, folhas de louro, sal, cominho, erva-doce) cebola, tomate, pimento verde e cenoura), tiveram maior aceitação em relação a amostra sem tempero.

Palavras-chave: substituto de feijão, extrusão, análise sensorial

Abstract

Mozambique is a tropical country where many types of beans are traditionally produced and consumed. It is well known that beans have an important role in the diet of populations, as they are a source of good quality and relatively cheap protein compared to other usual sources of protein, such as milk and meats. The protein content of the beans may vary from about 20% to 25%, in addition to having a very good physic-chemical composition and the high cooking time also contain antinutritional factors. The objective of the present work was to evaluate the acceptability of the bean analog, which is a product with nutritional properties and format similar to common bean (*Phaseolus vulgaris L.*), differing in the characteristic ward to cook and anti-nutritional aspects, through the process of Extrusion, using a combination of flour of soybean, wheat and sorghum, which contain, on average, 24.8%, 35% and 35% respectively. These flours were chosen because they are relatively cheap and widely consumed by Mozambicans. The formulated product had a moisture content of 7.1%, protein 51.8%, ash 4.8% and fat 25.6%. The degree of gelatinization of starch showed that the starch was completely gelatinized during the extrusion process. The results of the sensorial analysis showed values of acceptability above 75%, and the samples with seasoning (salt (NaCl), soybean oil, Rajah curry powder (composed by coriander, saffron, garlic, bengal grass, yellow mustard, fenugreek, bay leaves, salt, cumin, fennel) onion, tomato, green pepper and carrot, had greater acceptance in relation to the sample without seasoning.

Key words: bean analog, extrusion, sensory analysis

Lista de abreviaturas e acrónimos

% - Percentagem

⁰C – graus Celcius

cP - Centipoise

DSC – Differential Scanning Calorimeter

EUA – Estados Unidos de América

USDA – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

Kg – Quilograma

CLUSA – Cooperative League of the USA

Ho – hipótese nula

H₁ – hipótese alternativa

HT – higher temperature

ST – short time

MIC – Ministério da Indústria e Comércio

CIM – Companhia Industrial da Matola

MZN – Moeda moçambicana (metical)

nm – nanómetro

g/L – gramas por litro

L - litros

ISO – Organização Internacional para Padronização

RVA - Rapid Viscosity Analyzer

mg/L – miligramas por litro

ml - mililitro

Qt - quantidade

FDT – fibra em detergente neutro

Kcal – quilo calorias

AACC – American Association of Cereal Chemists

g – grama

μ - micro

NaOH – hidróxido de sódio

w/v – weight per volume

UNCOOKED – substituto de feijão cru

T1 – tratamento 1

T2 – tratamento 2

T3 – tratamento 3

833 – tratamento 1

471 – tratamento 2

527 – tratamento 3

Visc – viscosidade

1. INTRODUÇÃO

Feijões como o feijão vulgar, nhemba, bóer e soroco fazem parte da dieta humana há mais de 10.000 anos (Albala, 2007). As leguminosas são as maiores contribuintes de proteínas e calorias para muitas famílias, especialmente nas regiões em desenvolvimento como a África Subsaariana, América do Sul e Central e Ásia, onde a proteína animal é inacessível, escassa, ou por causas culturais, religiosas e económicas (El-Maki *et al.*, 2007).

O feijão manteiga (*Phaseolus vulgaris* L.) é nutricionalmente rico, contem entre 18 á 40 % de proteína e 38 á 60 % de carboidratos (Queiroz *et al.* 2002), micronutrientes e minerais como ácido fólico, riboflavina, niacina, cálcio, zinco, fósforo, potássio, magnésio, ferro e fibras (Jones, 1999), fitoquímicos e ácidos graxos insaturados (Boateng *et al* 2008; Tosh e Yada 2010). Apesar destes benefícios todos, o feijão leva muito tempo para cozer, apresenta substâncias de natureza anti nutricional, como inibidores de proteases, de amilases, lectinas, taninos, fitatos, oligossacarídeos tipo rafinose, estaquiase e verbascose, que possuem ligações alfa-galactosídicas, que não são digeridas pelo ser humano, ocasionando meteorismo e flatulência, devido à produção de dióxido de carbono, hidrogénio e metano, que são produtos de fermentação pelas bactérias do trato intestinal (Silva e Braga, 1982; Vidal-Valverde *et al.*, 1993).

Uma nova abordagem para aumentar o valor nutricional do feijão para as populações subnutridas é o uso de extrusão para projectar 'feijões pré-cozidos' usando combinações de farinhas. O conceito de produção de alimentos substitutos, é um produto que imita o natural que é uma tendência recente que fornece meios para reforçar as propriedades nutricionais, aumentar a homogeneidade dos constituintes, melhorar o método de preparação, reduzir o custo de produção e produzir alimentos com maior aceitação. Assim sendo, produziu-se o substituto de feijão usando cereais (mapira e trigo) e leguminosa (soja) que são parte integrante da dieta normal dos moçambicanos.

O sorgo (*Sorghum bicolor*), também conhecido como mapira em Moçambique, é o quinto grão mais produzido no mundo antecedido pelo trigo, o arroz, o milho e a cevada. Em Moçambique a produção média de mapira por agregado familiar em 2002 e 2003 foi de 194,06 Kg (Relatório de Pesquisa No. 3P, 2006).

Estima-se que a produção do trigo (*Triticum spp*) em Moçambique seja inferior a 3000 toneladas métricas por ano, e portanto o país depende das importações, tanto comerciais como na forma de

ajuda alimentar, para abastecer aos consumidores (Muendane, Zandamela e Schalke, 2000). A soja (*Glycine max*) tem um enorme potencial de crescimento em Moçambique. Desde a sua reintrodução nos anos 80, a produção do cereal tem aumentado de forma constante a um ritmo de cerca de 60 % de crescimento médio anual nos últimos 5 anos. É sabido e desejável para que um produto seja considerado como aceite, em termos de suas propriedades sensoriais, é necessário que se obtenha um índice de aceitabilidade de no mínimo 70 %. (CELLA, *et al*). Por essa razão neste trabalho fez-se o teste de aceitabilidade do substituto de feijão.

1.1. Justificação

Apesar da redução geral da pobreza no mundo, a segurança alimentar e nutricional em África está a piorar e causou imensas perdas de vidas e meios de subsistência na década passada. Leguminosas, incluindo feijão vulgar, têm sido um dos principais contribuintes de proteínas e calorias nesta parte do mundo (El-Maki et al., 2007). Apesar destes benefícios todos o feijão leva muito tempo para cozer, apresenta substâncias de natureza anti nutricional, como inibidores de proteases, de amilases, lectinas, taninos, fitatos, oligossacarídeos tipo rafinose, estaquiase e verbascose, que possuem ligações alfagalactosídicas, que não são digeridas pelo ser humano, ocasionando meteorismo e flatulência, devido à produção de dióxido de carbono, hidrogénio e metano, que são produtos de fermentação pelas bactérias do trato intestinal (Silva e Braga, 1982; Vidal-Valverde *et al.*, 1993). Como forma de redução do tempo de cozedura, tem-se colocado de molho o feijão vulgar durante a noite. Segundo Barampama e Simard, (1995); Rehman, (2004) e Toledo *et al.*, (2008), o tempo de cozedura diminui à medida que aumenta o tempo de exposição à água, no entanto, a maioria dos macro e micronutrientes, principalmente minerais e vitaminas são perdidos durante estes processos. A cozedura do feijão sem a água de maceração, influencia também no teor de compostos fenólicos, provocando uma redução no seu teor (Rámirez-Cárdenas *et al.*, 2008, Toledo *et al.*, 2008, Granito *et al.*, 2008).

A produção do substituto de feijão é um meio de agregar qualidade nutricional, favorecendo a degradação de factores anti nutricionais termo-sensíveis presentes nos feijões e maior digestibilidade de nutrientes aos alimentos por via de processo de extrusão, usando cereais e leguminosas disponíveis no mercado moçambicano. O uso do substituto de feijão é vantajoso porque para além de ser mais rico em proteína que o feijão vulgar, leva menos tempo à confeccionar, sendo apenas necessário coloca-lo de molho por uma hora e em seguida pô-lo em água fervente cozerá em 20 min, o que implicará menor gasto de energia em relação ao feijão vulgar.

1.2. Objectivos

Geral

- ✓ Avaliar a aceitabilidade do substituto de feijão produzido por tecnologia de extrusão a partir de diferentes farinhas

Específicos

- ✓ Determinar as propriedades físico-químicas e nutricionais do substituto de feijão produzido por tecnologia de extrusão a partir de diferentes farinhas;
- ✓ Testar a aceitabilidade do substituto de feijão produzido por tecnologia de extrusão a partir de diferentes farinhas pelos consumidores.

1.3. Problematização

O feijão apesar de ser rico em proteína e micro nutrientes, tem tomado muito tempo das famílias no que se refere ao seu cozimento (cerca de 3 a 4 horas), e conseqüente gasto de energia independentemente da fonte de energia, aliado a isso, o consumo de feijão provoca flatulência, sendo isso considerado um factor limitante da sua ampla utilização na dieta humana, dado o desconforto físico e social (Bressani, 1993). Produzir o substituto de feijão usando a tecnologia de extrusão permite a manipulação de ingredientes que podem ajudar a corrigir as deficiências em nutrientes, flatulência, factores anti nutricionais e a característica "difícil de cozer", apresentada pelo feijão manteiga.

1.4. Hipóteses

H_0 – O substituto de feijão tem aceitação no mercado;

H_1 – O substituto de feijão não tem aceitação no mercado.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origem e história do feijão

Leguminosas como feijão vulgar, nhemba, bóer e soroco fazem parte da dieta humana há mais de 10.000 anos (Albala, 2007). O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos alimentos mais antigos, sendo utilizado desde os primeiros registos da humanidade. No Egito e na Grécia prestavam culto ao feijão como símbolo da vida. Em Roma era usado em festas gastronómicas sendo também utilizado como forma de pagamento.

Muitos historiadores atribuem a expansão mundial do feijão como consequência das guerras, uma vez que fazia parte integrante da dieta dos guerreiros. É sugerida a existência de três centros primários de diversidade genética na origem do feijão (Azevedo, 2014). O mesoamericano, tendo como zona principal o México e a Guatemala, o sul e o norte dos Andes. Foram também identificados outros centros secundários em algumas regiões da Europa, Ásia e África, onde foram introduzidos genótipos americanos (Embrapa, 2007).

2.2 Classificação e botânica do feijão

O feijão comum, pertencente à classe Dicotyledoneae, família Leguminosae, subfamília Papilionoidae e género *Phaseolus*. A espécie *P. vulgaris*, vulgarmente designada por feijão comum ou vulgar, é a mais difundida e consumida em diversos países (Prolla, 2006).

É uma planta herbácea, trepadeira ou rasteira, cujo ciclo de vida varia de aproximadamente 65 a 120 dias, dependendo da variedade e das condições da época de cultivo. Apresenta vagens rectas ou ligeiramente curvas, achatadas ou arredondadas, com bico recto ou curvado, em geral com 9 a 12 cm de comprimento, e com 3 a 7 sementes (Prolla, 2006).

As variedades do feijão apresentam diferenças agronómicas e tecnológicas devidas principalmente ao genótipo da planta. Contudo, o melhoramento genético e as adversidades climáticas também influenciam este perfil. Estas alterações acabam por modificar a composição química das sementes com aperfeiçoamento de algumas características relativamente a outras.

Afonso (2010) citando Sammán (1999), diz que as qualidades nutricionais podem variar de ano para ano, tal facto pode ser atribuído ao ano de cultivo.

2.3 A tecnologia de extrusão

2.3.1 Definição de extrusão

A extrusão é a operação de moldar um material orgânico ou inorgânico, forçando-o através de um punho. Rossen e Miller (1973) propuseram a definição prática: " extrusão de alimentos é um processo em que um material alimentar é forçado a fluir, com uma ou mais variedades de condições de mistura, aquecimento e corte, através de um punho que se destina a formar e secar os ingredientes. "

Segundo Rossen e Miller (1973) a extrusadora de alimentos acelera o processo de elaboração e de reestruturação para ingredientes alimentares. Extrusadoras podem ser usadas para cozinhar, forma, misturar, texturizar, e moldar produtos alimentares em condições que favorecem a retenção de qualidade, alta produtividade e baixo custo. O uso de extrusadoras tem vindo a expandir-se rapidamente pelas indústrias alimentares e alimentos para animais ao longo dos últimos anos.

Para Smith (1969 e 1971) a extrusão é um processo de aquecimento de alta temperatura/curto-tempo (HT / ST), que minimiza a degradação dos nutrientes dos alimentos ao mesmo tempo que melhora a digestibilidade da proteína (por desnaturação) e amido (por gelatinização).

2.3.2 Funções de uma extrusadora

De acordo com Smith (1969 e 1971), as condições geradas pela extrusadora permitem o desempenho de muitas funções que fazem com que ela seja utilizada para vários alimentos para humanos, animais, e aplicações industriais, algumas dessas funções são os seguintes:

1. Aglomeração: Os ingredientes podem ser compactados e aglomerados em pequenos pedaços.

2. Desgaseificação: Ingredientes que contêm bolsões de gás podem ser desgaseificados por processamento por extrusão.
3. Desidratação: Durante o processamento normal de extrusão pode ocorrer uma perda de 4-5% de humidade.
4. Ampliação: A densidade do produto pode ser controlada por condições de operação e configuração da extrusadora.
5. Gelatinização: cozimento por extrusão melhora a gelatinização do amido.
6. Moagem: Ingredientes podem ser moídos no barril de extrusão durante o processamento.
7. Homogeneização: Uma extrusadora pode homogeneizar ingredientes pouco atraentes para formas mais aceitáveis.
8. Mistura: Uma variedade de parafusos está disponível, e pode causar a quantidade desejada de mistura de acção no barril de extrusão.
9. A pasteurização e a esterilização: por ser uma tecnologia que usa altas temperaturas, pode ocorrer a pasteurização ou mesmo esterilização dos ingredientes.
10. Desnaturação de proteínas: proteína animal e vegetal podem ser desnaturadas.
11. Moldagem: Uma extrusadora pode fazer qualquer forma desejada do produto, alterando o molde na extremidade do barril de extrusão.
12. Cisalhamento: Uma configuração especial dentro do tambor da extrusadora pode criar a acção de corte desejada para um determinado produto.

13. Alteração da textura: As texturas físicas e químicas podem ser alteradas no sistema durante o processo de extrusão.
14. Cozimento: O efeito de cozedura desejada pode ser conseguido pelo processo de extrusão.
15. Unificar: Linhas diferentes de ingredientes podem ser combinados em um produto para a produção de características especiais usando uma máquina de extrusão.

2.3.3 Vantagens de extrusão

De acordo com Smith (1969 e 1971) as principais vantagens da tecnologia de extrusão, em comparação com métodos tradicionais de processamento de alimentos e alimentos para animais, são as seguintes:

- a. Adaptabilidade: o processo de extrusão é extremamente adaptável para acomodar a demanda dos consumidores por novos produtos.
- b. Características do produto: uma variedade de formas, texturas, cores e aparências podem ser produzidas, o que não é facilmente aplicável em outros métodos de produção.
- c. Eficiência energética: extrusadoras operam com baixa umidade durante o cozimento de alimentos.
- d. Custo: A extrusão tem um custo de processamento menor em relação á outros processos de cozimento.
- e. Economia: poupa matéria-prima em 19 %, trabalho em 14 %, poupa também o investimento de capital em 44 % e requer menos espaço por unidade de operação do que os sistemas tradicionais de cozimento.

- f. Inovação: a extrusão pode modificar proteínas animais e vegetais, amidos, e outros materiais de alimentos para produzir uma variedade de novos e únicos produtos alimentares.
- g. Produtividade e automação: uma extrusadora fornece processamento de alto rendimento contínuo e pode ser totalmente automatizada.
- h. Qualidade do produto: cozimento por extrusão em altas temperaturas destrói compostos anti nutricionais, isto é, inibidores de tripsina e enzimas indesejáveis, tais como lipase, lipoxidases, e micro-organismos.
- i. Produção de efluente: este processo não produz nenhum efluente, isto é uma vantagem muito importante para as indústrias alimentares e alimentos para animais, dado que os novos regulamentos ambientais são rigorosos e dispendiosos.
- j. Reactor contínuo: extrusadoras estão sendo usados como reactores contínuos em vários países para desativação de aflatoxinas nos derivados de amendoim e destruição de alérgenos e compostos tóxicos em farinha de semente de oleaginosas.

2.3.4 Tipo de extrusadoras

Na indústria alimentar de hoje, o termo extrusadora significa tipicamente uma máquina com um parafuso rotativo que se encaixa num cilindro para transmitir um fluido que processa continuamente um produto. Extrusadoras podem ser projectadas para exercer funções como moagens, mistura, homogeneização, cozedura, arrefecimento, vacuum, modelagem, corte e operações de enchimento. (Harper, 1978).

Nem todas as extrusadoras são do tipo de texturização de cozimento. Existem vários tipos diferentes de extrusadoras disponíveis no mercado. Alguns exemplos incluem extrusadoras

secas, extrusadoras de voo interrompido, extrusadoras de parafuso único, e extrusadoras de parafusos duplos ou gémeos (Harper, 1978).

2.3.5 Matérias-primas, características e seleção

As matérias-primas são selecionadas principalmente com base em suas contribuições nutricionais, em segundo lugar, a economia entra no processo de selecção e por fim em terceiro lugar, a disponibilidade de matéria-prima torna-se um factor.

Armazenamento e processamento de matérias-primas antes da extrusão influenciam grandemente na sua reacção ao calor, pressão e cisalhamento. Por exemplo, os compostos químicos de cereais, depois de amadurecimento, reconhecem factores que são mudanças bioquímicas que ocorrem em grãos durante o armazenamento (Rokey, 1994 & 1995)

2.3.6 Condições de processamento

Familiaridade com as propriedades de ingredientes de extrusão e a interação de tais parâmetros dos equipamentos, como a velocidade do parafuso e desenho de *hardware* pode permitir uma classificação geral de todas as extrusadoras em três categorias.

Rokey (1994 & 1995), classifica as extrusadoras por tensão de corte relativo e categorias de produtos que são:

- i. Extrusadoras de estresse de baixo cisalhamento, são utilizados para densificar o material de que é geralmente elevado em humidade. Um exemplo de produtos produzidos por extrusão de alimentos nesta categoria são massas.
- ii. Extrusadoras de baixa velocidade que têm uma longa relação comprimento-diâmetro conferem baixos níveis de energia mecânica por unidade de taxa de transferência. A maioria dos alimentos para animais aquáticos e alimentos, juntamente com proteínas texturizadas, se enquadram na categoria de estresse médio de cisalhamento.

Extrusadoras de alto cisalhamento, são utilizados para produção de produtos com níveis de humidade relativamente menores. Note-se que o uso de energia mecânica é mais elevado. Produtos altamente expandidos fazem parte desta categoria. (Rokey, 1994 & 1995)

2.4 Alimento substituto

É um produto que imita o natural, é uma tendência recente que forneceu meios para reforçar propriedades nutricionais, aumentar a homogeneidade dos constituintes, melhorar o método de preparação, reduzir o custo de produção e produzir alimentos com maior aceitação. Alguns exemplos incluem arroz extrusado, que existe em várias formas e é feito de diferentes ingredientes tais como trigo, farinhas de soja e arroz com adição de micronutriente como vitamina A, que é insuficiente no arroz natural (Gonzalez *et al* 2002). Um outro exemplo é o arroz artificial, produzido por Alavi *et al.* 2008, que foi feito através do processo de extrusão, por extrusadora de parafuso duplo usando farinha de arroz, mistura de fortificantes e água. Este processo envolveu temperaturas relativamente elevadas (70 – 110 °C) e resultou em arroz pré-cozido, com aparência similar no brilho e transparência aos grãos de arroz regular. Outro produto é a lentilha artificial, que tem tido grande aceitação entre o povo do subcontinente da Índia por causa de seus atributos de qualidade e semelhança com lentilha natural (Abu-Ghoush *et al.* 2015).

2.5 Mapira (*Sorghum bicolor*)

A mapira é o quinto cereal mais importante no mundo, superado apenas por trigo, arroz, milho e cevada. É cultivado em áreas e situações ambientais muito secas e/ou muito quentes, onde a produtividade de outros cereais é antieconómica (Awika *et al* 2004). Actualmente, mais de 35 % é cultivado directamente para o consumo humano e o restante é usado, principalmente, na alimentação animal (Awika *et al* 2004).

Estima-se que o mapira tem sido utilizado como alimento básico de mais de 500 milhões de pessoas que vivem em países em desenvolvimento, principalmente nos continentes africano e asiático (Mutisya *et al.*, 2009). Nesses continentes, o cereal chega a suprir 70 % da ingestão calórica diária tendo, dessa forma, papel fundamental na segurança alimentar (Dicko *et al.*; Mutisya *et al.*, 2009 & Awika *et al* 2004).

Dados relatados pela USDA, (2010) mostram que os carboidratos correspondem aproximadamente á 74,63 %, os lípidos correspondem a cerca de 3 % do cereal. A maioria dos génotipos apresenta maior teor de ácidos graxos polinsaturados do que monoinsaturados. As

concentrações dos principais ácidos graxos variam de 31.1 a 48.9 % para o ácido oleico; 0.4 a 0.6 % de palmitoléico; 27.6 a 50.7 % de linoleico; 1.7 a 3.9 % de linolênico; 1.01 a 2.6 % de esteárico e 11.7 a 20.2 % de palmítico. O teor de proteínas do mapira corresponde a, aproximadamente, 11.3 % do grão de mapira (USDA, 2010). Também pode ser considerado uma boa fonte de vitaminas do complexo B como, por exemplo, tiamina, riboflavina e piridoxina, e das vitaminas hidrossolúveis A, D, E e K. O cereal é rico em minerais como fosforo, potássio e zinco (Dicko *et al.*, 2006).

2.6 Trigo (*Triticum spp*)

Segundo Costa *et al* (2008), citando Ferreira (2003) e Gieko, *et al*, (2004), o trigo possui importante papel no aspecto social e económico da alimentação humana, pois a sua farinha é largamente utilizada na indústria alimentícia.

O consumo do trigo nos países tropicais, como Moçambique, tem aumentado na ordem de 2 a 5 % ao ano, paralelamente tem ocorrido uma maior importação de trigo por esses países, já que a sua produção interna não atende a demanda do consumo. Costa *et al* (2008) citando Camargo, Ferreira-filho e Salomon, (2004).

Em Moçambique, a indústria local adquire a farinha de trigo para usá-la no fabrico de pão, biscoitos, massas alimentícias e outros produtos, mas a panificação é o mais importante, (Muendane, Zandamela e Schalke 2000).

2.7 Soja (*Glycine max*)

A soja e os seus derivados vêm sendo amplamente estudados devido ao seu valor nutricional, sua utilização diversa nas indústrias como alimento funcional (Ciabotti *et al* 2006). Além das propriedades nutricionais básicas, o consumo da soja produz efeitos benéficos á saúde, reduzindo desta forma os riscos de algumas doenças degenerativas e crónicas. A soja é rica em proteínas de alto valor biológico e de baixo custo, possui ácidos gordos polinsaturados, compostos fotoquímicos e é uma excelente fonte de minerais e vitaminas do complexo B (Silva, *et al.* 2006).

Com o crescimento da produção de soja e do conhecimento deste produto pela população, o consumo foi aumentando e além do óleo de soja, que sempre foi o principal produto

comercializado, foram sendo desenvolvidos outros produtos como leite de soja, iogurte de soja, papa instantânea, queijo de soja, farelo de soja, farinha de soja, concentrado e isolados proteicos de soja, proteína texturizada de soja entre outros (Guerreiro, 2006). O mercado de alimentos de soja e seus derivados tem apresentado um aumento significativo, em virtude das evidências científicas sobre os efeitos benéficos para a saúde, sobre tudo na prevenção de doenças cardiovasculares, cancro, osteoporose, assim como nos sintomas adversos pós-menopausa, entre outros.

A soja tem um enorme potencial de crescimento em Moçambique. Desde a sua introdução nos anos 80, a produção da leguminosa tem aumentado de forma constante a um ritmo de cerca de 60 % de crescimento médio anual nos últimos 5 anos. Apesar destes grandes avanços, estima-se que mais do que 50 % do total da soja consumida em Moçambique é ainda importado de países como a África do sul, Argentina, Índia e Malawi (Sutton, 2014).

Ainda segundo Sutton (2014), existem duas realidades distintas no mundo da soja moçambicana: a realidade do centro-norte e a do sul. A região centro-norte, principalmente as províncias de Tete, Zambézia e Manica, é a principal área de produção de soja do país e onde a maior parte do consumo de soja é satisfeita pela produção local. A região sul é a maior área de consumo de soja devido à presença de grandes fábricas de ração com a CIM e a MEREC. Seria lógico assumir que a soja da área de produção estaria a ser transportada para o sul para ser processada e consumida. No entanto, os altos custos de logística e transporte representam um obstáculo a essa integração regional. Na prática o que se verifica é a procura da região sul ser completamente satisfeita por importações.

2.8 Análise sensorial

2.8.1 Histórico

Os métodos de degustação, como forma de fazer a análise sensorial de alimentos, foram aplicados pela primeira vez na Europa, com o objectivo de controlar a qualidade das indústrias de cerveja e bebidas destiladas. Nos Estados Unidos, durante a segunda guerra mundial, surgiu a necessidade de produzir alimentos de qualidade e que não fossem rejeitados pelos soldados do

exército. A partir desta necessidade surgiram então os métodos de aplicação da degustação, estabelecendo a análise sensorial como base científica (Teixeira, 2009 citando Monteiro, 1984 & Chaves, 1998).

Segundo Teixeira (2009) citando Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (1993), análise sensorial é a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição. A análise sensorial normalmente é realizada por uma equipe montada para analisar as características sensoriais de um produto para um determinado fim. Várias são as qualidades que podem-se avaliar, desde a seleção da matéria-prima a ser utilizada em um novo produto, o efeito de processamento, a qualidade da textura, o sabor, até a estabilidade de armazenamento.

A análise sensorial é realizada em função das respostas transmitidas pelos indivíduos às várias sensações que se originam de reações fisiológicas e são resultantes de certos estímulos, gerando a interpretação das propriedades intrínsecas aos produtos. O estímulo é medido por processos físicos e químicos e as sensações por efeitos psicológicos. As sensações produzidas podem dimensionar a intensidade, extensão, duração, qualidade, gosto ou desgosto em relação ao produto analisado através de uma avaliação em que os indivíduos, utilizam os sentidos da visão, olfato, audição, tato e gosto. (Zenebon, Pascuet, & Tiglea, 2008 citando Rodas e Torres).

A análise sensorial é usada para determinar a aceitabilidade e qualidade dos alimentos, com auxílio dos órgãos dos sentidos humanos. Seu uso vai desde as equipes sensoriais na indústria até a análise do efeito da embalagem no produto; além do monitoramento, melhoramento ou lançamento de novos produtos no mercado (Oliveira, 2010).

Os atributos sensoriais definem a qualidade sensorial do alimento e conseqüentemente a aceitação ou rejeição por parte dos consumidores. Portanto, identificar quais atributos são desejáveis em determinado alimento se constitui uma ferramenta muito valiosa, atributos sensoriais devem ser atenuados, intensificados, suprimidos ou incorporados em um produto para

que ele possa atender as expectativas dos consumidores e, ainda, superar seus concorrentes (Stone & Sidel,1993).

2.8.2 Sentidos humanos envolvidos nas avaliações sensoriais

São reconhecidos cinco sentidos humanos e os respectivos receptores são: o olho humano é responsável pelo sentido da visão, o nariz é responsável pelo olfato, o ouvido é responsável pela audição, a pele é responsável pelo sentido do tato e a língua pelo gosto (Gretag Macbeth, 1997).

2.8.2.1 Visão

A visão antecipa-se na recepção a todas outras informações. Ela dá informação sobre o estado, tamanho, forma, textura e cor do alimento. As características visuais do alimento induzem o consumidor a esperar certo sabor correspondente (Dutcosky, 2011). No olho humano, ocorre um fenómeno complexo se um sinal luminoso incide sobre a capa fotossensível, a retina, provocando impulsos elétricos que, conduzidos pelo nervo óptico ao cérebro, geram a sensação visual que é, então, percebida e interpretada. O olho, como órgão fotorreceptor, percebe a luz, o brilho, as cores, as formas, os movimentos e o espaço (Zenebon, Pascuet, & Tiglea, 2008 citando Rodas e Torres)

2.8.2.2 Olfato

Segundo Dutcosky, (2011) os cheiros são produzidos por misturas extremamente complexas de moléculas voláteis odoríferas. Enquanto se mastiga um alimento, seu aroma característico é liberto na boca, passando às narinas pela nasofaringe até o epitélio olfatório. A mucosa do nariz humano possui milhares de receptores nervosos e o bulbo olfativo está ligado no cérebro a um “banco de dados” capaz de armazenar, em nível psíquico, os odores sentidos pelo indivíduo durante toda a vida. Em média, o ser humano pode distinguir de 2000 a 4000 impressões olfativas distintas. Para avaliar o poder de discriminação, certas substâncias químicas comuns ou raras podem ser apresentadas ao indivíduo para reconhecimento e identificação, como por

exemplo: acético, alcoólico, amoníaco, sulfídrico, pinho, lenhoso, cítrico, caramelo, mentol, eugenol, etc. (Zenebon, Pascuet, & Tiglea, 2008 citando Rodas e Torres).

2.8.2.3 Audição

Ao serem consumidos os alimentos originam certos sons característicos. Os sons provocados pela mordida ou mastigação completam a percepção da textura e fazem parte da satisfação de comer (Dutcosky, 2011). Para avaliar a capacidade de discriminação de indivíduos, algumas características peculiares dos produtos podem ser empregadas utilizando simultaneamente os sentidos da audição e tato, como por exemplo: a dureza, a crocância, a mordida e o grau de efervescência, cujos sons ou ruídos são reconhecidos pela quebra e mordida entre os dentes e o borbulhar do alimento. (Zenebon, Pascuet, & Tiglea, 2008 citando Rodas e Torres)

2.8.2.4 Tato

Segundo Dutcosky (2011) e Zenebon, Pascuet, & Tiglea, (2008) citando Rodas e Torres (N/D) o tato é toda sensibilidade cutânea humana e fornece informação sobre a textura, forma ou figura, peso, temperatura e consistência de um produto alimentício ao nível da boca e da mão. Ao tocar o alimento com as mãos ou com a boca, o indivíduo facilmente avalia sua textura, mais do que quando utiliza a visão e a audição. A textura é definida como a força requerida para romper uma substância entre os dentes molares (sólidos) ou entre a língua e o palato (semi-sólidos), (Zenebon, Pascuet, & Tiglea, 2008 citando Rodas e Torres (N/D).

2.8.2.5 Gosto

Na boca, a língua é o maior órgão sensorial e está recoberta por uma membrana cuja superfície contém as papilas, onde se localizam as células gustativas ou botões gustativos e os corpúsculos de Krause, com as sensações táteis (Laing & Jinks, 1996). Segundo Dutcosky (2011) são reconhecidos cinco gostos por certas regiões da mucosa da boca e da língua que são: doce, salgado, ácido, amargo e sendo citado também o umami. O mecanismo de transmissão da sensação gustativa se activa quando estimulado por substâncias químicas solúveis que se difundem pelos poros e alcançam as células receptoras que estão conectadas, de forma única ou conjuntamente com outras, a uma fibra nervosa que transmite a sensação ao cérebro.

A sensibilidade não se limita apenas à língua, pois outras regiões também respondem aos estímulos, como o palato duro, amígdalas, epiglote, mucosa dos lábios, as bochechas e superfície inferior da boca. Algumas soluções químicas em concentrações diferentes são utilizadas para avaliar o poder de discriminação pelo reconhecimento, como por exemplo: a sacarose, 5.76 g/L (doce); o cloreto de sódio, 1.19 g/L (salgado); a cafeína, 0.195 g/L (amargo); o ácido cítrico, 0.43 g/L (ácido); o glutamato monossódico, 0.595 g/L (umami) e o sulfato heptahidratado de ferro II, 0.00475 g/L (metálico) (ISO/DIS 3972/1979). O espectro de gostos também pode incluir a presença de gostos secundários (alcalino e metálico) e os elementos sensíveis à química comum (adstringente, refrescante, ardente, quente e frio). As sensações denominadas “picantes” também definidas como “ardentes” ou “pungentes”, não são consideradas estímulos puros, pois se percebe em toda a língua e garganta. (Zenebon, Pascuet, & Tiglea, 2008 citando Rodas e Torres N/D)

2.8.3 Preparo e apresentação das amostras

A sala de preparo de amostras deve ter todo o material necessário para o trabalho. As amostras devem ser apresentadas em recipientes adequados, uniformes, limpos, sem odores ou sabores residuais e em tamanho adequado.

Para amostras líquidas usa-se aço inox, vidro e alguns plásticos, sendo que para bebidas quentes pode-se usar recipientes de cerâmica e para bebidas muito frias recipientes de vidro. (Moraes, 1988)

Para alimentos sólidos pode-se usar pratos ou pires de papel, plástico ou vidro, além de folha de alumínio. Os talheres devem ser preferencialmente de aço inox (Moraes, 1988). Para os degustadores não sofrerem qualquer influência psicológica, as amostras devem ser devidamente preparadas antes de serem apresentadas para a análise (Anzaldúa-Morales, 1994).

Segundo Teixeira, Meinert, & Barbeta, (1987) a duração da análise e o intervalo entre uma prova e outra devem ser suficientes para evitar saturação dos receptores olfatórios, principalmente se a análise for exclusivamente sobre odor. Para evitar interferências na análise

do sabor, os utensílios devem estar limpos, e o ambiente ausente de odores fortes, pois estes podem interferir na análise.

Para alimentos que apresentem sabor residual, é recomendado limpar a boca com alguns alimentos, como maçã, cenoura, biscoito sem sal e outros. A prática de enxaguar a boca com água entre as provas pode ou não ser adoptada, mas caso seja deve ser realizada do início ao fim das provas (Monteiro, 1984).

A quantidade de amostra a ser avaliada deve ser suficiente para apreciação pelo juiz. Em relação a alimentos líquidos, indica-se 16 ml por amostra, e para alimentos sólidos 25-28 g por amostra; se o material avaliado for uma bebida indica-se até 50 ml por amostra, conforme disponibilidade de material e número de testes que o juiz irá fazer no mesmo dia (Monteiro, 1984 & Moraes, 1988).

A temperatura das amostras deve ser uniforme e preferencialmente igual àquela que é de costume consumir. Porém a percepção das papilas fica prejudicada quando em temperaturas muito altas ou muito baixas, sendo indicadas algumas temperaturas ideais para a análise de alguns alimentos (Monteiro, 1984).

Quanto a codificação da amostra, esta deve ser feita de modo a não induzir a classificações, sendo, por isso, desaconselhável o uso de numeração simples (1, 2, 3..) ou por letras (a, b, c..), pois pode-se induzir a classificar a mostra “1” ou “a” como melhor, para tal recomenda-se a utilização de código feito com três dígitos aleatoriamente, como por exemplo: 452, 604, etc, para cada amostra (Anzaldúa-Morales, 1994).

Ainda segundo Anzaldúa-Morales, (1994) os questionários devem ser atrativos, simples e adequados para o tipo de juiz, sendo um questionário para cada teste. Deve ter espaço para preenchimento do nome do juiz e da data, e os dados dos testes devem ser registrados em outra ficha e só depois analisados conjuntamente.

O factor horário da prova é muito importante, pois o apetite, tanto exacerbado quanto ausente, pode interferir no resultado. Por isso recomenda-se realizar a prova duas horas antes ou depois

das refeições. (Pedrero e Pangborn, 1989). Quanto ao procedimento dos testes, a equipe deve ser instruída de forma clara e objectiva de como deverá proceder. É importante reforçar alguns procedimentos, como lavar a boca com água (ou com pão, biscoito ou maçã) em cada troca de amostra e sempre prová-las da esquerda para a direita.

Não há interferência no teste em si se o juiz engolir ou não as amostras, porém recomenda-se que ele cuspa, para evitar desconfortos como enjoo, sensação de saciedade, entre outros, que poderiam interferir no sucesso das provas, principalmente se consistirem de muitas amostras.

A análise sensorial é medida por meio das reações pessoais dos juízes, por isso existe uma certa vulnerabilidade dos resultados a essas reações. Para minimizar esse tipo de interferência pessoal na análise, a aplicação dos testes deve ser cercada de cuidados, a fim de evitar erros, descritos por Anzaldúa-Morales (1994):

- ✓ Para evitar cometer o erro de expectativa, não devem ser dadas informações sobre o teste a ser realizado, apenas aquelas que forem necessárias sobre o produto e o procedimento a ser seguido. Por este motivo, não devem participar do teste pessoas envolvidas com o desenvolvimento da pesquisa;
- ✓ Para evitar que o juiz seja influenciado por características que não são importantes na análise do produto, e nem relacionar uma característica logicamente com outra (erro de estímulo e/ou lógica), as amostras devem ser apresentadas de forma homogênea (mesmo tamanho, quantidade, forma, etc).

2.8.4 Aceitabilidade de um produto

Para que um produto seja considerado como aceito, em termos de suas propriedades sensoriais, é necessário que se obtenha um índice de aceitabilidade de no mínimo 70 %. As características sensoriais determinam a aceitabilidade ou não de um produto. Os atributos sensoriais, tais como cor, odor, textura e o sabor entre outros, são factores que influenciam a utilização em vários produtos, sendo que o sabor é a mais importante propriedade na determinação da aceitabilidade de um alimento. (Cella, *et al* 2010)

2.8.5 Preparo das amostras

Segundo Ferreira e Simm (2016), É muito importante definir e padronizar a quantidade e temperatura ideais para degustação das amostras. É muito importante observar as temperaturas com otimização da percepção sensorial e garantir que o conjunto de amostras esteja rigorosamente na mesma temperatura no momento da análise. A temperatura deve ser monitorada antes de servir. A uniformidade das amostras deve ser garantida, observando-se tamanho, tipo de corte, orientação das fibras e outros. Todas as amostras requerem um tratamento prévio antes que possa ser submetida á análise, que geralmente envolve homogeneização ou total desintegração.

Oliveira (2010) diz que a codificação da amostra é indispensável, considerando-se a melhor opção a utilização de três dígitos ao acaso, como por exemplo 471, 528, 952, 738, para evitar influenciar o provador na escolha da amostra da sua preferência.

2.8.6 Erros básicos em análise sensorial

Segundo Oliveira (2010) são considerados alguns tipos de erros básicos em Análise Sensorial que são:

- ✓ Erro de Posição: a primeira amostra é geralmente melhor aceite;
- ✓ Erro de contraste: amostra de qualidade superior provada após amostra de qualidade inferior é supervalorizada comparando-se com acaso dela ser provada sozinha;
- ✓ Erro lógico: associação de características como cores mais fortes pode remeter ao julgador a impressão de que seu sabor também seja o mais forte;
- ✓ Erro de indulgência: provador avalia amostra deixando-se influenciar por seu relacionamento com o experimentador ou por informações previamente obtidas sobre o produto testado;
- ✓ Erro de expectativa: influência de informações proveniente da forma de apresentação das amostras: recipiente, cor, formato, etc.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Material

Matéria-prima e aditivos

Farinhas de mapira, trigo, e soja, mistura de minerais e vitaminas, sal (NaCl), monoglicerídeos e dióxido de titânio.

3.2 Equipamentos

Extrusadora de parafuso duplo (da marca TX-52, Wenger Manufacturing Inc.), Misturador de fita (de marca Wenger Manufacturing Inc), Calorímetro Diferencial de Varredura (DSC) modelo Q100 TA, Analisador rápido de viscosidade (Rapid Viscosity Analyzer, RVA) RVA4, Newport Scientific pvt. Ltd., Austrália,

3.3 Material

Balão volumétrico 1 L, Balão volumétrico 100 ml, Beaker 1 L, Pipetas automáticas de 20 – 200 μ , cuvetes de plástico, cadinho de porcelana, exsiccador, mufla, balança analítica, fogão, triturador eléctrico, estufa, Cartucho poroso, Extrator Soxhlet, Balão de fundo chato, Condensador, Banho-maria quente, Espátula, 219 pratos, 73 colheres, 73 copos e guardanapos descartáveis, 3 banhos-maria.

3.4 Soluções

Sulfato de cobre Pentahidratado; Tartrato de sódio e potássio tetrahidratado; Iodeto de potássio; Hidróxido de sódio; Solução padrão de proteína com concentrações conhecidas (10 mg/ml), 250 ml de hexano.

3.5. Formulação do substituto de feijão

A tabela que se segue mostra os ingredientes e as respectivas quantidades, em percentagem, usadas na formulação do substituto de feijão.

Tabela 1 Ingredientes e quantidades usadas na formulação do substituto de feijão

Ingredientes	Quantidades (%)	Carboidratos	Proteína	Gordura	FDT	kCal
Farinha de mapira	35	76.64	8.43	3.34	6.60	359,00
Farinha de trigo	35	71.97	13.21	2.50	10.70	340,00
Farinha de soja	24.8	33.92	51.46	1.22	17.50	327,00
Pré-mix (Mistura de minerais e vitaminas)	3.2					
Sal (NaCl)	1					
Monoglicérides	0.75					
Dióxido de titânio	0.25					

3.6 Processo de extrusão para a produção de substituto de feijão

A metodologia usada baseou-se na formulação usada por Adedeji, (2017) onde todos os ingredientes foram misturados durante 5 minutos antes da extrusão usando um liquidificador de fita (Wenger Manufacturing Inc., Sabetha, KS, USA). Para assegurar a uniformidade da mistura, os menores ingredientes misturaram-se primeiro com uma pequena quantidade de farinha, seguido pela adição de um lote maior no liquidificador de fita. O substituto de feijão foi produzido usando os ingredientes e as quantidades supra citadas e os respectivos equipamentos, para obter um produto pré-cozido, semelhante ao feijão branco (*Phaseolus vulgaris rainy river*) na forma e tamanho. As figuras 1 e 2 que a baixo são apresentadas mostram o tipo de misturador e extrusadora utilizada para o processamento.



Figura 1. Misturador



Figura 2. Extrusadora de rosca dupla

3.7 Análises físico-químicas e nutricionais do substituto de feijão

3.7.1 Grau de gelatinização do amido no substituto de feijão

Foi usado o Calorímetro Diferencial de Varredura (Differential Scanning Calorimeter – DSC) modelo Q100 TA utilizando o método descrito por Alavi *et al.* (2002). Cerca de 10 mg de farinha de substituto de feijão foram colocados em recipiente de aço inoxidável e adicionada água numa proporção de 1:2 (sólido: água). Os recipientes foram hermeticamente selados usando anéis de borracha e deixados em repouso á temperatura ambiente por 24horas. A temperatura do differential scanning calorimeter variou entre 10 a 140 °C a uma taxa de aquecimento de 10 °C/minuto durante 13 minutos.



Figura 3. Equipamento usado para determinação do grau de gelatinização (Gelatinizador)

3.7.2 Propriedades da pasta do substituto de feijão

A propriedade da pasta determinou-se usando Análise rápida de viscosidade (Rapid Viscosity Analyzer, RVA) RVA4, Newport Scientific pvt. Ltd., Australia. Foram adicionados 25 ml de água destilada á 3.5 g de farinha de substituto de feijão para se obter 14 % de humidade segundo o método AOAC (2010). O equipamento foi pré-aquecido á uma temperatura de 50 °C por 30 minutos antes do teste.

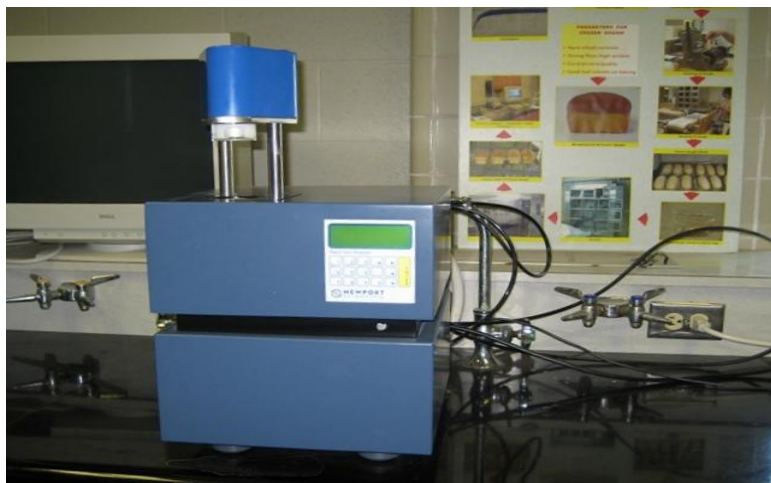


Figura 4. Equipamento usado para determinação da viscosidade (RVA)

3.7.3 Perdas durante o cozimento

Para a determinação das perdas durante o cozimento foi utilizando o método descrito por (Alavi, 2016), em que colocou-se de molho 20 g de substituto de feijão em 300 ml de água que depois de 1 hora a água fora drenada para um recipiente e os grãos pesados. O recipiente contendo água foi colocado na estufa a uma temperatura de 85 °C até que a água evaporasse por completo, processo esse que durou cerca de 20 horas, e de seguida fez-se a pesagem. Entretanto, 300 ml de água foram fervidos e adicionados o substituto de feijão, que fora colocado de molho e deixou-se cozer por 20 minutos, em seguida drenou-se a água e o substituto de feijão foi colocado na estufa a uma temperatura de 85 °C até que a água evaporasse totalmente, este processo levou cerca de 16 horas que no fim das quais fez-se a pesagem do resíduo. As perdas foram calculadas usando as seguintes fórmulas:

$$\text{Perdas por imersão} = \frac{\text{sólidos perdidos durante a imersão}}{\text{peso da amostra}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Perdas por cozimento} = \frac{\text{sólidos perdidos durante o cozimento}}{\text{peso da amostra}} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{Total de sólidos perdidos} = \frac{\text{Perdas por imersão}}{\text{Perdas por cozimento}} \times 100 \quad (3)$$

3.8. Análise centesimal

Foi feita análise centesimal do produto final (substituto de feijão) usando os métodos padrão listados abaixo.

3.8.1 Teor de humidade

Foi medido pelo método AOAC 930.15 (AOAC, 2010), secagem a 135 °C por 2 horas. Foram colocadas 2 g de amostra de substituto de feijão triturado em cadinho de alumínio e levadas a estufa á uma temperatura de 135 °C. Removeu-se o cadinho depois de exatamente 2 horas, cobriu-se com papel alumínio e colocou-se a arrefecer no exsiccador. Antes do procedimento fez-se a pesagem do cadinho e a perda de peso é tida como o teor de humidade é calculado usando a fórmula abaixo:

$$MC_{wb} = \frac{m_i - m_f}{m_i} \times 100 \quad (4)$$

Onde, MC_{wb} = teor de humidade da amostra em base húmida, %

m_i = teor de humidade inicial da amostra em gramas

m_f = massa final da amostra após a secagem em gramas



Figura 5. Excicador contendo amostras de substituto de feijão

3.8.2 Determinação de proteína pelo método de Biureto (Carvalho, 2013)

Material

Sulfato de cobre Pentahidratado; Tartrato de sódio e potássio tetrahidratado; Iodeto de potássio; Hidróxido de sódio; Balão volumétrico 1 L; Balão volumétrico 100 ml; Beaker 1 L; Pipetas automáticas de 20 – 200 μ ; Cuvetes de plástico; Solução padrão de proteína com concentrações conhecidas (10 mg/ml).

Procedimento

A metodologia usada foi a mesma de Carvalho (2013), onde para preparar o reagente de Biureto dissolveu-se 1.5 g de sulfato de cobre pentahidratado e 6 g de tartrato de sódio e potássio tetrahidratado em 500 ml de água destilada, em seguida adicionou-se 300 ml 10 % (w/v) de NaOH para completar o volume de 1 litro de água e foi armazenado em um recipiente de plástico escuro.

Preparação da solução padrão

Preparou-se uma série de soluções-padrão de proteína num rango de concentração de 0.5 á 10 mg/ml, de tal modo que o volume final de solução padrão fosse 1.0 ml, preparou-se uma amostra de volume final 1.0 ml, numa proporção 1:100. Adicionou-se 3.0 ml de reagente de Biureto em

cada amostra e nas soluções padrão, agitaram-se os tubos e deixou-se reagir durante 10 minutos a 37 °C. O quadro que se segue mostra as diluições feitas.

Tabela 2. Preparo das soluções para determinação da proteína

Concentração final (mg/ml)	Volume padrão de 10 ml	Volume de água destilada (ml)	Volume de reagente de Biureto (ml)
0 (branco)	0	1.0	3.0
1	0.2	0.8	3.0
2	0.4	0.6	3.0
3	0.6	0.4	3.0
4	0.8	0.2	3.0
5	1.0	0	3.0
Amostra (1.0 ml)	-	-	3.0

Procedimento

O espectrofotômetro foi ligado e deixou-se estabilizar por 30 min, considerando que a solução padrão e a amostra ficaram por apenas 10 min. Calibrou-se o espectrofotômetro com água destilada, transferiram-se as amostras e as soluções padrão para as cuvets e fez-se a medição com absorvância a 540 nm. Posto isto, construiu-se a curva padrão (absorvância/concentração) com as soluções padrão, que a seguir é apresentado.

As figuras que a seguir são apresentadas são referentes a preparação das amostras para determinação de proteína usando o método de biureto



Figura 6. Preparação de amostras



Figura 7. Espectrofotómetro

3.8.3 Determinação de cinza (Condeira, 2011)

Material

Amostra de substituto de feijão triturada; Cápsula de porcelana; Excicador; Mufla; Balança analítica.

Procedimentos

Para a determinação de cinza foi usado o método descrito por Condoeira, (2011) que compreendeu os seguintes passos:

- 1) Colocou-se a capsula de porcelana vazia na mufla à 550 °C por 30 minutos e foi arrefecida em excicador, em seguida pesou-se o mesmo.
- 2) De outro lado pesaram-se cerca de 2 g de amostra utilizando a capsula já tarada, deixou-se calcinar na mufla à 550 °C por 4 horas de tempo, altura em que se obteve um resíduo branco.
- 3) Deixou-se arrefecer no excicador. Depois de arrefecido pesou-se a capsula contendo a cinza.



Figura 8. Mufla – parte interna



Figura 9. Mufla – parte externa

3.8.4 Extração de gordura mediante o método Soxhlet (Butzke *et al*, 2010)

Materiais

Amostra de substituto de feijão triturada; Estufa; Cartucho poroso; Balança; Excicador; Extrator Soxhlet; Balão de fundo chato; Condensador; Banho-maria quente; Espátula; 250 ml de hexano

Para a extração de gordura foi usado o método descrito por Butzke *et al*, (2010) onde foi feita a secagem em estufa a 100 °C por 30 minutos do cartucho, deixou-se esfriar em excicador e fez-se a pesagem. Em seguida pesou-se 5 g da amostra e colocou-se dentro do cartucho. O balão de fundo chato do extrator Soxhlet, contendo algumas pérolas de vidro, foi colocado para secar em estufa a 100 °C até atingir um peso constante, após resfriamento em dessecador colocou-se dentro do mesmo 250 mL de hexano. Foram feitos 13 ciclos de extração que após a mesma colocou-se o cartuxo contendo a amostra na estufa a uma temperatura de 100 °C por 1 hora para garantir a evaporação do hexano.



Figura 10. Aparelho de extrator Soxhlet

3.9. Teste de aceitabilidade

O teste de aceitabilidade foi realizado em dois dias diferentes, durante o mês Julho do ano de 2016, na sala número 114 do Departamento de Engenharia Química, da Faculdade de Engenharia, da Universidade Eduardo Mondlane. Participaram do teste 73 provadores não treinados de ambos os sexos. Como forma de incentivar a participação, estes eram oferecidos bolachas no fim do teste. Cada provador era fornecido um termo de consentimento em participar do teste e o questionário (ver detalhes no Anexo2). Foi utilizada uma escala hedônica de 9 pontos ancorados em seus extremos nos termos ‘Gostei muitíssimo’ (9) e ‘desgostei muitíssimo’ (1). As amostras eram codificadas por três números escolhidos de forma aleatória. O recomendado é a utilização de código feito com três dígitos aleatoriamente (452, 604, etc) para cada amostra Teixeira (2009) citando Monteiro, (1984); Moraes, (1988); e Anzaldúa-Morales, (1994). O teste decorreu por volta das 11 horas, horário este indicado por Teixeira (2009) citando (Monteiro, (1984); Teixeira *et al*, (1987); Moraes, (1988); Pedrero e Pangborn, (1989); e Anzaldúa-Morales, (1994) como sendo a melhor altura para realização das provas pois o apetite tanto exacerbado quanto ausente pode interferir no resultado, por isso recomenda-se realizar a prova duas horas antes ou depois das refeições.

Eram 3 tratamentos/amostras diferentes que consistiam em:

- ✓ **T1 (833)** - tratamento padrão/sem tempero (substituto de feijão cozido sem tempero);
- ✓ **T2 (471)** – substituto de feijão cozido adicionado sal (NaCl), óleo de soja, cebola (*Allium cepa*), pimento verde (*Capsicum annuum*) e pimenta preta (*Piper nigrum*)
- ✓ **T3 (527)** – substituto de feijão cozido adicionado sal (NaCl), óleo de soja, pó de caril Rajah (composto por: coentro, açafrão, alho, grama de bengala, pimenta, mostarda amarela, feno-grego, folhas de louro, sal (NaCl), cominho e erva-doce) cebola (*Allium cepa*), tomate (*Solanum lycopersicum*), pimento verde (*Capsicum annuum*) e cenoura (*Daucus carota subsp. sativus*).

Para execução do teste foram necessários 219 pratos, 73 colheres, 73 copos e guardanapos descartáveis. Foram também necessários 3 banhos-maria para manter as amostras quentes. Para mascarar o paladar ou criar um branco após testar uma amostra eram fornecidos pedaços de cenoura e água (Ferreira, 2016). O pacote estatístico usado foi SISVAR e o intervalo de confiança foi de Teste de Tukey 5 % de probabilidade.



Figura 11. Painelista da análise sensorial



Figura 12. Utensílios usados para análise sensorial

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises físico-químicas e nutricionais

4.1 Grau de gelatinização do amido no substituto de feijão produzido

Os resultados mostram que não foram encontrados picos no intervalo de 10 á 140 °C. Assim sendo, concluiu-se que todo o amido foi completamente gelatinizado durante o processo de extrusão, a e o grau de gelatinização é de 100 %. Esse resultado indica gelatinização de grânulos de amido e degradação molecular durante a extrusão (Gajula *et al.*, 2009, Liu *et al.*, 2011). Tal facto acontece por se aquecer o amido na presença de água o que leva os grânulos de amido a incharem o que não acontece com os grânulos de amido crus (Brennan & Samyue 2004; Lee & Inglett 2006). Esse resultado é semelhante ao resultado encontrado por Abu-Ghoush, Alavi & Al-Shathri, (2014), que afirmam não terem encontrado picos nas amostras no intervalo entre 60 a 80 °C de temperatura de gelatinização, concluindo-se que o amido foi completamente gelatinizado pelo processo de extrusão e a sua percentagem de grau de gelatinização é de 100 %.

4.2 Propriedades da pasta

A tabela a baixo apresenta os resultados dados pelo Analisador Rápido de Viscosidade, esses dados são a comparação da viscosidade da matéria-prima crua (farinha de trigo e mapira) e o produto extrusado (substituto de feijão).

Tabela 3. Resultado da análise rápida da viscosidade

Amostra	Visc. max (cP)	Visc. min (cP)	Quebra (cP)	Visc. Final (cP)	Retrogradação (cP)	Tempo de pico	Temperatura da pasta (°C)
Substituto de feijão	915	778.5	136.5	2,221	1,442.5	6.98	67.575
Trigo	5,185.5	4,189.5	996	6,398	2,208.5	6.785	52.575
Mapira	2,261	2,982.5	721.5	5,725.5	2,743.8	6.285	52.875

Legenda: Quebra=Visc.max-Visc.min; Retrogradação=Visc.final-Visc.min;

Observaram-se diferenças significativas ($P < 0,05$) no pico de viscosidade entre amostras de farinhas cruas de trigo e mapira e do produto extrusado durante os ciclos de aquecimento e arrefecimento do analisador rápido da viscosidade. As amostras de farinhas cruas de trigo e mapira apresentaram a viscosidade máxima mais elevada de 5,185.5 cP e 2,261 cP,

respectivamente, o que corresponde a amido intacto, enquanto a viscosidade da calha foi 4189.5cp e 2982.5 cP respectivamente e a viscosidade final foi 6398 cP e 5725.5 cP, respectivamente. A razão para uma viscosidade final elevada para a farinha crua é porque contem amido não gelatinizado. As viscosidades de pico mais baixas nos produtos extrusados em comparação com as farinhas cruas são indicativas de danos de amido mais elevados (Copeland *et al.*, 2009).

A viscosidade final para o produto extrusado foi de 2,221 cP e é inferior às viscosidades finais das farinhas cruas. Ozcan e Jackson (2005) também relataram diferença para amido de milho cru e amido de milho que passou pelo processo de extrusão, afirmando que valores inferiores de viscosidade observados para o amido extrusado são influenciados pela degradação durante a extrusão. Hagenimana, Ding e Fang (2006) também relataram uma diminuição em todos os valores de viscosidade da farinha de arroz extrudida em comparação com a farinha de arroz crua. Estes resultados também são confirmados por Hernandez-Nava *et al.*, (2011), dizendo que os valores de baixa viscosidade do pico de produtos extrusados em comparação com as farinhas não extrusada podem ser atribuídos à desnaturação da proteína, bem como as interações amido-proteína que resultam em estruturas com baixa capacidade de interação com a água. Outros exemplos são citados por Ritruengdech *et al.*, (2011) dizendo que durante a cozedura por extrusão, o amido é pré-gelatinizado e quando os grânulos de amido pré-gelatinizados são aquecidos com água, ocorrem inchaço, ruptura, perda de cristalina e lixiviação com amilose.

4.3 Perdas durante o cozimento

Perdas por imersão = 5.25

Perdas por cozimento = 25.75

Total de sólidos perdidos = 15.5 %

A perda de sólidos por cozimento foi maior que as perdas por imersão, sendo as perdas por imersão cerca de 5.25 % e as perdas por cozimento de 25.75 %. A perda de sólidos é afectada pela espessura do produto que por sua vez depende da velocidade da faca durante o processo de extrusão. Durante a imersão o produto absorveu água que o faz dissolver. De acordo com os

critérios de Hummel, 1966, perdas de sólidos solúveis de até 6 % tem aspecto físico muito bom, ou seja o produto não tem muitas quebras, até 8 % aspecto físico médio e valores iguais ou superiores a 10 % aspecto físico baixo, ou seja o produto apresenta muitas quebras. Donnelly (1979) também considera 8% como o valor máximo aceitável para a perda de sólidos na água de cozimento. A perda total de sólidos obtidos apresentou perdas significativas de 15,5 %. Fazendo uma comparação com substituto de feijão com as seguintes formulações: Mapira (25 – 70 %), trigo (0 – 35 %) e soja (30 – 50 %) com 2 horas de imersão e 30 min de cozimento a sua perda total de sólidos foi de 17.37 – 28.80 %. Isto pode ser atribuído a proteína (glúten) e teor de amido de trigo, agindo como um ligante para manter os grãos intactos durante o processo de imersão e cozimento (Adedeje *et al*, 2017). As amostras tinham grãos com muita superfície rachada e pedaços desintegrados, uma outra indicação da ligação pobre. Em geral, perda de sólidos é bastante elevada e, portanto, há uma necessidade de melhorar essa característica do produto pelo uso de ligantes. Os emulsificantes atuam melhorando a tolerância das massas ao cozimento, e sua ação se dá tanto pelo fortalecimento de interações das cadeias de proteínas que formam o glúten, produzindo uma matriz proteica mais forte quanto na formação de complexos com a amilose, fração linear do amido, reduzindo o escape desta para a água de cozimento durante o fenómeno da gelatinização (Cichello *et al.*, 2000).

4.4 Análise centesimal

A tabela a seguir apresenta a comparação da composição química entre feijão vulgar (*Phaseolus vulgaris L.*) e o substituto de feijão.

Tabela 4. Comparação da composição entre o substituto de feijão e feijão vulgar

Descrição	Substituto de feijão (Teor em %)	Valores da literatura sobre o Feijão vulgar (Teor em %)	*Referências Bibliográficas
Humidade	7.10	7.7 – 22	c, e
Proteína	51.75	18 – 26	a, c, d
Cinzas	4.80	3.3 – 4.3	a, b, c, d
Gordura	25.59	0.7 – 1.9	a, b, c, d,

*a – Pires *et al.* (2005); b – Mesquita *et al.* (2007); c – Ramírez-Cárdenas *et al.* (2008); d – Siddiq *et al.* (2009); e –Silva *et al.* (2009)

Os resultados encontrados mostram que fazendo uma comparação entre o substituto de feijão e o feijão vulgar, o teor de humidade do substituto de feijão encontra-se dentro do intervalo de humidade apresentado por Ramírez-Cárdenas *et al.* (2008) e Silva *et al.* (2009), o que quer dizer que pode ser armazenado em mesmas condições que o feijão vulgar e saber o tipo de microrganismos que se podem desenvolver nesse produto.

O teor de proteína é quase o dobro da quantidade apresentada por Pires *et al.* (2005), Ramírez - Cárdenas *et al.* (2008) e Siddiq *et al.* (2009), estando na faixa de variação proteica das leguminosas, segundo Pant & Tulsiani (1969).

As percentagens de cinzas estão dentro do intervalo de 0,1% até 15% relatado por Moretto (2008), o que segundo o autor fornece apenas uma indicação da riqueza da amostra em elementos minerais.

A percentagem de gordura é relativamente alta no substituto de feijão em relação ao valor obtido por Pires *et al.* (2005), Mesquita *et al.* (2007), Ramírez-Cárdenas *et al.* (2008) e Siddiq *et al.* (2009) o que se conclui ser um alimento energético segundo Lottenberg (2009). Fisiologicamente, as gorduras têm três funções básicas nos alimentos: agem como fonte de ácidos graxos essenciais (ácidos linolênico e linoléico); agem como portadores de vitaminas solúveis em gordura (A, D, E e K); e são fonte importante de energia.

Assim sendo, conclui-se que o substituto de feijão é mais proteico e possui mais gordura que o feijão vulgar.

4.5 Teste de aceitabilidade

Dados demográficos

Participaram do teste 73 provadores não treinados, sendo 77 % homens e 23 % mulheres, dos quais 67 % com idade entre 18 – 24 anos, 23 % entre 25 – 35.5% entre 35 – 44 e 4 % com idade entre 45 – 54. Destes 75 % eram apenas estudantes, 17 % funcionários a tempo inteiro, 5 % funcionários por meio período e 1 % desempregado. De salientar que a população era na sua maioria jovem e estudante e que por causa da correria do dia-a-dia e das novas tendências do mundo globalizado optava por alimentos nutritivos e que focem fáceis e rápidos de confeccionar.

Com os resultados obtidos construíram-se os histogramas da percentagem de respostas em função dos valores hedônicos que variavam de 1 (desgostei muitíssimo) á 9 (gostei muitíssimo) para aparência, sabor, textura, sabor após consumo e avaliação e a expectativa do provador sobre cada amostra.

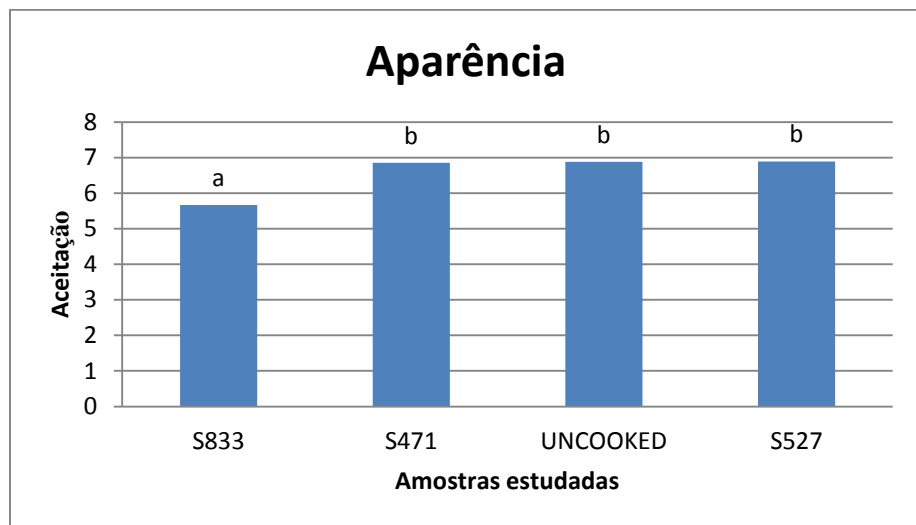


Figura 13. Histograma dos resultados da análise sensorial do substituto de feijão, em relação a frequência dos valores hedônicos atribuídos a aparência (9= gostei muitíssimo e 1= desgostei muitíssimo). Barras seguidas com mesma letra não são estatisticamente significante á 5% de probabilidade.

O resultado mostra uma média de 5.671 para amostra 833, média de 6.845 e 6.890 para amostras 471 e 527 respectivamente, o que quer dizer que há uma diferença significativa ($P < 0.05$) na aparência entre a amostra 833 e as amostras 471 e 527 e amostra crua, sendo as últimas 3 com melhor aparência.

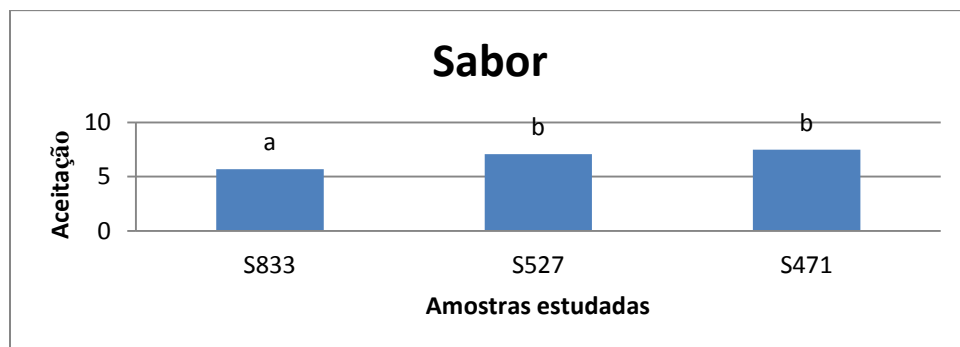


Figura 14. Histograma dos resultados da análise sensorial do substituto de feijão, em relação a frequência dos valores hedônicos atribuídos ao sabor (9= gostei muitíssimo e 1= desgostei muitíssimo). Barras seguidas com mesma letra não são estatisticamente significante á 5% de probabilidade

Quanto ao sabor as amostras com tempero (471 e 527) mostraram melhor desempenho em relação a amostra sem tempero (833) e que há diferença significativa ($P < 0.05$) entre amostra 833 e as amostras 471 e 527 e que entre essas duas não existe uma diferença significativa apesar de terem sido usados temperos diferentes.

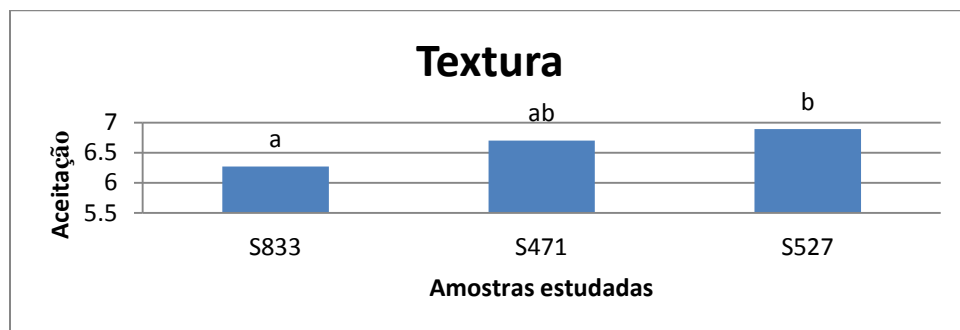


Figura 15. Histograma dos resultados da análise sensorial do substituto de feijão, em relação a frequência dos valores hedônicos atribuídos a textura (9= gostei muitíssimo e 1= desgostei muitíssimo). Barras seguidas com mesma letra não são estatisticamente significante á 5% de probabilidade.

Os resultados mostram que quanto a textura não há diferença significativa entre as amostras 833 e 471 e também entre as amostras 471 e 527, mas que há diferença significativa ($P < 0.05$) entre as amostras 833 e 527. Esta diferença pode ser pelo facto de que durante o preparo, a amostra 527 tenha passado mais tempo ao lume em relação as outras e ter sido adicionado água o que lhe conferiu maior liquidez e maciez. De referir que de princípio as amostras foram cozidas no mesmo recipiente e só depois de cozidas foram separadas e adicionadas temperos diferentes.

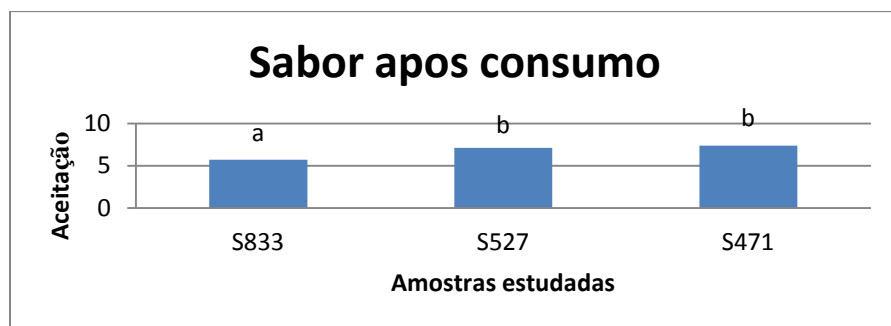


Figura 16. Histograma dos resultados da análise sensorial do substituto de feijão, em relação a frequência dos valores hedônicos atribuídos a Aftertaste (9= gostei muitíssimo e 1= desgostei muitíssimo). Barras seguidas com mesma letra não são estatisticamente significante á 5% de probabilidade.

Não muito diferente do que se vem constatado, o resultado aponta para uma diferença significativa ($P < 0.05$) entre a amostra 833 e as amostras 471 e 527 tendo estas apresentado melhor desempenho.

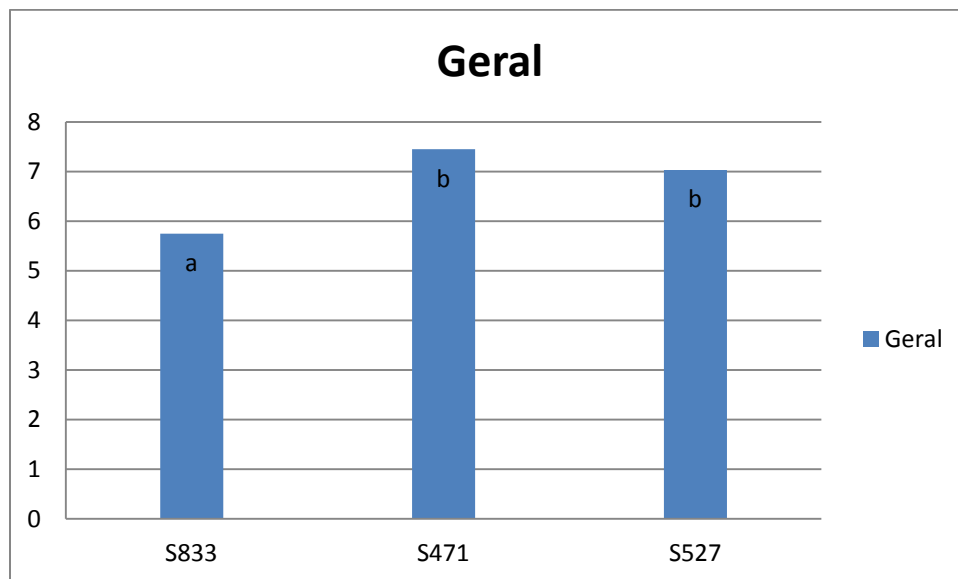


Figura 17. Histograma dos resultados da análise sensorial do substituto de feijão, em relação a frequência dos valores hedônicos atribuídos a avaliação geral (9= gostei muitíssimo e 1= desgostei muitíssimo). Barras seguidas com mesma letra não são estatisticamente á 5% de probabilidade.

Para este ponto os resultados apontam uma diferença significativa ($P < 0.05$) entre a amostra 833 e as amostras 471 e 527 sendo estas as melhores. Isto quer dizer que em todos os parâmetros analisados as amostras com tempero têm maior aceitabilidade em relação a amostra sem tempero.

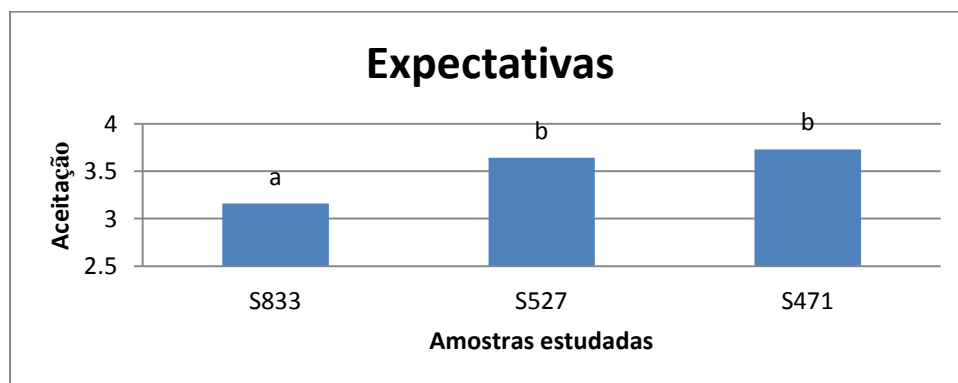


Figura 18 – Histograma dos resultados da análise sensorial do substituto de feijão, em relação a expectativa (5= Muito acima da minha expectativa e 1= Muito a baixo da minha expectativa). Barras seguidas com mesma letra não são estatisticamente significante á 5% de probabilidade.

Os resultados indicam para uma diferença significativa ($P < 0.05$) entre a amostra 833 e as amostras 471 e 527, com maior expectativa para as amostras 471 e 527. Este resultado pode ter sido influenciado pela aparência, visto que as amostras 471 e 527 apresentavam melhor aparência em relação a amostra 833.

Os resultados mostraram que a aceitabilidade do feijão artificial pelo consumidor dependia dos atributos sensoriais dos temperos, mostrando maior aceitabilidade para as amostras 471 e 527. A aceitabilidade destes produtos, estão de acordo com os achados de Amegovu *et al.* (2014) e Maseta *et al.* (2016) sobre teste de aceitabilidade feito papas de farinha de milho extrusadas e arroz extrusado, contrastando os estudos de Muoki, De Kock & Emmambux (2012) e Ndibalema (2011), que observaram que os produtos extrusados eram menos apreciados pelos consumidores devido ao desenvolvimento de compostos de sabor voláteis durante a extrusão que não estavam acostumados aos consumidores.

5.0 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados do grau de gelatinização todo o amido presente fora completamente gelatinizado durante o processo de extrusão.

O analisador rápido de viscosidade mostra que há uma diferença significativa entre a matéria-prima e o produto final, sendo que o produto final tenha atingido um pico menor em relação a matéria-prima o que significa que o processo de extrusão tem influência sobre a viscosidade.

De acordo com os resultados das perdas totais, mostram que as perdas de sólidos por imersão e por cozimento são bastante elevadas e, portanto, há uma necessidade de melhorar essa característica do produto pelo uso de ligantes.

No que se refere ao conteúdo proximal os resultados mostram que a percentagem de humidade e cinzas do substituto de feijão está dentro dos limites de humidade do feijão vulgar, o teor de proteína e gordura é consideravelmente elevado no substituto do feijão.

Os resultados da análise sensorial mostram que o produto tem uma aparência aceitável, quanto ao sabor o produto sabe melhor quando adicionado condimento, a textura melhora com o aumento do tempo de cozimento, quanto a expectativa o resultado mostra que o mesmo alcançou a expectativa da maioria dos provadores, no geral o produto tem maior aceitação quando adicionado condimentos.

Apos verificação dos resultados pode-se validar a Hipótese nula: H_0 – O substituto de feijão tem aceitação no mercado;

6.0 CONSTATAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

Durante a realização do trabalho, constatou-se que,

1. Durante o processo de cozedura há muita perda, desde a imersão até ao cozimento, recomendando-se deste modo que se melhore a característica física com uso de ligantes.
2. Não foi possível a realização das análises de carboidratos, vitamina, minerais e outras análises dos componentes do substituto de feijão, por falta de equipamentos e reagentes, pelo que se recomenda que se faça a análise completa do substituto do feijão

7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABU -GHOUSH, M., ALAVI, S., ADHIKARI, K., & AL -HOLY, M., AL -DABBAS, M. 2015. Sensory and 437 Nutritional Properties of a Novel Cooked Extruded Lentils Analog. *Journal of Food Processing and Preservation* 438:12436.

ADEDEJI, A. A., JOSEPH, M. V., PLATTNER, B., & ALAVI, S. , 2017. Physic-chemical and Functional Properties of Extruded Sorghum-Based Bean Analog. *Journal of Food Process Engineering*, 40:12401

AFONSO, S. M. E. 2010. Caracterização Físico-Química e Actividade Antioxidante de Novas Variedades de Feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) *Dissertação de Mestrado* Escola Superior Agrária de Bragança

ALAVI, S.H, CHEN K, RIZVI S. H., & 2002. Rheological characteristics of intermediate moisture blends of pregelatinized and raw wheat starch. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 50:6740–6745

ALAVI, S., BUGUSU, B., CRAMER, G., DARY, O., LEE, T.C., MARTIN, L., MCENTIRE, J., & WAILES, E. 2008. Rice fortification in developing countries: A critical review of the technical and economic feasibility. A2Z Project, Academy for Educational Development, Washington.

ALAVI, S. 2016. Perdas de sólidos durante o cozimento. (F. Madeira, Entrevistador)

ALBALA, K. 2007. Beans: A history (1st ed.). U.K.: Berg Publishers, Oxford Pg 9 and 82.

ANSA, C. I., 2013. Conceitos de Nutrição: Definições, causas e consequências. Setembro,

ANZALDÚA-MORALES, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza: Acribia SA,. 198 p.

AOAC. (2010). Method 920.39: Crude Fat in Feeds, Cereal Grains and Forages, Method 930.15: Moisture Determination, Method 942.05: Ash in Feed and Food, Method 990.03: Crude Protein Combustion Method, Method 996.11: Total Starch Assay Procedure. In: Anonymous *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 18th ed. Gaithersburg, MD: AOAC International

AWIKA J. M., ROONEY L. W., WU, X. L., PRIOR R. L., & CISNEROS-ZEVALLOS, L. 2004 Screening methods to measure antioxidant activity of sorghum (*Sorghum bicolor*) and sorghum products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, 51:6657-6662,

AZEVEDO, H.I.V., 2014. Composição química da folha e do caule de *Calamintha baetica*. Efeito do solvente na extração de compostos antioxidantes. (*Dissertação de Doutoramento*).

BARAMPAMA, Z., & SIMARD, R.E., 1993. Nutrient composition, protein quality and antinutritional factors of some varieties of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in Burundi. *Food Chemistry*, 47:159-167.

BOATENG, J., VERGHESE, M., WALKER, L. & OGUTU, S. 2008. Effect of processing on antioxidant contents in selected dry beans (*Phaseolus spp.* L.). *LWT-Food Science and Technology*. 41:1541 – 1547,

BRENNAN C. S. & SAMYUE E. 2004., Evaluation of Starch Degradation and Textural Characteristics of Dietary Fiber Enriched Biscuits. *International Journal of Food Properties* Iss.3,

BRESSANI, R. 1993. Grain quality of common beans. *Food Reviews International*, 9:237-297,

BUTZKE, A.C., LINDEMANN, C., CARVALHO, T., & SCHMID, V.W. (2010). Extração de lipídios pelo método de Soxhlet. Rio Grande

CARVALHO, W.D. 2013. Dosagem de proteínas pelo método de biureto. Rio de Janeiro: CDERJ – Polo São Gonçalo.

CAMARGO, C. E. O.; FERREIRA-FILHO, A. W. P., & SALOMON, M. V. 2004. Temperature and pH of the nutrient solution on wheat primary root growth. *Science and Agriculture*., Piracicaba, 61:313-318.

CELLA, S.M., BAÚ, T.R., CUNHA, M. A. A., OLIVEIRA, A.L.J., ANDRADE, J.T. 2010. Barra alimentícia com elevado valor proteico: Formulação, caracterização e avaliação sensorial. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*. Paraná-Brasil ISSN: 1981-3686

CHAVES, J. B. P. 1998. Análise sensorial: histórico e desenvolvimento. Viçosa: Editora UFV., 31 p, (caderno 32).

CIABOTTI, S. 2006. Avaliações químicas e bioquímicas dos grãos extratos e tofus de soja comum e de soja livre de lipoxigenase. *Ciência Agrotecnológica*, 30:920-929

CICHELO, M. S. F.; PAVANELLI, A. P.; PALMA, E. J.; ANDRADE, M. A. 2000. Alternativa de Emulsificastes para a Qualidade de Massas Alimentícias. Oxiteno S/A Indústria e Comércio. São Paulo

CONDEIRA, S.B. 2011. Determinação em cinzas totais. Maputo: SCIBD

COPELAND, L. 2009. Structural characterization of wheat starch granules differing in amylase content and functional characteristics. *Carbohydrate Polymers*. 75:705-711,

COSTA, M. G., SOUZA, E.L., STAMFORD, T.L.M., & ANDRADE, S.A.C. 2008. Qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 28(1): 220-225,

DARRINGTON, H.. 1987. A long running cereal. *Food Manufacture* 3: 47-48.

DICKO, M. H., GRUPPEN, H., TRAORÉ, A. S., VORAGEN, A. J., & BERKEL, W. 2006. Sorghum grain as human food in Africa: relevance of content of starch and amylase activities. *African Journal of Biotechnology*, 5:384-395,

DONNELLY, B.J. Pasta products: Raw material, Technology, Evaluation. *The Macaroni Journal*, 61(1):6-7,

DUBKOVSKY, J., & CAMARGO, L. E. A. 2004. Interaction between resistance to Septoria tritici and phenological stages in wheat. *Science and Agriculture.*, Piracicaba, 61:422-426.

DUTCOSKY, S.D. 2011. Análise sensorial de alimentos. Curitiba: Champagnat Editora. PUCPR.

EL-DASH, A; MIRANDA DE M. Z. 2002. Farinha integral de trigo germinado. Características Nutricionais e estabilidade ao armazenamento. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 22:216-223,

EL-MAKI, H. B., ABDEL-RAHMAN, S. M., IDRIS, W. H., HASSAN, A. B., BABIKER E. E., & EL- TINAY, A. H. 2007. Content of anti-nutritional factors and HCl-extractability of mineral from white bean (*Phaseolus vulgaris*). Cultivars: Influence of soaking and/or cooking. *Food Chemistry*,

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. 2007. Origem e História do feijão. Goiás, Santo Antônio de Goiás. Disponível em <<http://www.cnpaf.embrapa.br/feijão/historia.htm>>> acessado em 30 de Abri de 2017

FAOSTAT. 2009. <http://faostat.fao.org/>. Acessado em 27 de abril, 2016.

FELLOWS, P. J. 2006. Tecnologia de processamento de alimentos: Princípios e práticas. 2ª ed., Porto Alegre: Artmed,

FERREIRA, R. A. 2003. Trigo: o alimento mais produzido no mundo. *Nut. Brasil*, São Paulo, 2:45-52.

FERREIRA, H.A, FLORÊNCIO, T.M, FRAGOSO, M.A.C., MELO, F.P., & SILVA, T.G. 2005. Hipertensão, obesidade abdominal e baixa estatura: aspecto da transição nutricional em uma população favelada. *Revista de Nutrição*.18:209-218.

FERREIRA, R.S. & SIMM, E.M., 2016. Análise microbiológica da carne moída de um açougue da região central do município de Pará de Minas. *Revista Digital FAPAM*, 3(3), pp.37-61.

GAJULA, H., LIU, S., ALAVI, S., HERALD T, MADL R, BEAN SR., & TILLEY M 2009. Pre-cooked fiber-enriched wheat flour obtained by extrusion: rheological and functional properties. *Internacinal Journal of Food Processing* 12(1):27–44

GIECO, E. A.; FROTA, K., SOARES, R., & ARÊAS, J. 2008. Composição química do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), cultivar BRS-milênio. *Food Science and Technology* (Campinas) vol.28 no.2

GRANITO, M.; PAOLINI, M.; & PEREZ, S., 2008. Polyphenols and antioxidant capacity of *Phaseolus vulgaris* stored under extreme conditions and processed. *Food Science and Technology*, 41:994–999,

GRETAG MACBETH (USA). 1997. FM Test: Quick Guide to Operation – Munsell Color. New York /USA., 31 p.

GONZALEZ, R., TORRES, R., & DEGREEF, D. 2002. Extrusion-coccion de cereales. Boletim 36 :104-115, SBCTA, Campinas.

GUERREIRO, L., 2006. Dossiê Técnico: Produtos de Soja. In: REDETEC Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro.

GUERREIRO, L., 2007. Dossiê Técnico: Produtos extrusados para consumo humano, animal e industrial, Rede de tecnologia de rio de Janeiro,

GUTKOSKI, L. C., & NETO, R. J. 2002. Procedimento para Teste Laboratorial de Panificação - Pão tipo Forma. *Revista Científica Rural*, Santa Maria, v. 32, n. 5, p. 873-879.

GUY, R., 2001. Extrusion de los alimentos. Zaragoza: Acriba,

HARPER, J. M. 1978. Extrusion processing of food. *Food Technology*. 32(7): 67-72.

HAGENIMANA, A., DING, X., & FANG T.. 2006. Evaluation of rice flour modified by extrusion cooking. *Journal of Cereal Science*. 43:38–46.

HELMSTADTER, A., 2010. Beans and Diabetes: *Phaseolus vulgaris* Preparations as Antihyperglycemic Agents. *Journal of Medicinal Food*, 13:251-254,

HERNANDEZ-NAVA, R.G., BELLO-PEREZ,A.L., MARTIN-MARTINEZE.S., HERNANDEZ-SANCHEZ, H., & MORA-ESCOBEDO, R.. 2011. Effect of extrusion cooking on the functional properties and starch components of lentil/banana blends: response surface analysis. *Revista Mexicana de Ingenieria Quimica* 10:409–419

HUMMEL, C., Macaroni products: manufacture, processing and packing. 2.ed. London: *Food Trade*, 287p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO/DIS 3972/1979. 1990. Sensory analysis: method of investigating sensitivity of taste. Geneva.

LAING, D.G., & JINKS, S. 1996. Flavour perceptions mechanisms. Oxford: trends in Food Science and Technology

LIU, S., ALAVI S., & ABUGHOUSH, M, 2011. Extruded Moringa leaf oat flour snacks: physical, nutritional, and sensory properties. *International Journal of Food Proprieties* 14(4):854–869,

LOTTENBERG, A. M. P.2009. Importância da gordura alimentar na prevenção e no controle de distúrbios metabólicos e da doença cardiovascular. *Revista scielo*53:5

MACBETH G. 1997. FM Test: Quick Guide to Operation – Munsell Color.New York /USA, 31p.

MASSON, A., 1997. Sensory laboratory of the Meurice Institute, Symposium of Sensory analysis – a link between marketing practices and R&D department. Bruxelas,

MEHMOOD, S., ORHAN, I., AHSAN, Z., ASLAN, S., & GULFRAZ, M. 2008. Fatty acid composition of seed oil of different Sorghum bicolor varieties. *Food Chemistry*. 109:855–859,

MILLER, R. C., 1990. "Unit operations and equipment. IV. Extrusion and Extruders." In: Breakfast Cereals and How They Are Made. R. B. Fast and E. F. Caldwell, eds., *American Association of Cereal Chemists*, St. Paul, MN, 135-193.

MONTEIRO, C. L. B., 1984. Técnicas de Avaliação sensorial. Universidade Federal do Paraná, CEPPA., 2. ed. Curitiba: 101p.

MORAES, M. A. C. 1988. Métodos para avaliação sensorial dos alimentos. Campinas: *Editora da Unicamp*, 6. ed. 93 p.

MORETTO, E. 2008. Introdução à ciência de alimentos. *Editora da UFSC*. Florianópolis

MUENDANE, C., ZANDAMELA, C., & SCHALKE, A. 2000. Os mercados de arroz e de trigo em Moçambique. Nota de Pesquisa da DNCI 14. Maputo: Ministério da Indústria e Comércio, Direção Nacional do Comércio Interno (DNCI).

MUTISYA, J., SUN, C., ROSENQUIST, S., BAGUMA, Y., & JANSSON, C. 2009. Diurnal oscillation of SBE expression in sorghum endosperm. *Journal of Plant Physiology*, Stuttgart,166:428- 434,

OBIRO, W.C., ZHANG, T., & JIANG, B. 2008. The nutraceutical role of the *Phaseolus vulgaris* a-amylase inhibitor. *British Journal of Nutrition*, 100:1–12,

OLIVEIRA, A.F. 2010. Análise sensorial dos alimentos. Londrina, Brasil: UTFPR – Campus Londrina 16-19

OSÓRIO, E. A., & WENDT, W. 1995. Duração do período de formação do grão de trigo. *Science of Agriculture.*, Piracicaba,52:395-398.

OZCAN, S., & JACKSON, D.S. 2005. Functionality behavior of raw and extruded corn starch mixtures. *Cereal Chemistry*. 82(2):223 - 227.

PANT, R. & TULSIANI, D. R. P. 1969 Solubility, amino acid composition, and biological evaluation of proteins isolated from leguminous seeds. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 17:361,.

PEDRERO, F.D.L & PANGBORN, R.M. 1989. Evaluación sensorial de los alimentos: métodos analíticos. México DF: Alhambra Mexicana. 251 p.

PIRES, C.V., OLIVEIRA, M.A.G., CRUZ, G.A.D.R., MENDES, F.Q., DE REZENDE, S.T., & MOREIRA, M.A., 2005. Physicochemical composition of different cultivars of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Alimentação e Nutrição*, 16:157-162.

PIROZI, M. S., & GERMANI. R. 1998. Efeito do armazenamento sobre as propriedades tecnológicas da farinha de trigo, de variedades de trigo cultivado no Brasil. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, Curitiba,1:155-169.

PROLLA, I., 2006. Características físico-químicas de cultivares de feijão e efeitos biológicos da fracção fibra solúvel. *Dissertação de mestrado*, Universidade Federal de santa Maria.

QUEIROZ, K. S., OLIVIERA, A. C., HELBERG, E., REIS, S. M. & CARRARO, F. 2002. Soaking the common beans in a domestic preparation reduced the contents of Raffinose-toye oligosaccharides but did not interfere with nutritive value. *Journal and Nutrition Science. Vita*. 48, 283 - 289,

RAGAEI, S., EL-SAYED, M., & ABDEL-AAL, 2006 Pasting properties of starch and protein in selected cereals and quality of their food products., *Food Chemistry*, 95:9-18,

RAMÍREZ-CÁRDENAS, L., LEONEL A.J., & COSTA, N. M. B., 2008, Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de factores antinutricionais de diferentes cultivares de feijão comum. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28, 200-213,

RATON, B., 2000. Análise sensorial Press Taylor & Francis Group 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300,

REHMAN, Z.U., & SHAH, W.H., 2004. Domestic processing effects on some insoluble dietary fibre components of various food legumes. *Food Chemistry*, 87:613-617.

RIAZ, M. N., 2000. Extruders in food applications: Head, Extrusion Technology Program, *Food Protein Research and Development Center*, Texas A&M University,

RITRUENGDECH, K., KERDCHOECHUEN, O., LAOHAKUNJIT, N., & CHAIYAKUL S. 2011. Effects of pregelatinization on physico-chemical properties of flour of germinated brown rice cv. *Agricultural Science Journal*. 42:425-428

RODAS, M.A., & TORRES, J., Análise sensorial: Métodos físico-químicos para análise de alimentos, 4ª edição, 1ª edição digital. N/D

ROKEY, G. 1994. "Better extrusion." *Pet Food Industry*. 36(4): 10.

ROKEY, G. 1995. "Extrusion technology and nutritional implications." Presented at Expo Aviga, Barcelona, Spain.

ROSSEN, J. L., & MILLER, R. C. 1973. Food extrusion. *Food Technology*, 27:46-53,

SIDDIQ, M., RAVI, R., HARTE, J.B., & DOLAN, K.D, 2009. Physical and functional characteristics of selected dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flours. *Food Science and Technology*, 43:232–237.

SILVA, M.S., NAVES M.M.V., OLIVEIRA R.B., & LEITE O.S.M. 2006 Composição química e valor proteico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*; 26(3):571-610.

SHIMELIS A. E., & RAKSHIT S. K.. 2005. Proximate composition and physico-chemical properties of improved dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties grown in Ethiopia. *Journal of Food Science Technology*.38:331–338.

SILVA, H.C., & BRAGA, G.L. 1982. Effect of soaking and cooking on the oligosaccharide content of dry beans (*Phaseolus vulgaris*, L.). *Journal of Food Science*, Chicago, 47:924-925

SILVA, M. S., NAVES., OLIVEIRA., LEITE 2006. Composição química e valor proteico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 26:571-576,

SILVA, E. M. 2007. Produção de macarrão pré-cozido á base de farinha mista de arroz integral e milho para celíacos utilizando o processo de extrusão. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal Rural do rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SMITH, O. B. 1969. History and status of specific protein-rich foods: extrusion-processed cereal foods. In: Protein-Enriched Cereal Foods for World Needs. M. Milner, ed. *American Association of Cereal Chemists*, St. Paul, MN, 140-153.

SMITH, O. B. 1971. Why use extrusion. Symposium on Extrusion: Process and Product Developmet. *American Association of Cereal Chemists*. St. Paul, MN.

STONE, H.; & SIDEL, J. 1993. Sensory evaluation practices. New York: Academic Press. 338 p.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. 1987. Análise sensorial de alimentos. Florianópolis: Ed. da UFSC,. 180p.

TEIXEIRA, L. V., 2009. Análise sensorial na Indústria de Alimentos, *Journal of Candido Tostes*, Dairy institute 64:366,

TORMO, M.A., Gil, I., ROMERO, A., & CAMPILLO J.E., 2006. White bean amylase inhibitor administered orally reduces glycaemia in type 2 diabetic rats. *British Journal of Nutrition*, 96, 539-44,

TOSH, S. M., & YADA, S. 2010. Dietary fibers in pulse seeds and fractions: characterization, functional attributes, and applications. *Food Res. Int'l.* 43:450 - 460.

USDA (United State Department of Agriculture). 2010.. Grain: World Markets and Trade - No Global Shortage of Food Grains, <http://www.fas.usda.gov/grain/circular/2010/08-10/grainful108-10.pdf> Acessado em 13 de Setembro, 2016.

VERZANA, M. G.; CHANG, Y. K.; & STELL, C. J. 2009. Efeito de teor de maracujá e da umidade e temperatura de extrusão no desenvolvimento de cereal matinal funcional orgânico. *Braz. Journal of Food technology.* 12.

VIDAL-VALVERDE, C., FRIAS, J., & VALVERDE, S. 1993. Changes in the carbohydrate composition of legumes after soaking and cooking. *Journal of the American Dietetic Association*, Chicago, 93:547-550.

WALKER T., PITORO R., TOMO, A., SITOIE, I., SALÊNCIA, C., MAHANZULE, R., DONOVAN, C., & MAZUZE, F. 2006. Estabelecimento de Prioridades para a Investigação Agrária no Sector Público em Moçambique. Baseado nos Dados do Trabalho de Inquérito Agrícola (TIA) Relatório de Pesquisa No. 3P. IIAM, Agosto

ZENEBON O., PASCUET, N.S., & TIGLEA, P., 2008. Métodos físico-químicos para análise de alimentos Instituto. Adolfo Lutz. São Paulo. 1020p

8.0 ANEXOS

Anexo1

8.1 Termo de consentimento

Eu concordo em participar como painalista em pesquisa realizada por estudante do Mestrado em Tecnologia de Alimentos da Universidade Eduardo Mondlane.

Entendo que o objectivo deste projeto é participar de uma degustação de produtos a base de mapira, soja e trigo.

Eu entendo que meu desempenho como individuo será tratado como dados de pesquisa e de maneira nenhuma será associado a mim, excepto para fins de identificação, assegurando a confidencialidade de desempenho e respostas.

Eu entendo que não sou obrigado a participar desta pesquisa, e posso optar por não participar sem ser penalizado.

Eu entendo que posso-me retirar a qualquer momento.

Ao assinar o meu nome no espaço abaixo, eu estou fornecendo o consentimento de que eu entendo as afirmações acima e concordo em participar.

Nome: _____

Assinatura _____

Data / /2016

Anexo 2

8.2 Questionário para o teste de aceitabilidade

Participante número: _____

Por favor responda as seguintes questões sobre si.

Qual é a sua idade? (assinale uma)

Abaixo dos 18 anos 18-24 Anos 25-34 Anos 35-44 Anos 45-54 Anos 55-64 Anos 65 Anos ou mais

Qual é o seu género? (assinale um)

Masculino

Feminino

Qual é a sua Profissão atual? (escolha uma)

- Empregado á tempo inteiro
- Empregado á tempo parcial
- Somente estudante
- Desempregado
- Aposentado

Quão você concorda ou discorda com as seguintes afirmações? (circule uma resposta)

Comer alimentos nutritivos é importante para mim, mesmo que leve mais tempo para preparar.

Discordo totalmente Discordo ligeiramente Não concordo nem discordo Concordo ligeiramente Concordo totalmente

Eu gostaria de comer alimentos mais nutritivos.

Discordo totalmente Discordo ligeiramente Não concordo nem discordo Concordo ligeiramente Concordo totalmente

Normalmente como alimentos são fáceis de preparar e rápidos.

Discordo totalmente Discordo ligeiramente Não concordo nem discordo Concordo ligeiramente Concordo totalmente

Para mim a conveniência é, por vezes/muitas vezes mais importante do que a nutrição.

Discordo totalmente Discordo ligeiramente Não concordo nem discordo Concordo ligeiramente Concordo totalmente

Gosto de comer alimentos saborosos mesmo que eu saiba que não sejam bons para saúde.

Discordo totalmente Discordo ligeiramente Não concordo nem discordo Concordo ligeiramente Concordo totalmente

Prefiro comer alimentos que me sejam familiares

Discordo totalmente Discordo ligeiramente Não concordo nem discordo Concordo ligeiramente Concordo totalmente

Gosto de testar novos alimentos

Discordo totalmente Discordo ligeiramente Não concordo nem
discordo Concordo ligeiramente Concordo totalmente

Gostaria de mais alimentos saudáveis mas fáceis de preparar.

Discordo totalmente Discordo ligeiramente Não concordo nem
discordo Concordo ligeiramente Concordo totalmente

Não quero gastar muito tempo na cozinha preparando as minhas refeições.

Discordo totalmente Discordo ligeiramente Não concordo nem
discordo Concordo ligeiramente Concordo totalmente

Qual é o seu nível de escolaridade?

- Secundário
- Estudante universitário
- Licenciado
- Mestrado
- Doutorado

Para quantas pessoas você tem cozinhado (incluindo a si próprio)?

- 1
- 2
- 3
- 4 ou mais

Por favor leia a seguinte informação sobre o novo produto

Introdução do novo produto alimentar que é semelhante as leguminosas mas que é mais nutritivo e mais rápido de preparar.

- *Contem mais vitaminas e proteínas que feijão/grão*
- *Coze em 20 minutos – requer uma hora de submersão em água.*
- *Prepare usando seus próprios temperos*

Quão interessado ou desinteressado você está em testar esse produto? (circule uma)

Muito desinteressado Ligeiramente desinteressado Nem interessado nem desinteressado Ligeiramente interessado Muito interessado

Por favor, levante a mão agora e lhe será entregue o produto **CRU**

Por favor, olhe para o produto cru. Responda as perguntas circulando a sua resposta

1. Quão você gostou ou não gostou da APARÊNCIA do produto cru?

Desgostei muitíssimo Desgostei muito Desgostei moderadamente Desgostei ligeiramente Nem gostei e nem desgostei Gostei ligeiramente Gostei moderadamente Gostei muito Gostei muitíssimo

Por favor, levante a mão agora e lhe será entregue a sua primeira amostra, **o produto sem tempero.**

AMOSTRA 833

1. Quanto você gostou ou não gostou da APARÊNCIA do produto sem tempero?

Desgostei muitíssimo Desgostei muito Desgostei moderadamente Desgostei ligeiramente Nem gostei e nem desgostei Gostei ligeiramente Gostei moderadamente Gostei muito Gostei muitíssimo

Prove o produto agora.

2. Quanto você gosta ou não gosta deste produto no geral?

Desgostei muitíssimo Desgostei muito Desgostei moderadamente Desgostei ligeiramente Nem gostei e nem desgostei Gostei ligeiramente Gostei moderadamente Gostei muito Gostei muitíssimo

3. Quanto você gosta ou não gosta do SABOR deste produto?

Desgostei muitíssimo Desgostei muito Desgostei moderadamente Desgostei ligeiramente Nem gostei e nem desgostei Gostei ligeiramente Gostei moderadamente Gostei muito Gostei muitíssimo

4. O SABOR deste produto é...

Muito fraco Ligeiramente fraco Médio Ligeiramente forte Muito forte

5. Quanto você gostou ou não gostou da TEXTURA deste produto?

Desgostei muitíssimo Desgostei muito Desgostei moderadamente Desgostei ligeiramente Nem gostei e nem desgostei Gostei ligeiramente Gostei moderadamente Gostei muito Gostei muitíssimo

6. Esse produto é...

Muitíssimo mastigável Ligeiramente mastigável Médio Não suficientemente mastigável Não mastigável

7. Esse produto é...

Muitíssimo húmido Ligeiramente húmido Nem muito seco nem muito húmido Ligeiramente seco Muitíssimo seco

8. Quanto você gostou ou não gostou do SABOR deste produto?

Desgostei Desgostei Desgostei Desgostei Nem Gostei Gostei Gostei Gostei
muitíssimo muito moderadamente ligeiramente gostei e ligeiramente moderadamente muito muitíssimo
nem
desgostei

9. O SABOR deste produto é...

Fraquíssimo Ligeiramente fraco Nem fraco nem forte Ligeiramente forte Fortíssimo

10. Pensando nas informações abaixo, quanto é que este produto atendeu as suas expectativas? Introdução do novo produto alimentar que é semelhante as leguminosas mas que é mais nutritivo e mais rápido de preparar.

- *Contem mais vitaminas e proteínas que feijão/grão*
- *Coze em 20 minutos – requer uma hora de submersão em água.*
- *Prepare usando seus próprios temperos*

Marque com um círculo

Muito abaixo das Ligeiramente abaixo De acordo com as Ligeiramente acima Muito acima das
minhas expectativas das minhas minhas expectativas das minhas minhas expectativas
expectativas expectativas expectativas expectativas

11. Quanto interessado ou desinteressado você está em preparar e comer este produto?

Muito desinteressado Ligeiramente Nem interessado nem Ligeiramente Muito interessado
desinteressado desinteressado desinteressado interessado

12. O que, se alguma coisa, o produto te faz lembrar? (preencha o espaço em branco)

Por favor, dê uma mordida na cenoura e beba água

Por favor, levante a mão agora e lhe será entregue a segunda amostra, o **produto com tempero.**

AMOSTRA 471

1. Quanto você gostou ou não gostou da APARÊNCIA do produto com tempero?

Avaliação da aceitabilidade do substituto de feijão produzido por tecnologia de extrusão a partir de farinhas de soja, trigo e mapira

Desgostei muitíssimo Desgostei muito Desgostei moderadamente Desgostei ligeiramente Nem gostei e nem desgostei Gostei ligeiramente Gostei moderadamente Gostei muito Gostei muitíssimo

Prove o produto agora.

2. Quanto você gosta ou não gosta deste produto no geral?

Desgostei muitíssimo Desgostei muito Desgostei moderadamente Desgostei ligeiramente Nem gostei e nem desgostei Gostei ligeiramente Gostei moderadamente Gostei muito Gostei muitíssimo

3. Quanto você gosta ou não gosta do SABOR deste produto?

Desgostei muitíssimo Desgostei muito Desgostei moderadamente Desgostei ligeiramente Nem gostei e nem desgostei Gostei ligeiramente Gostei moderadamente Gostei muito Gostei muitíssimo

4. O SABOR deste produto é...

Muito fraco Ligeiramente fraco Médio Ligeiramente forte Muito forte

5. Quanto você gostou ou não gostou da TEXTURA deste produto?

Desgostei muitíssimo Desgostei muito Desgostei moderadamente Desgostei ligeiramente Nem gostei e nem desgostei Gostei ligeiramente Gostei moderadamente Gostei muito Gostei muitíssimo

6. Esse produto é...

Muitíssimo mastigável Ligeiramente mastigável Médio Não suficientemente mastigável Não mastigável

7. Esse produto é...

Muitíssimo húmido Ligeiramente húmido Nem muito seco nem muito húmido Ligeiramente seco Muitíssimo seco

8. Quanto você gostou ou não gostou do SABOR deste produto?

Desgostei muitíssimo Desgostei muito Desgostei moderadamente Desgostei ligeiramente Nem gostei e nem desgostei Gostei ligeiramente Gostei moderadamente Gostei muito Gostei muitíssimo

9. O SABOR deste produto é...

Fraquíssimo Ligeiramente fraco Nem fraco nem forte Ligeiramente forte Fortíssimo

10. Pensando nas informações abaixo, quanto é que este produto atendeu as suas expectativas?

Introdução do novo produto alimentar que é semelhante as leguminosas mas que é mais nutritivo e mais rápido de preparar.

- *Contem mais vitaminas e proteínas que feijão/grão*
- *Coze em 20 minutos – requer uma hora de submersão em água.*

- *Prepare usando seus próprios temperos*

Marque com um círculo

Muito abaixo das minhas expectativas	Ligeiramente abaixo das minhas expectativas	De acordo com as minhas expectativas	Ligeiramente acima das minhas expectativas	Muito acima das minhas expectativas
--------------------------------------	---	--------------------------------------	--	-------------------------------------

11. Quanto interessado ou desinteressado você está em preparar e comer este produto?

Muito desinteressado	Ligeiramente desinteressado	Nem interessado nem desinteressado	Ligeiramente interessado	Muito interessado
----------------------	-----------------------------	------------------------------------	--------------------------	-------------------

12. O que, se alguma coisa, o produto te faz lembrar? (preencha o espaço em branco)

Por favor, dê uma mordida na cenoura e beba água

Por favor, levante a mão agora e lhe será entregue a terceira amostra, o **produto com tempero.**

AMOSTRA 527

1. Quanto você gostou ou não gostou da APARÊNCIA do produto com tempero?

Desgostei muitíssimo	Desgostei muito	Desgostei moderadamente	Desgostei ligeiramente	Nem gostei e nem desgostei	Gostei ligeiramente	Gostei moderadamente	Gostei muito	Gostei muitíssimo
----------------------	-----------------	-------------------------	------------------------	----------------------------	---------------------	----------------------	--------------	-------------------

Prove o produto agora.

2. Quanto você gosta ou não gosta deste produto no geral?

Desgostei muitíssimo	Desgostei muito	Desgostei moderadamente	Desgostei ligeiramente	Nem gostei e nem desgostei	Gostei ligeiramente	Gostei moderadamente	Gostei muito	Gostei muitíssimo
----------------------	-----------------	-------------------------	------------------------	----------------------------	---------------------	----------------------	--------------	-------------------

3. Quanto você gosta ou não gosta do SABOR deste produto?

Desgostei muitíssimo	Desgostei muito	Desgostei moderadamente	Desgostei ligeiramente	Nem gostei e nem desgostei	Gostei ligeiramente	Gostei moderadamente	Gostei muito	Gostei muitíssimo
----------------------	-----------------	-------------------------	------------------------	----------------------------	---------------------	----------------------	--------------	-------------------

4. O SABOR deste produto é...

Muito fraco	Ligeiramente fraco	Médio	Ligeiramente forte	Muito forte
-------------	--------------------	-------	--------------------	-------------

5. Quanto você gostou ou não gostou da TEXTURA deste produto?

Desgostei muitíssimo	Desgostei muito	Desgostei moderadamente	Desgostei ligeiramente	Nem gostei e nem desgostei	Gostei ligeiramente	Gostei moderadamente	Gostei muito	Gostei muitíssimo
-------------------------	--------------------	----------------------------	---------------------------	-------------------------------------	------------------------	-------------------------	-----------------	----------------------

6. Esse produto é...

Muitíssimo mastigável	Ligeiramente mastigável	Médio	Não suficientemente mastigável	Não mastigável
-----------------------	----------------------------	-------	-----------------------------------	----------------

7. Esse produto é...

Muitíssimo húmido	Ligeiramente húmido	Nem muito seco nem muito húmido	Ligeiramente seco	Muitíssimo seco
-------------------	---------------------	------------------------------------	-------------------	-----------------

8. Quanto você gostou ou não gostou do SABOR deste produto?

Desgostei muitíssimo	Desgostei muito	Desgostei moderadamente	Desgostei ligeiramente	Nem gostei e nem desgostei	Gostei ligeiramente	Gostei moderadamente	Gostei muito	Gostei muitíssimo
-------------------------	--------------------	----------------------------	---------------------------	-------------------------------------	------------------------	-------------------------	-----------------	----------------------

9. O SABOR deste produto é...

Fraquíssimo	Ligeiramente fraco	Nem fraco nem forte	Ligeiramente forte	Fortíssimo
-------------	--------------------	---------------------	--------------------	------------

10. Pensando nas informações abaixo, quanto é que este produto atendeu as suas expectativas?

Introdução do novo produto alimentar que é semelhante as leguminosas mas que é mais nutritivo e mais rápido de preparar.

- *Contem mais vitaminas e proteínas que feijão/grão*
- *Coze em 20 minutos – requer uma hora de submersão em água.*
- *Prepare usando seus próprios temperos*

Marque com um círculo

Muito abaixo das minhas expectativas	Ligeiramente abaixo das minhas expectativas	De acordo com as minhas expectativas	Ligeiramente acima das minhas expectativas	Muito acima das minhas expectativas
---	---	---	--	--

11. Quanto interessado ou desinteressado você está em preparar e comer este produto?

Muito desinteressado	Ligeiramente desinteressado	Nem interessado nem desinteressado	Ligeiramente interessado	Muito interessado
----------------------	--------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------	-------------------

12. O que, se alguma coisa, o produto te faz lembrar? (preencha o espaço em branco)

Obrigado pelo tempo. Por favor, levante a mão e devolva este questionário.

Anexo 3

8.3 Análise da Viscosidade

Anexo 4

8.4 Análise estatística

Arquivo analisado:

C:\Users\adm\Desktop\ISPM 2016\Filipa Madeira\Nota da overall das mostras.DB

Variável analisada: Aparência

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Participante	72	451.223744	6.266996	3.427	0.0000
Amostra	2	69.981735	34.990868	19.133	0.0000
erro	144	263.351598	1.828831		
Total corrigido	218	784.557078			
CV (%) =	20.90				
Média geral:	6.4703196	Número de observações:	219		

Teste Tukey para a FV Amostra

DMS: 0.530030722811041 NMS: 0.05

Média harmonica do número de repetições (r): 73
Erro padrão: 0.158279730824962

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
S833	5.671233	a1
S471	6.849315	a2
S527	6.890411	a2

Variável analisada: Overall

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
----	----	----	----	----	-------

Avaliação da aceitabilidade do substituto de feijão produzido por tecnologia de extrusão a partir de farinhas de soja, trigo e mapira

Participante	72	409.013699	5.680746	4.161	0.0000
Amostra	2	114.091324	57.045662	41.788	0.0000
erro	144	196.575342	1.365107		
Total corrigido	218	719.680365			
CV (%) =	17.32				
Média geral:	6.7442922	Número de observações:	219		

Teste Tukey para a FV Amostra

DMS: 0.457928406946007 NMS: 0.05

Média harmônica do número de repetições (r): 73
 Erro padrão: 0.136748271126837

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
S833	5.753425	a1
S527	7.027397	a2
S471	7.452055	a2

Variável analisada: Sabor

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Participante	72	390.347032	5.421487	3.557	0.0000
Amostra	2	131.844749	65.922374	43.250	0.0000
erro	144	219.488584	1.524226		
Total corrigido	218	741.680365			
CV (%) =	18.31				
Média geral:	6.7442922	Número de observações:	219		

Teste Tukey para a FV Amostra

Avaliação da aceitabilidade do substituto de feijão produzido por tecnologia de extrusão a partir de farinhas de soja, trigo e mapira

DMS: 0.483881517053126 NMS: 0.05

Média harmonica do número de repetições (r): 73
Erro padrão: 0.144498484661704

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
S833	5.671233	a1
S527	7.082192	a2
S471	7.479452	a2

Variável analisada: Textura

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Participante	72	342.210046	4.752917	3.625	0.0000
Amostra	2	14.529680	7.264840	5.541	0.0048
erro	144	188.803653	1.311136		
Total corrigido	218	545.543379			
CV (%) =	17.29				
Média geral:	6.6210046	Número de observações:	219		

Teste Tukey para a FV Amostra

DMS: 0.448784925910036 NMS: 0.05

Média harmonica do número de repetições (r): 73
Erro padrão: 0.134017811070671

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
S833	6.273973	a1
S471	6.698630	a1 a2
S527	6.890411	a2

Variável analisada: Aftertaste

Avaliação da aceitabilidade do substituto de feijão produzido por tecnologia de extrusão a partir de farinhas de soja, trigo e mapira

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Participante	72	303.561644	4.216134	2.442	0.0000
Amostra	2	121.424658	60.712329	35.171	0.0000
erro	144	248.575342	1.726218		
Total corrigido	218	673.561644			
CV (%) =	19.53				
Média geral:	6.7260274	Número de observações:	219		

Teste Tukey para a FV Amostra

DMS: 0.514946473059162 NMS: 0.05

Média harmonica do número de repetições (r): 73
Erro padrão: 0.153775216487073

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
S833	5.684932	a1
S527	7.109589	a2
S471	7.383562	a2

Arquivo analisado:

C:\Users\adm\Desktop\ISPM 2016\Filipa Madeira\Nota da aparência das amostras.DB

Variável analisada: Aparência

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Participante	72	491.739726	6.829718	3.855	0.0000
Amostra	3	79.023973	26.341324	14.866	0.0000
erro	216	382.726027	1.771880		
Total corrigido	291	953.489726			

Avaliação da aceitabilidade do substituto de feijão produzido por tecnologia de extrusão a partir de farinhas de soja, trigo e mapira

CV (%) = 20.25
Média geral: 6.5719178 Número de observações: 292

Teste Tukey para a FV Amostra

DMS: 0.570602273324861 NMS: 0.05

Média harmonica do número de repetições (r): 73
Erro padrão: 0.155795781172275

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
S833	5.671233	a1
S471	6.849315	a2
UNCOOKED	6.876712	a2
S527	6.890411	a2
