



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

FACULDADE DE FARMÁCIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

**EMILIA CAROLINA DA CRUZ LISBOA BRITO**

**Efeito da adição da fibra de caju nas propriedades  
tecnológicas da farinha de trigo para a produção de  
macarrão massa fresca tipo talharim**

SALVADOR-BA

2016

**EMILIA CAROLINA DA CRUZ LISBOA BRITO**

**Efeito da adição da fibra de caju nas propriedades tecnológicas da  
farinha de trigo para a produção de macarrão massa fresca tipo  
talharim**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências de Alimentos da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Renato Souza Cruz.  
Co-Orientadores: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Geany Peruch Camilloto.  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria C. T. Ribeiro Vidal.

SALVADOR-BA

2016

Ficha Catalográfica Elaborada por: Deivisson Lopes Pimentel Bibliotecário CRB 5/1562

B862e Brito, Emília Carolina da Cruz Lisboa  
Efeito da adição da fibra de caju nas propriedades tecnológicas da farinha de trigo para a produção de macarrão massa fresca tipo talharim. / Emília Carolina da Cruz Lisboa Brito. – Salvador, 2016.  
68f.: il.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Renato Souza Cruz.  
Co-Orientadores: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Geany Peruch Camilloto; Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria C. T. Ribeiro Vidal.

ISBN:  
Inclui bibliografia

Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciências de Alimentos da Universidade Federal da Bahia.

1. Massa fresca 2. Fibra de caju 3. Propriedades tecnológicas. 4. Mapa de preferência. I. Programa de Pós-Graduação em Ciências de Alimentos da Universidade Federal da Bahia II. Efeito da adição da fibra de caju nas propriedades tecnológicas da farinha de trigo para a produção de macarrão massa fresca tipo talharim

CDU: 664



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
FACULDADE DE FARMÁCIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

## TERMO DE APROVAÇÃO

EMÍLIA CAROLINA DA CRUZ LISBOA BRITO

EFEITO DA ADIÇÃO DA FIBRA DE CAJU NAS PROPRIEDADES  
TECNOLÓGICAS DA FARINHA DE TRIGO PARA A PRODUÇÃO DE  
MACARRÃO MASSA FRESCA TIPO TALHARIM

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos (nível Mestrado Acadêmico) da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciência de Alimentos.

Aprovada em 31 de março de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Renato Souza Cruz  
Universidade Federal da Bahia  
Orientador

Dr. Christiano Vieira Pires  
Universidade Federal de São João del-Rei

Dr<sup>a</sup>. Ronielli Cardoso Reis  
EMBRAPA Mandioca e Fruticultura

## DEDICATÓRIA

***“Dedico a minha família,  
especialmente aos meus Pais”.***

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Jeová, pois ele é digno de toda honra e glória, por ter me fortalecido para concluir mais uma etapa deste longo caminho, às vezes o fardo parecia ser muito pesado, mais a perseverança e a fé nele depositada me ajudaram a prosseguir superando todos os obstáculos.

Aos meus Pais João Lisboa Neto e Zenilda Maria da Cruz Lisboa, pelo apoio, amor e dedicação incondicionais, sem vocês eu não teria conseguido, vocês são a minha fortaleza.

Ao meu esposo Alan Brito da Silva e meu filho Artur Lisboa Brito, pelo amor, pelos abraços apertados do meu filho a cada vez que eu tinha que sair, pela compreensão diante de tantas ausências.

Aos meus irmãos Edmar, Erico e Brenda, aos meus sobrinhos e cunhada pela presença constante, apoio e confiança.

Ao meu querido orientador Dr. Renato Souza Cruz pela confiança, pelo imenso aprendizado e pela paciência.

A professora Dr<sup>a</sup> Geany Peruch Camilloto pela contribuição valiosa na análise estatística dos dados.

A equipe de pesquisa do laboratório de panificação (Rita, Taciara, Laís, Luana e Geisa) pelo apoio e colaboração nas análises sensoriais.

A minha amiga Natiara Oliveira por ter auxiliado na realização das análises reológicas. Sem a sua preciosa ajuda estas análises não teriam se concretizado.

As colegas Olivia Reis e Gislane Oliveira pelo companheirismo e auxílio nos momentos que mais precisei.

Aos colegas da turma 2014.1 do mestrado por todos os momentos compartilhados.

A UEFS por ceder à estrutura, os laboratórios para realização dos experimentos.

A todos os professores do PGALI-UFBA pela contribuição com seus conhecimentos.

A CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

A BRASFRUT pela doação dos resíduos do processamento do caju.

## RESUMO

O presente trabalho avaliou a influência da adição de farinha do bagaço de caju (FBC) nas características reológicas da farinha de trigo e sobre a qualidade tecnológica e sensorial do macarrão massa fresca tipo talharim. Por meio de um delineamento inteiramente casualizado foram testadas 7 formulações com três repetições. Constituído basicamente de fibras dietéticas, vitaminas e minerais o resíduo do processamento do caju possui características que tornam possível seu aproveitamento. A farinha do bagaço do caju (FBC) foi incorporada à farinha de trigo nas proporções (0, 5, 10, 15, 20, 25, e 30%). Foram estudadas a granulometria da farinha do bagaço de caju a capacidade de absorção de água, farinografia e extensografia das misturas de farinha. As formulações do macarrão massa fresca tipo talharim foram produzidas e avaliadas quanto às suas características de cozimento e textura. Foram realizadas análise de fibras alimentares e análise sensorial das amostras de macarrão. Os resultados demonstraram que as partículas da FBC possuem diâmetro superior a 0,25mm, houve influência nas características reológicas da farinha de trigo causando um aumento considerável dos seguintes parâmetros: capacidade de absorção de água, resistência a extensão, absorção de água da farinha, tempo de desenvolvimento de massa e tempo de chegada. Em contrapartida o índice de tolerância a mistura aumentou até 15% de adição de FBC e reduziu com aumento destes níveis de substituição. Um efeito contrário foi observado na estabilidade da massa. Essa variação de resultados pode estar relacionada ao conteúdo de vitamina C presente na FBC. As características tecnológicas do macarrão como tempo de cozimento, absorção de água e aumento de volume reduziram com a adição de FBC características relacionadas a natureza e granulometria da fibra adicionada. Já a perda de sólidos aumentou com a adição da FBC devido a desnaturação da matriz proteica. Os parâmetros de textura do macarrão sofreram influência da concentração das fibras, a firmeza reduziu 0,0051N a cada 1% de FBC adicionada ao produto, a dureza e gomosidade aumentaram significativamente ( $p < 0,05$ ), para o parâmetro elasticidade foi observado uma redução linear bem definida. A incorporação de FBC aumentou significativamente ( $p < 0,05$ ) o conteúdo de Fibra insolúvel, fibra solúvel e fibra alimentar total das amostras. Com um conteúdo de fibra alimentar total maior que 6% o macarrão elaborado pode ser considerado “rico em fibras”. Sensorialmente o aumento do conteúdo de FBC reduziu a aceitação do macarrão. Assim apesar da redução da aceitação os resultados sugerem que o nível ideal de incorporação da FBC na formulação do macarrão não deve ser superior a 10%. Diante do exposto a farinha do bagaço de caju possui características que tornam possível seu aproveitamento e incorporação na produção de massas alimentícias.

**Palavras – Chave:** Massa fresca, Fibra de caju, Propriedades tecnológicas, Mapa de Preferência.

## ABSTRACT

This study evaluated the influence of the addition of cashew bagasse flour (CBF) in the rheological characteristics of wheat flour and in the technological and sensory quality of fresh noodles. Through a completely randomized design were tested 7 formulations with three replications. Cashew processing residue consists essentially of dietary fibers, vitamins and minerals and has characteristics that enable their use for human consumption. Cashew bagasse flour (CBF) was incorporated into the wheat flour in the following proportions: 0, 5, 10, 15, 20, 25 and 30%. Were evaluated the granulometry of cashew bagasse flour, capacity of water absorption, farinography and extensograph of flour mixtures. Fresh noodles formulations were produced and evaluated for their cooking and texture characteristics. Analysis of dietary fiber and sensory analysis of the samples were performed. The results showed that the CBF particles have a diameter greater than 0.25mm, there was influence on the rheological characteristics of the wheat flour, causing a considerable rise of the following parameters: capacity for water absorption, resistance to extension, the water absorption of the flour, dough development time and arrival time. On the other hand, the index of mixture tolerance increased up to 15% of the addition of CBF, and decreased with the increase of these replacements levels. The opposite effect was observed in the dough stability. This variation of results may be related to the content of vitamin C present in CBF. The technological characteristics of the noodles such as cooking time, water absorption and volume increase, have decreased with the addition of the fiber, because of the characteristics related to the nature and granulometry of the added fiber. The loss of solid increased with the addition of the fibers due to denaturation of the protein matrix and consequent weakening of the gluten network during baking. The loss of solid increased with the addition of CBF due to denaturation of the protein matrix. The pasta texture parameters are influenced by concentration of the fibers: the firmness reduced 0,0051N every 1% CBF added to the product; the hardness and gumminess increased significantly ( $p < 0.05$ ); for the elastic parameters was observed a well-defined linear reduction. The incorporation of FBC increased significantly ( $p < 0.05$ ) the content of insoluble fiber, soluble fiber and total dietary fiber in the samples. With a total dietary fiber content greater than 6%, the prepared noodles can be considered "high in fiber". Sensorially the CBF content increase reduced the acceptance of the noodles. Despite the reduction of acceptance, the results suggest that the optimum level of incorporation of the FBC in the pasta formulation should not exceed 10%. Based on the above information, cashew bagasse flour has characteristics that make possible its use and incorporation in the production of dough for human consumption.

**Keywords:** Fresh Pasta, Cashew Fiber, Technological properties, Preferably Map.



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Níveis de farinha do bagaço de caju e solução salina, incorporadas à farinha de trigo para análise extensográfica.....	24
<b>Tabela 2:</b> Formulação do macarrão massa fresca tipo talharim adicionado de diferentes concentrações de farinha do bagaço de caju (FBC).....	27
<b>Tabela 3:</b> Conteúdo de fibra alimentar das formulações adicionadas de FBC. ....	55
<b>Tabela 4:</b> Teste de aceitação do macarrão massa fresca tipo talharim. ....	58

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> <i>Anacardium Ocidenatale L.</i> , Castanha (fruto verdadeiro) e pedúnculo. ....	18
<b>Figura 2:</b> Teste de firmeza realizado em texturometro TA.XT. plus, equipado com o aparato LKB-F. ....	29
<b>Figura 3:</b> Análise do perfil de textura, TPA em Texturometro TA.XT.plus equipado com o aparato <i>HDP/PFS</i> . ....	30
<b>Figura 4:</b> Curva granulométrica da Farinha do Bagaço de caju (FBC). ....	34
<b>Figura 5:</b> Modelo de regressão para Resistencia a extensão (RE) e extensibilidade (EXT) da farinha de trigo em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju. ....	36
<b>Figura 6:</b> Modelo de Regressão para absorção de água da farinha de trigo em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju. ....	37
<b>Figura 7:</b> Modelo de Regressão para estabilidade da farinha de trigo em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju. ....	38
<b>Figura 8:</b> Modelo de Regressão para o tempo de desenvolvimento (TDM) de massa da farinha de trigo em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju. ....	39
<b>Figura 9:</b> Modelo de Regressão para o tempo de chegada (TC) da farinha de trigo em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju. ....	40
<b>Figura 10:</b> Modelo de Regressão para o índice de tolerância a mistura (ITM) da farinha de trigo em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju. ....	41
<b>Figura 11:</b> Modelo de Regressão para capacidade de absorção de água (CAA) da farinha de trigo em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju. ....	42
<b>Figura 12:</b> Modelo de Regressão para o tempo ótimo de cozimento (TOC) do macarrão massa fresca tipo talharim em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju. ....	44
<b>Figura 13:</b> Modelo de Regressão para da absorção de água do macarrão (ABS-M) massa fresca tipo talharim em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju. ....	45
<b>Figura 14:</b> Modelo de Regressão para o aumento de volume (AV) do macarrão massa fresca tipo talharim em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju. ....	46

<b>Figura 15:</b> Modelo de Regressão para a umidade do macarrão massa fresca tipo talharim em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju.....	48
<b>Figura 16:</b> Modelo de Regressão para a perda de sólidos (PS) do macarrão massa fresca tipo talharim em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju. ....	49
<b>Figura 17:</b> Modelo de Regressão para a firmeza do macarrão massa fresca tipo talharim em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju.....	50
<b>Figura 18:</b> Modelo de Regressão para a dureza do macarrão massa fresca tipo talharim em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju.....	52
<b>Figura 19:</b> Modelo de Regressão para a gomosidade do macarrão massa fresca tipo talharim em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju.....	53
<b>Figura 20:</b> Modelo de Regressão para elasticidade do macarrão massa fresca tipo talharim em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju.....	54
<b>Figura 21:</b> Mapa de Preferência Interno das quatro formulações de massa ■ F1; ▲ F3; ◆ F5 e ● F7 com 0%; 10%, 20% e 30% de Farinha do bagaço do caju, respectivamente. ....	61

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	13
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1	Massas Alimentícias.....	15
2.2	Fibras Alimentares .....	16
2.3	Caju.....	18
2.3.1	Consumo e produção Mundial .....	19
2.3.2	Resíduos agroindustriais.....	20
3.	OBJETIVOS.....	22
3.1	Geral.....	22
3.2	Específicos .....	22
4.	MATERIAL E METODOS .....	23
4.1	Material .....	23
4.2	Métodos .....	23
4.2.1	Obtenção da Farinha de bagaço caju .....	23
4.2.2	Análise granulométrica .....	23
4.2.3	Caracterização reologica da farinha de trigo incorporada da farinha do bagaço de caju.....	24
4.2.3.1	Análise extensográfica .....	24
4.2.3.2	Análise Farinográfica .....	25
4.2.3.3	Capacidade de absorção de água. ....	25
4.2.4.	Desenvolvimento do Macarrão massa fresca tipo talharim. ....	26
4.2.5	Caracterização tecnológica do Macarrão. ....	27
4.2.5.1	Propriedades de Cozimento .....	27
4.2.5.1.1	Tempo ótimo de cozimento.....	27
4.2.5.1.2	Absorção de água.....	27
4.2.5.1.3	Perda de sólidos .....	28
4.2.5.1.4	Aumento de volume .....	28
4.2.5.2	Análise de textura do Macarrão. ....	29
4.2.5.2.1	Firmeza.....	29
4.2.5.2.2	Análise do perfil de textura (TPA). ....	29
4.2.6	Teor de fibra alimentar do macarrão massa fresca tipo talharim. ....	30
4.2.7	Análise Sensorial das amostras de macarrão massa fresca tipo talharim – Mapa de preferência. ....	32

4.2.8 Delineamento experimental .....	33
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	34
5.1 Análise granulométrica da farinha do bagaço de caju. ....	34
5.2 Caracterização reológica da farinha de trigo incorporada da farinha do bagaço de caju .....	35
5.2.1 Determinação do perfil extensografico.....	35
5.2.2 Determinação do perfil farinografico. ....	36
5.2.2.1 Absorção de água.....	36
5.2.2.2 Estabilidade. ....	37
5.2.2.3 Tempo de desenvolvimento de massa e Tempo de Chegada.....	39
5.2.2.4 Índice de tolerância à mistura .....	40
5.2.3 Capacidade de absorção de água das misturas de farinhas. ....	41
5.3 Caracterização tecnológica do Macarrão massa fresca tipo talharim.....	43
5.3.1 Propriedades de cozimento do macarrão. ....	43
5.3.1.1 Tempo ótimo de cozimento.....	43
5.3.1.2 Absorção de água, aumento de volume e umidade do macarrão.....	44
5.3.1.3 Perda de sólidos .....	48
5.3.2 Análise de textura do Macarrão massa fresca tipo talharim. ....	49
5.3.2.1 Firmeza.....	50
5.3.2.2 Dureza .....	51
5.3.2.3 Gomosidade e Elasticidade .....	52
5.3.3 Determinação do teor de fibras alimentares do Macarrão massa fresca tipo Talharim.....	54
5.3.4 Análise Sensorial .....	56
6. CONCLUSÃO .....	63
7. REFERÊNCIAS .....	64

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente as exigências dos consumidores em relação aos alimentos vêm mudando em decorrência das preocupações relacionadas a saúde e ao estilo de vida. Para esses consumidores os alimentos não são destinados somente a saciar a fome, mas voltados para auxiliar na prevenção de doenças, melhoria do bem-estar físico e mental. Estas características impulsionam o aumento das pesquisas relacionadas aos alimentos com propriedades promotoras da saúde, propriedades funcionais (BUSTOS; PEREZ; LEÓN, 2011; FOSCHIA et al., 2013; SUDHA; VETRIMANI; LEELAVATHI, 2007).

Nesse sentido as fibras alimentares vêm sendo utilizadas com intuito de melhorar o valor nutricional dos alimentos devido aos seus inúmeros benefícios como redução do risco de doenças cardíacas, redução do índice glicêmico, auxílio no controle de diabetes, redução do colesterol, prevenção e redução dos problemas com constipação intestinal atendendo as novas exigências do mercado (ARAVIND et al., 2012a; ARAVIND et al., 2012b; ELLEUCH et al., 2011; FOSCHIA et al., 2013).

As fibras utilizadas para incorporação em alimentos podem ser de diferentes fontes, mas os produtos derivados do processamento de frutas representam uma excelente alternativa pelo alto valor nutritivo, baixo custo e abundância (COSTA et al., 2009; ELLEUCH et al., 2011; SANTOS et al., 2007).

Estas características colocam o bagaço do caju em destaque um subproduto do processamento da indústria de sucos, constituído basicamente de minerais, antioxidantes, açúcares e fibras alimentares, uma excelente fonte de nutrientes e corantes que podem ser utilizados na fabricação de novos produtos, diminuindo com isso os custos da produção além de reduzir os impactos ambientais, se descartados de forma incorreta (SIQUEIRA:BRITO 2013; UCHOA et al., 2009). Por ser uma matriz alimentícia rica em nutrientes, a desidratação se faz necessário e representa a melhor alternativa para sua utilização, pois torna um produto perecível em uma farinha estável, pela redução da atividade de água, proporcionando um melhor aproveitamento das características do produto (LIMA et al., 2014).

No entanto o desafio da indústria de alimentos é incentivar o consumo das fibras incorporando-as em alimentos básicos como o macarrão. Embora tradicionalmente produzido com farinha de trigo é possível incorporar ingredientes

com intuito de aumentar o seu valor nutritivo garantindo um produto com características desejáveis como textura e sabor (BRENNAN; KURI; TUDORICA, 2004; BUSTOS; PEREZ; LEÓN, 2011).

Neste sentido o presente trabalho avaliou a influência da adição de farinha de caju sobre as características reológicas da farinha de trigo e seus efeitos na qualidade tecnológica e sensorial do macarrão massa fresca tipo talharim.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 *Massas Alimentícias*

Segundo a RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005), as massas alimentícias podem ser definidas como: *“Produtos obtidos da farinha de trigo (*Triticum aestivum* L. e ou de outras espécies do gênero *Triticum*) e ou derivados de trigo durum (*Triticum durum* L.) e ou derivados de outros cereais, leguminosas, raízes e ou tubérculos, resultantes do processo de empasto e amassamento mecânico, sem fermentação”*.

De acordo com Associação Brasileira de Indústria de biscoitos, massas alimentícias pães e bolos (“ABIMAPI”, 2015), o Brasil é o terceiro maior mercado do mundo em produção e consumo de macarrão. Com uma produção de massas alimentícias em torno de 1,2 milhão de toneladas. A Itália e os Estados Unidos ocupam a primeira e segunda posição.

Por ser um alimento versátil de fácil preparo e armazenamento, apresentando os mais diferentes formatos as massas alimentícias são largamente consumidas pela população. Embora produzidas tradicionalmente por farinha de trigo é possível incorporar ingredientes com intuito de aumentar seu valor nutricional, sem causar prejuízos nas características sensoriais do produto (BRENNAN; KURI; TUDORICA, 2004; GULL; PRASAD; KUMAR, 2015; KAUR et al., 2012).

As massas secas são tradicionalmente produzidas por todo mundo, onde o consumo representa 80% de toda categoria. No entanto, o consumo de massas, vem sofrendo mudanças. Devido a praticidade de preparo, as massas frescas avançaram 45,2% em vendas enquanto as massas secas ficaram em torno de 31,5% (“ABIMAPI”, 2015).

A produção de macarrão adicionado de ingredientes não convencionais é o grande desafio da indústria de alimentos (FOSCHIA et al. 2015). O macarrão é considerado um alimento saudável com baixo teor de sódio e gorduras, largamente consumido pela população. Essas características o tornam um excelente veículo para incorporação de nutrientes, visando a melhoria no valor nutricional (FOSCHIA et al., 2015; GALLEGOS-INFANTE et al., 2010).



O macarrão possui baixos níveis de fibra alimentar e de acordo com Bagdi et al. (2014), esse conteúdo é de 1,70% de fibra total alimentar, o que torna o produto uma excelente fonte para incorporação de fibras.

## **2.2 Fibras Alimentares**

Formadas por polímeros de carboidratos com dez ou mais unidades monoméricas, as fibras alimentares não são hidrolisadas pelas enzimas endógenas no intestino delgado (GIUNTINI, 2011). Esses polímeros inibem a degradação do amido e conseqüentemente alteram a quantidade de açúcares liberados durante a digestão dos alimentos (BRENNAN; KURI; TUDORICA, 2004).

Segundo Foschia et al. (2013), o consumo de quantidades adequadas de fibra dietética reduz significativamente o risco de doenças degenerativas, incluindo diabetes, doenças coronárias, câncer e outras doenças.

O uso das fibras proporciona a produção de alimentos promotores de saúde, além de conferir alterações nas características tecnológicas dos produtos como, por exemplo, aumentar a capacidade de retenção de água, emulsificação, formação de gel, reduzem a sinérese além de melhorar a vida útil do produto (ELLEUCH et al., 2011; FOSCHIA et al., 2015).

Assim, inúmeros estudos foram realizados com intuito de melhorar as características nutricionais e tecnológicas das massas alimentícias com a inclusão diferentes fontes de fibras nas formulações, favorecendo o aumento do consumo e reduzindo a incidência de perturbações de saúde (ARAVIND et al., 2012a; ARAVIND et al., 2012b; FOSCHIA et al., 2015).

Em 2010, Ajila e colaboradores elaboraram o macarrão com incorporação da farinha da casca de manga, rica em fibras e compostos antioxidantes, verificando que a incorporação de 5% da farinha interferiu favoravelmente nas características tecnológicas e sensoriais da massa, além do aumento do conteúdo de fibras.

Brennan, Kuri e Tudorica (2004) avaliaram os efeitos da adição de inulina nas propriedades de cozimento de textura e nutricionais das massas e concluíram que a

inulina causou influências na absorção e firmeza da massa, mas não teve influência significativa nas características de adesividade e elasticidade ( $p < 0,05$ ).

Brennan e Tudorica (2007) investigaram a possibilidade de utilizar fibras solúveis e insolúveis (polissacarídeos não amiláceos, como goma guar, goma xantana, inulina e fibra de bambu) em macarrão e verificar suas propriedades de cozimento e atributos textura, observando que a firmeza da massa reduz em relação ao nível de substituição das fibras, níveis de substituição de 2,5% proporcionaram a produção de massas com características de textura semelhantes a massa controle.

Os impactos da incorporação de amido resistente e farelo de aveia na qualidade das massas foram investigados por Bustos, Perez e León (2011), os resultados demonstram que a utilização de fibras insolúvel proporciona uma melhoria da qualidade nutricional das massas sem afetar negativamente suas propriedades sensoriais.

Aravind et al. (2012b) avaliaram os efeitos da substituição de semolina por inulina (de alto peso molecular, baixo peso molecular e variação da cristalinidade) sobre as propriedades tecnológicas, estruturais, sensoriais e nutricionais de massas alimentícias. Os resultados mostram que houve um impacto nas propriedades tecnológicas e sensoriais, com adição de 20% de inulina de alto peso molecular, enquanto que a inulina de baixo peso molecular provocou alterações negativas na firmeza e perda por cozimento da massa ao nível de substituição de 5%.

Utilizando diferentes fontes de fibras (inulina de cadeia longa, inulina de cadeia curta, aveia e glucagel) adicionadas individualmente ou em combinação sobre a qualidade de massas, Foschia et al. (2015) relataram que a substituição de até 15% de fibras proporcionou um aumento das perdas durante o cozimento, redução da firmeza e da resistência a extensão da massa.

Esses estudos demonstram que a suplementação de alimentos com fibras alimentares é viável e uma excelente maneira de incentivar o aumento do consumo das fibras (FOSCHIA et al., 2015).

No entanto o desafio da adição de fibras ao macarrão é avaliar os efeitos sobre as características tecnológicas do produto final e aceitação dos consumidores, definindo assim os teores limitantes ou ideais da fibra com intuito de reduzir as

influências negativas nas características do produto (BRENNAN; TUDORICA, 2007; FOSCHIA et al, 2013).

### 2.3 *Caju*

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) pertence à família anacardiaceae. Nativo da América do Sul é classificado como fruto não climatérico, caracterizado pelo fato de que após a colheita há um decréscimo contínuo na taxa respiratória, não havendo aumento na produção de etileno, nem alterações no amadurecimento (MICHODJEHOUN-MESTRES et al., 2009; UCHOA et al., 2009). Denominado caju (figura 1), o fruto do cajueiro é composto pela amêndoa, o fruto verdadeiro, de onde é retirada a castanha produto de maior valor comercial, e pelo pedúnculo, o pseudofruto, muito utilizado para produção de sucos, polpas, conservas e etc. (LIMA et al., 2014).

**Figura 1:** *Anacardium Occidentale* L., Castanha (fruto verdadeiro) e pedúnculo.



O pedúnculo do caju é a parte polposa, matéria prima para de diversos produtos e corresponde a cerca de 10 vezes o peso da castanha. Apresenta alto valor nutritivo e elevado conteúdo de vitamina C, cerca de 190mg de vitamina C/ 100g pedúnculo fresco, valor 4 a 5 vezes maior que o encontrado na laranja que contém em média

32,8 mg/ 100g. Além da vitamina, o pedúnculo contém minerais como cálcio, ferro e fósforo, compostos fenólicos, principalmente taninos, carotenóides e antocianinas, pigmentos naturais responsáveis por sua coloração característica. Os compostos fenólicos estão presentes principalmente na película que reveste a polpa sendo responsáveis pela sua alta perecibilidade (COSTA et al., 2009; RUFINO et al., 2010; SANTOS et al., 2007).

### **2.3.1 Consumo e produção Mundial**

O Brasil, com uma produção que superou os 38 milhões de toneladas é o terceiro produtor mundial de frutas frescas, atrás apenas da China e da Índia. A região Nordeste é responsável por grande parte da produção de frutas tropicais, destacando-se o abacaxi, o abacate, a banana, o caju, o coco, o mamão, a manga, o maracujá, a uva, a acerola e a goiaba (CONAB, 2013). O cajueiro ocupa posição importante entre as árvores frutíferas tropicais e conta com a crescente comercialização de seus produtos e derivados (SANTOS et al., 2007).

A castanha do caju é o produto comercial de maior importância. O mercado é centrado na exportação, para onde é destinada de cerca de 90% da produção nacional. Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – FAO, a produção mundial da castanha gira em torno de 3,1 milhões de toneladas, ocupando uma área de 3,39 milhões de hectares. Os principais países produtores são o Vietnã (941.600 t), Nigéria (636.000 t), Índia (573.000 t) e Indonésia (122.000 t), o Brasil ocupou o quarto posto com 243.770 toneladas. Em média, 87,3% da produção nacional deste produto concentram-se em três Estados: Ceará (44,9%), Rio Grande do Norte (21,6%) e Piauí (20,8%) (FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2010).

De acordo com Santos et al. (2007), no Nordeste está concentrada a produção de pedúnculo de caju, onde o desperdício chega até 90-94% da produção. O pedúnculo na indústria é utilizado para produção de bebidas, doces, geléias, néctar, farinha, produtos fermentados e produção de ração, porém menos de 6% da produção do pedúnculo disponível é utilizado, causando grande impacto ambiental pela quantidade de resíduos gerada.

### **2.3.2 Resíduos agroindustriais**

O aproveitamento dos resíduos do processamento de frutas como fonte de fibras alimentares é uma excelente maneira melhorar as propriedades nutricionais, físicas, estruturais e reológicas dos produtos, além de reduzir os impactos causados ao meio ambiente (ELLEUCH et al., 2011).

No processo de beneficiamento do pedúnculo do caju ocorre a geração do resíduo, denominado bagaço do caju, obtido após a extração do suco (SIQUEIRA;BRITO, 2013). O resíduo representa cerca de 40% da massa total de pedúnculos processados que são descartados no ambiente ou utilizados para alimentação animal (SANTOS et al., 2007). Devido à alta perecibilidade, problemas com logística e armazenamento, são desperdiçados 75% da produção de pedúnculo anualmente na região Nordeste do país (SIQUEIRA; BIRTO 2013).

Constituído basicamente de minerais, antioxidantes, açúcares e fibras dietéticas, o bagaço possui alto valor nutritivo favorecendo seu aproveitamento para alimentação humana. A secagem do resíduo do processamento do pedúnculo do caju é a melhor maneira de aproveitá-lo, pela redução da atividade de água, os riscos com deterioração por ação microbiana são reduzidos (UCHOA et al., 2009).

Diversos estudos foram realizados visando o aproveitamento dos resíduos agroindustriais.

Sudha, Baskaran e Leelavathi (2007) incorporaram farinha do bagaço de maçã em bolos e verificaram que os produtos preparados com 25% de incorporação da farinha tinham um teor de fibras em torno de 14,2%, indicando que o bagaço de maçã é uma excelente fonte de fibras alimentares.

Já Ajila et al. (2010), adicionaram farinha da casca de manga na produção de macarrão e observaram que adição de 5% da farinha favoreceu aceitação dos consumidores, os resultados sugerem que pela incorporação de farinha da casca de manga é possível melhorar a qualidade nutricional sem afetar suas características tecnológicas.

Sant'Anna et al. (2014) investigaram os efeitos da incorporação de farinha do resíduo do processamento de uvas na qualidade de massa tipo *fettuccini* e concluíram

que a incorporação de 25% da farinha de uva é suficiente para garantir aceitação do produto não interferindo nas características de cozimento da massa.

Esses trabalhos comprovam a viabilidade do uso de resíduo do processamento de frutas na incorporação em massas alimentícias, obtendo produtos com características sensoriais e tecnológicas bem aceitas pelos consumidores.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Geral**

Avaliar a influência da adição de farinha do resíduo do caju nas características reológicas da farinha de trigo e sobre a qualidade tecnológica e sensorial do macarrão massa fresca tipo talharim.

#### **3.2 Específicos**

- Analisar as características reológicas da farinha de trigo incorporada de farinha de bagaço de caju, por meio da extensografia, farinografia e capacidade de absorção de água;
- Elaborar o macarrão massa fresca com diferentes concentrações de farinha de bagaço de caju;
- Avaliar as propriedades tecnológicas do macarrão, pelo teste de cozimento;
- Avaliar as características de textura do macarrão;
- Avaliar as características sensoriais do macarrão;

## **4. MATERIAL E METODOS**

### **4.1 *Material***

O subproduto do processamento do caju (o bagaço ou resíduo) foi doado pela Indústria de processamento de polpas de fruta Brasfrut, (Feira de Santana, Bahia/Brasil). As amostras recebidas foram acondicionadas em embalagens de polietileno e estocadas em freezer industrial a temperatura de -18°C. A farinha de trigo, tipo especial, óleo de soja e sal foram obtidos no mercado local. Para análise de fibra foram utilizados o kit da Sigma Aldrich, os demais reagentes foram da Química Dinâmica.

### **4.2 *Métodos***

#### **4.2.1 *Obtenção da Farinha de bagaço caju***

O bagaço do caju foi seco em secador do tipo bandeja a 55°C por 4h, até umidade final de 10 -12% determinada por balança de infravermelho (Marca Bel Engineering, Modelo Q533-M Quimis). Posteriormente os resíduos foram moídos em um moinho de faca, modelo TE-651 Tecnal, com peneira de 20 mesh. A farinha obtida foi acondicionada em recipientes de polietileno com tampa e armazenada em geladeira convencional.

#### **4.2.2 *Análise granulométrica***

A distribuição granulométrica da farinha do bagaço de caju foi determinada utilizando o equipamento vibratório (Mogi Glass) com conjunto de seis peneiras com aberturas da malha de 16, 24, 35, 60, 80, 100 mesh e o fundo, segundo método 66-20 da AACC (2000).



### **4.2.3 Caracterização reologica da farinha de trigo incorporada da farinha do bagaço de caju.**

Os efeitos da incorporação da farinha do bagaço de caju (FBC) nas características reológicas da farinha de trigo foram avaliados utilizando os seguintes testes: extensografia, farinografia e capacidade de absorção de água.

#### **4.2.3.1 Análise extensográfica**

A análise foi conduzida em amostras de massa preparadas com farinha de trigo, farinha do bagaço de caju (diferentes concentrações) e solução salina (2,5% de NaCl) adicionada em relação a soma dos ingredientes (farinha de trigo e farinha do bagaço de caju), como descrito na tabela 1. O ensaio consistiu em preparar a massa e comprimi-la durante 30 s em fôrma de teflon apropriada para separá-la em tiras. As tiras foram submetidas ao teste, realizado sob as seguintes condições:

- Velocidade do pré-teste: 2,0 mm/s;
- Velocidade do teste: 3,3 mm/s;
- Velocidade do pós-teste: 10,0 mm/s;
- Distância: 75 mm (distância que o probe é deslocado).

O teste tem por resultado, uma curva força por distância, a força máxima correspondendo à resistência a extensão (N) e a extensibilidade da massa (mm).

**Tabela 1:** Níveis de farinha do bagaço de caju e solução salina, incorporadas à farinha de trigo para análise extensográfica.

<b>Formulações</b>	<b>% FT</b>	<b>% FBC</b>	<b>%Solução Salina</b>
1	100	0	56
2	100	5	58,8
3	100	10	61,6
4	100	15	64,4
5	100	20	67,2
6	100	25	70
7	100	30	72,8

Farinha de trigo (FT), Farinha do bagaço do caju (FBC).

#### **4.2.3.2 Análise Farinografica**

Os parâmetros farinográficos foram determinados com auxílio do Farinógrafo Brabender segundo metodologia nº 54-21 (AACC, 2000). Foram preparadas misturas com as seguintes proporções de farinha do bagaço de caju 0; 5; 10; 15; 20; 25 e 30% adicionadas a farinha de trigo (100%), codificadas como (F1, F2, F3, F4, F5, F6 e F7) respectivamente, sendo F1 o padrão. A análise foi realizada em etapas como descritas abaixo.

**Etapa 1:** Determinação da absorção de água da farinha ou curva de titulação.

Uma amostra (300g), foi adicionada a masseira do farinógrafo. Em seguida o equipamento ligado e com auxílio de uma bureta, adicionou-se água suficiente até que no equipamento registra-se uma linha contínua no papel milimetrado (acoplado ao mesmo) que indique 500 unidades farinográficas (UF). A quantidade de água adicionada, com as correções adicionadas, indica a absorção de água da farinha em questão.

**Etapa 2:** Análise farinografica

Em seguida, novamente foi pesada uma amostra de 300 g, à esta adicionou-se a quantidade de água determinada previamente, o aparelho ficou em operação por um tempo de no mínimo 20 minutos. Os seguintes parâmetros foram avaliados:

- Tempo de chegada;
- Tempo de desenvolvimento da massa (TDM), em minutos;
- Estabilidade (Est), em minutos;
- Índice de tolerância à mistura (ITM), em Unidades Brabender;
- Porcentagem de absorção da água (Abs – F %).

#### **4.2.3.3 Capacidade de absorção de água.**

A capacidade de absorção de água foi determinada de acordo com o método proposto por Sosulski (1962). Pesou-se 5 g de amostra num tubo de centrífuga de 50 mL. Adicionou-se 30 mL de água destilada. Agitou-se a amostra por 30s em vortex. O

conteúdo foi deixado em repouso por 10 min e, em seguida, a amostra foi centrifugada 2900g por 25 min. Decantou-se e esgotou--se o sobrenadante. O tubo foi colocado inclinado (ângulo de 15° a 20°), numa estufa a 50°C, com circulação de ar, durante 25 min. Esfriou-se o tubo em dessecador e pesou-se. A absorção de água foi calculada em relação a 100 g de amostra, conforme equação 1, proposta por Duyvejonck et al. (2012).

$$\%CAA = \left[ \left( \frac{M2}{M1} \right) - 1 \right] * \left( \frac{86}{100 - Ua} \right) * 100 \quad (\text{Equação 1}).$$

Onde,

M1= massa inicial da amostra,

M2= massa final,

Ua = Umidade da amostra.

#### **4.2.4. Desenvolvimento do Macarrão massa fresca tipo talharim.**

O macarrão foi elaborado em extrusora Indiana modelo Pasta Mini 5" (Água Rasa – São Paulo) utilizando a trefila para talharim, onde ocorreu a mistura, amassamento e extrusão da massa. Os ingredientes utilizados foram farinha de trigo, farinha do bagaço de caju, sal, óleo de soja e água como descritos na tabela 2. Após preparo as amostras foram acondicionadas em sacos de polietileno e armazenadas em geladeira por 24 horas para posterior análise. O conteúdo de água utilizado para o desenvolvimento das formulações, corresponde a 50% da capacidade de absorção de água das misturas, determinada de acordo com a metodologia descrita no item 4.2.3.3, os resultados da capacidade de absorção de água das misturas são apresentados no item 5.2.3.

**Tabela 2:** Formulação do macarrão massa fresca tipo talharim adicionado de diferentes concentrações de farinha do bagaço de caju (FBC).

Ingredientes	Formulações (%)						
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
<b>Farinha de Trigo</b>	100	100	100	100	100	100	100
<b>FBC</b>	0	5	10	15	20	25	30
<b>Sal</b>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
<b>Óleo</b>	2	2	2	2	2	2	2
<b>Água</b>	32	37,82	38,87	42,58	43,18	45,86	48,15

Farinha do bagaço do caju (FBC).

#### **4.2.5 Caracterização tecnológica do Macarrão.**

##### **4.2.5.1 Propriedades de Cozimento**

As propriedades de cozimento foram avaliadas pelo teste de cozimento de acordo com método padrão 66-50 (AACC, 2000). Os parâmetros avaliados foram:

##### **4.2.5.1.1 Tempo ótimo de cozimento**

O tempo ótimo de cozimento (TOC) foi determinado pela cocção de 10 g de macarrão em 140 mL de água em ebulição. Um fio da massa foi retirado e comprimido entre duas laminas de vidro, a cada 10 s. O tempo ótimo foi avaliado por meio da observação do desaparecimento do núcleo opaco central nos fios durante o cozimento, caracterizando a gelatinização do amido e o final do tempo de cozimento.

##### **4.2.5.1.2 Absorção de água**

A absorção de água da massa é caracterizada pelo aumento de peso ocorrido durante o cozimento. Foram pesados 25 g do macarrão, cozidos em 300 mL de água em ebulição até o tempo ótimo de cozimento (determinado no teste anterior), em seguida a amostra foi drenada por 10 min. e pesada. O percentual de absorção de água do macarrão foi expresso pela seguinte relação:

$$\%AbsM = \left( \frac{Massa\ do\ macarr\tilde{a}o\ cozido\ (g)}{Massa\ do\ macarr\tilde{a}o\ cru\ (g)} \right) * 100, \quad (\text{Equa\c{c}\~{a}o\ 2}).$$

#### 4.2.5.1.3 Perda de s3lidos

A perda de s3lidos 3 e o percentual de s3lidos presentes na 3gua de cozimento. Ap3s o cozimento do teste anterior, a 3gua restante do cozimento foi coletada e medida em proveta de 250 mL. Uma al3quota de 10 mL foi retirada e colocada em placa de petri, previamente seca e tarada, e levada para estufa a 105°C at3 peso constante.

$$\%PS = \left( \frac{Volume\ 3gua\ p3s\ cozimento\ (ml) * residuo\ seco\ (g) / 10}{massa\ inicial\ de\ macarr\tilde{a}o\ cru} \right) * 100, \quad (\text{Equa\c{c}\~{a}o\ 3}).$$

#### 4.2.5.1.4 Aumento de volume

Com aux3lio de uma proveta graduada de 100 mL determinou-se antes e ap3s o cozimento o aumento de volume das amostras. As amostras de macarr3o foram imersas (separadamente) em 60 mL de querosene e mediu-se ent3o o volume de querosene deslocado pela amostra crua e pela amostra cozida. Os resultados foram expressos em n3mero de vezes que a massa aumentou de volume ap3s a coc\c{c}\~{a}o.

$$\%AV = \left( \frac{V_2 - V_1}{V_1} \right) * 100, \quad (\text{Equa\c{c}\~{a}o\ 4}).$$

Onde,

$V_1$  = aumento de volume da massa crua (mL) / peso da massa crua (g).

$V_2$  = aumento de volume da massa cozida (mL) / peso da massa cozida (g).

#### 4.2.5.2 Análise de textura do Macarrão.

As propriedades de textura foram avaliadas utilizando um analisador de textura TA - XT2 plus (Extralab). Foram realizadas as seguintes análises:

##### 4.2.5.2.1 Firmeza

Utilizando o probe “*Light Knife Blade – LKB-F*”, ilustrado na figura 2, de acordo com o método padrão 16-50 (AACC, 2000), sob as seguintes condições:

- Velocidade do pré-teste 0,17 mm/s,
- Velocidade pós-teste 10mm/s,
- Distância 4,5 mm, com três tiras de macarrão cozido.

**Figura 2:** Teste de firmeza realizado em texturometro TA.XT. plus, equipado com o aparato LKB-F.



Fonte: O autor.

##### 4.2.5.2.2 Análise do perfil de textura (TPA).

Foi realizada utilizando o probe *Pasta Firmness Stickiness Rig HDP/PFS*, apresentado na figura 3, sob as seguintes condições: velocidade do teste 1 mm/s, compressão de 75%, distância 4,5 mm, pausa entre a primeira e a segunda compressão de 2s e força de contato de 7N. O teste foi realizado com cinco tiras de

macarrão cozido (LI M. et al., 2012). Os seguintes parâmetros foram avaliados: dureza, gomosidade e elasticidade.

**Figura 3:** Análise do perfil de textura, TPA em Texturometro TA.XT.plus equipado com o aparato *HDP/PFS*.



Fonte: O autor.

#### **4.2.6 Teor de fibra alimentar do macarrão massa fresca tipo talharim.**

O teor de fibra alimentar foi determinado por análise enzima – gravimétrico seguindo o método padrão 37-02 (AACC, 2000) utilizando-se o kit enzimático TDF100A- 1KT (Sigma-Aldrich, USA). A análise foi realizada em etapas descritas abaixo.

##### **Etapa 1: Digestão da amostra:**

As amostras foram secas trituradas e peneiradas em peneiras de 20 mesh. Pesou-se em triplicata 1g das amostras de macarrão em béqueres de 250 mL. Adicionou-se 50 mL de tampão fosfato pH 6,0 em cada béquer, o pH da solução foi ajustado para  $6,0 \pm 0,2$  com NaOH 0,275N ou HCl 0,375 N. Após a correção do pH adicionou-se 0,10 mL de  $\alpha$ -amilase, em cada amostra, homogeneizando as amostras

com auxílio de um agitador magnético. As amostras foram cobertas com papel alumínio e levadas ao banho maria com agitação a 95°C por 15 minutos. Após o resfriamento, em temperatura ambiente, adicionou-se 10 mL NaOH 0,275 N. O pH das amostras foi ajustado para  $\text{pH } 7,5 \pm 0,3$ , utilizando NaOH ou HCl até o valor do pH desejado. Adicionou-se 0,1 mL de solução de protease (50mg/mL em tampão fosfato) em cada béquer. Novamente foram cobertos com papel alumínio e levados ao banho maria com agitação a 60°C por 30 minutos. Após resfriamento, em temperatura ambiente, adicionou-se 10 mL de HCl a 0,325N. Ajustou-se o pH para  $4,3 \pm 0,3$ , com NaOH ou HCl. Em seguida adicionou-se 0,1 mL de Amiloglicosidase nas amostras, que foram submetidas ao banho maria a 60°C por 30 minutos. As soluções foram resfriadas a temperatura ambiente para iniciar o processo de filtração das frações solúveis, insolúveis e totais.

### **Etapa 2:** Fibra alimentar insolúvel.

Foram utilizados cadinhos de vidro com placa porosa filtrante nº2, previamente preparados, lavados com solução de Extran a 5%, forrados com 0,5g de celite, tarados. A solução obtida no final da etapa anterior foi filtrada com auxílio de uma bomba de vácuo e um kitassato e lavada com 15mL de água destilada, o filtrado foi reservado para determinação de fibras solúveis. O resíduo, presente no cadinho, foi lavado, duas vezes com 15 mL de etanol a 78%, duas vezes com 15 mL de etanol a 95% e duas vezes com acetona P.A. Em seguida os cadinhos foram secos em estufa a 105°C, até peso constante, o conteúdo dos mesmos foi utilizada para determinar o teor de proteínas e cinzas da amostra. O teste em branco foi realizado seguindo as mesmas etapas descritas acima.

### **Etapa 3:** Fibra solúvel.

Adicionou-se ao filtrado obtido na etapa anterior 3 vezes o volume de etanol a 95% em cada béquer, que foram cobertos com papel alumínio e levados ao aquecimento a 70°C para precipitação das fibras totais por 5min. As amostras foram resfriadas a temperatura ambiente para a completa precipitação por um período de 4 horas. Foram utilizados cadinhos de vidro com placa porosa filtrante nº2, previamente preparados, lavados com solução de Extran a 5%, forrados com 0,5g de celite,



tarados. A filtração foi iniciada colocando lentamente o conteúdo do béquer no cadinho. O resíduo foi lavado com duas frações de 15 mL de álcool 78%, duas de 15mL álcool a 95% e duas de 15mL acetona. Os cadinhos contendo os resíduos foram submetidos a secagem em estufa a 105°C até peso constante. Após a secagem o resíduo dos cadinhos foi utilizado para a análise de cinzas e de proteínas. O teste em branco foi realizado seguindo as mesmas etapas descritas acima. O conteúdo de fibra alimentar solúvel ou insolúvel foi determinada pela seguinte relação:

$$\% FA = \left[ \frac{(R-P-C-B)}{m} \right] * 100, \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

R = Resíduo da amostra (g),

P = Proteína do resíduo (g),

C = Cinzas do resíduo (g),

m = massa inicial das amostras (g),

B = Branco da análise (g).

#### **Etapa 4: Fibra total**

O conteúdo de fibra total foi determinado pela soma dos teores de fibra insolúvel e fibra Solúvel.

#### ***4.2.7 Análise Sensorial das amostras de macarrão massa fresca tipo talharim – Mapa de preferência.***

As avaliações sensoriais realizadas no presente trabalho foram aprovadas junto ao comitê de Ética em Pesquisa (CEP/CONEP) da Universidade Estadual de Feira de Santana, em 29 de setembro de 2015, com o seguinte CAAE 44669415.4.0000.0053. Foram recrutados 147 consumidores não treinados sendo 104 mulheres e 43 homens, onde 78,91% tinham a faixa etária de 17 a 26 anos, 17%

de 27 a 36 anos e 4,09% apresentaram idade superior a 36 anos. A análise foi realizada em cabines individuais, no laboratório de Análise Sensorial no prédio LABOTEC II, sob luz branca e temperatura de 22°C. Quatro amostras foram utilizadas para realização da análise, foram cozidas de acordo com o tempo ótimo de cada uma e oferecidas em porções de 20g (por amostra) apresentadas em pratos descartáveis, codificadas com três dígitos. Dentro de cada bloco, a apresentação foi equilibrada, randomizada e monádica.

#### **4.2.8 Delineamento experimental**

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Utilizando o programa SAS (Statistical Analysis System, versão 9,1).

Os resultados dos testes reológicos e tecnológicos foram submetidos a análise de regressão ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados da determinação de fibra alimentar foram submetidos a análise de variância (ANOVA) as médias foram comparadas, por Tukey, para testar as diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

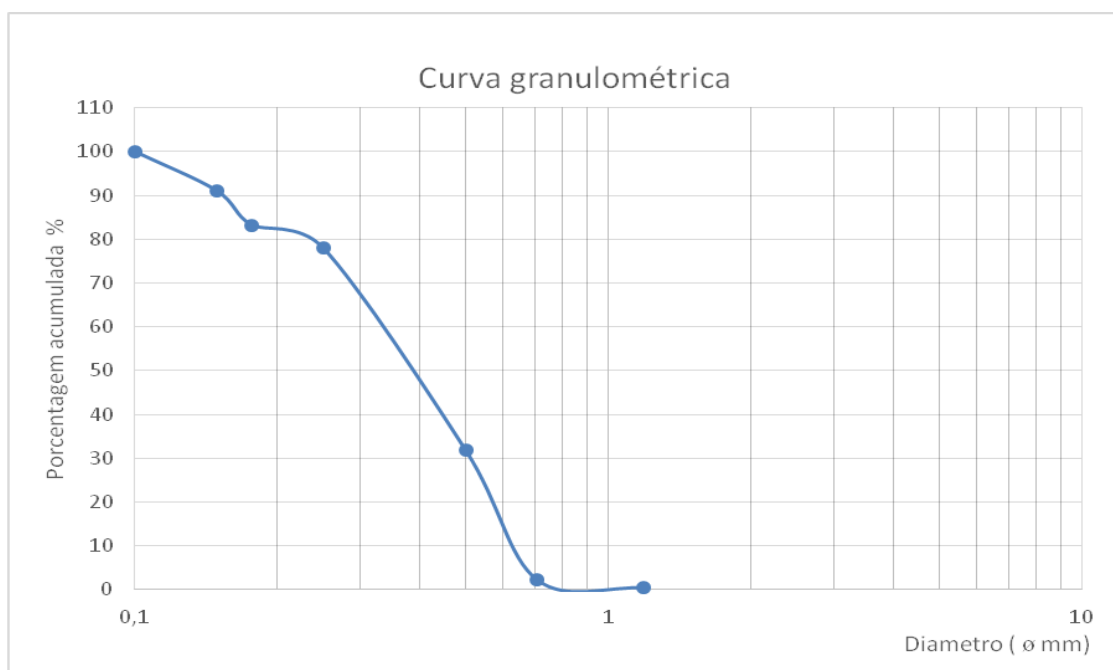
Os dados da análise da sensorial foram submetidos a análise de variância (ANOVA) com médias comparadas por Tukey ao nível de significância de 5%. Os resultados do teste de aceitação sensorial também foram analisados por meio do Mapa de Preferência Interno. Para obtenção do Mapa de Preferência Interno e análise de agrupamento de cluster, os dados de aceitação (teste de consumidor) foram organizados numa matriz de amostras (em linhas) e consumidores (em colunas), e está submetida à Análise de Componentes Principais (ACP) a partir da matriz de covariâncias. Os resultados foram expressos em um gráfico de dispersão das amostras (tratamentos) em relação aos dois primeiros componentes principais e em outro representando os "loadings" (cargas) da ACP (correlações dos dados de cada consumidor com os dois primeiros componentes principais).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Análise granulométrica da farinha do bagaço de caju.

A figura 4, mostra o perfil granulométrico da farinha do bagaço de caju. É possível verificar que 78% das partículas possuem diâmetro maior que 0,25 mm e 31,8% possuem diâmetro maior que 0,5 mm. A distribuição granulométrica da farinha é um fator determinante na observação do seu comportamento. A diferença na distribuição do tamanho de partícula e na composição química da farinha tem impacto sobre as propriedades de hidratação da massa (PETITOT et al., 2010).

**Figura 4:** Curva granulométrica da Farinha do Bagaço de caju (FBC).



Foschia et al. (2015) afirmaram que quanto maior o tamanho de partícula maiores as interferências nas características tecnológicas da massa. Já Kumar e Prabhasankar (2015), acreditaram que menores tamanho de partículas são responsáveis pelas interferências nas características da massa e Noort et al. (2010), concluíram que não há efeito significativo do tamanho de partícula sobre as propriedades da massa.

Partículas finas podem ocasionar menor impacto sobre as propriedades de formação da rede de glúten na massa quando relacionadas a partículas de maior tamanho (NIU et al., 2014).

Como observado na curva granulométrica a farinha do bagaço de caju é composta por partículas de maior diâmetro quando comparada a farinha de trigo, que deve apresentar 95% das partículas com diâmetro inferior a 0,25mm de acordo com a Instrução Normativa nº 08 de 2 de junho de 2005 (BRASIL, 2005).

Esta característica pode ter causado influencias na absorção de água do farinograma, na capacidade de absorção de água da farinha, além de influenciar as características de textura do macarrão.

## ***5.2 Caracterização reológica da farinha de trigo incorporada da farinha do bagaço de caju***

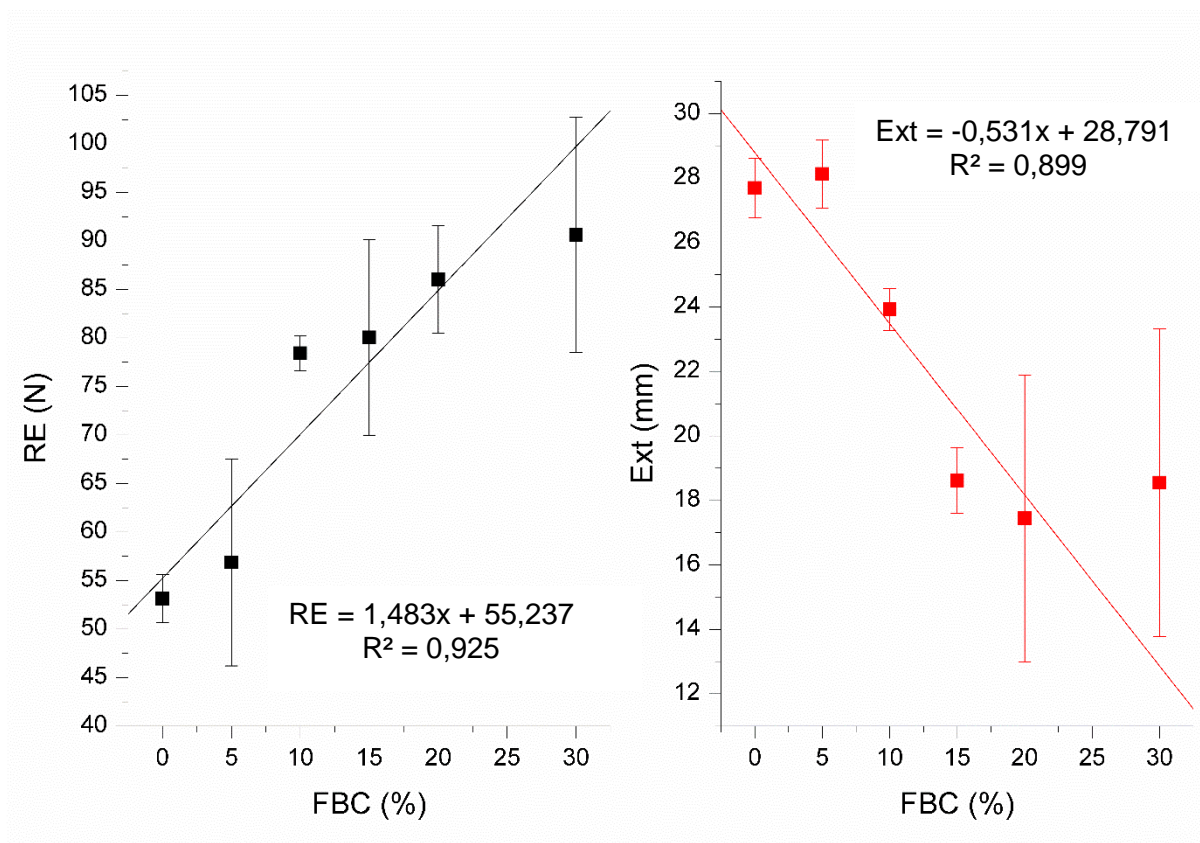
### ***5.2.1 Determinação do perfil extensográfico.***

Os efeitos da farinha do bagaço do caju nas propriedades extensográficas da farinha de trigo são mostrados na figura 5. Com o aumento do teor de fibra a resistência a extensão aumenta e a extensibilidade diminui. A mesma tendência foi observada por Sudha, Baskaran e Leelavathi (2007), que incorporaram farinha do bagaço de maçã na farinha de trigo e verificaram que níveis de substituição de até 30% de farinha aumentaram à resistência a extensão da massa e diminuíram a extensibilidade.

Li, P. et al. (2012) observaram que adições de farinha de inhame roxo a farinha de trigo, proporcionou um aumento gradativo da resistência a extensão e redução da extensibilidade da farinha.

Podemos inferir que houve uma interação da farinha do bagaço do caju (FBC) com a matriz proteica, diluindo as proteínas formadoras do glúten ou promovendo interações entre as proteínas e os polissacarídeos presentes na fibra.

**Figura 5:** Modelo de regressão para Resistência a extensão (RE) e extensibilidade (EXT) da farinha de trigo em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju.



## 5.2.2 Determinação do perfil farinográfico.

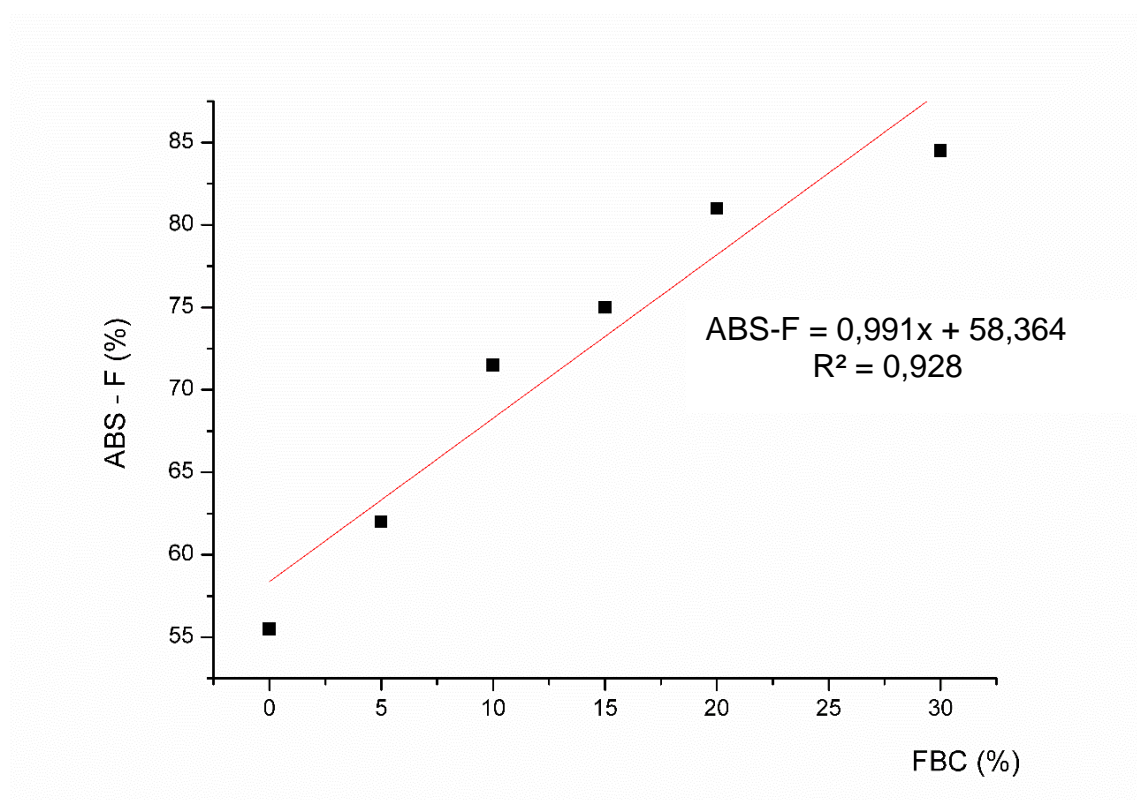
### 5.2.2.1 Absorção de água.

A absorção de água no farinógrafo é a quantidade de água necessária para se obter a consistência de uma massa (NOORT et al., 2010). O modelo de regressão apresentado na figura 6, mostra que absorção de água aumentou com o nível de substituição da farinha do bagaço de caju. Característica influenciada pela adição da fibra, pois estas competem com os componentes da farinha de trigo pela água se ligando mais facilmente. Os mesmos resultados foram observados por Noort et al. (2010), onde a absorção de água aumentou com efeito da adição de diferentes fibras.

Sudha, Baskaran e Leelavathi (2007) obtiveram as mesmas influencias nas características de absorção da farinha com efeito da adição de fibras.

Kumar e Prabhasankar (2015) concluíram que adição de fibras a farinha de trigo tem efeito direto sobre a absorção de água do farinografo e correlacionaram seus resultados com o tamanho de partícula da fibra inferindo que as variações da absorção são ocasionadas pela redução do tamanho das partículas. Os autores afirmaram que a competição da fibra com as proteínas formadoras do glúten pela água pode ter dificultado ou atrasado a absorção de água pelo glúten levando ao aumento considerável deste parâmetro.

**Figura 6:** Modelo de Regressão para absorção de água da farinha de trigo em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju.



### 5.2.2.2 Estabilidade.

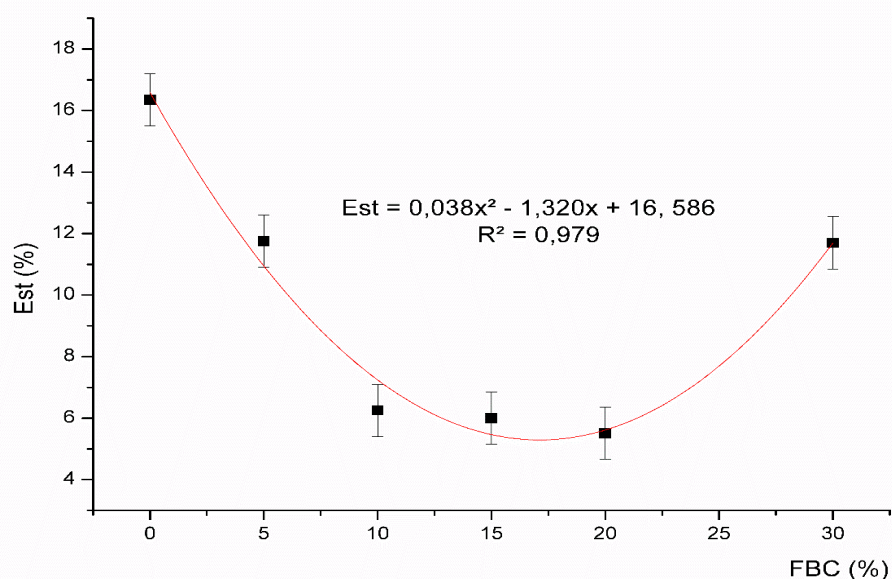
De acordo com Niu et al. (2014), a estabilidade é um indicativo da força da farinha, quanto maior a estabilidade maior a força da farinha, os pesquisadores relacionaram as influencias nas características farinograficas com o tamanho de

partícula da farinha. Com a diminuição do tamanho de partícula da farinha houve um aumento significativo ( $p < 0,05$ ) da estabilidade da massa.

Já Kumar e Prabhasankar (2015), concluíram que o aumento da adição de fibras a farinha provoca uma diminuição da estabilidade da massa.

Os resultados obtidos nesse trabalho divergem dos encontrados na literatura citada. Pela equação apresentada na figura 7, observa-se que a estabilidade reduziu com nível de incorporação de até 15% de farinha do bagaço de caju e aumenta gradativamente até 30% de incorporação. Possivelmente, com menores concentrações de fibra o parâmetro sofre influência da diluição das proteínas do glúten com a incorporação da FBC (que não possui glúten) ocasionando uma redução da força da farinha, mas o conteúdo de vitamina C presente na farinha de caju pode ter sido responsável pelo o aumento da estabilidade com nível de incorporação superior a 15%, pois este composto é oxidante natural adicionado em farinhas de trigo interferindo nas propriedades reológicas da massa. Segundo Costa et al. (2009), a farinha do pedúnculo do caju apresenta  $38,33 \pm 0,12$  mg de vitamina C/100g de amostra a legislação brasileira não estipula limites máximos de adição desse composto, os trabalhos utilizam concentrações típicas de 20 a 150 ppm (0,02 a 0,15g/100g) de vitamina C.

**Figura 7:** Modelo de Regressão para estabilidade da farinha de trigo em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju.

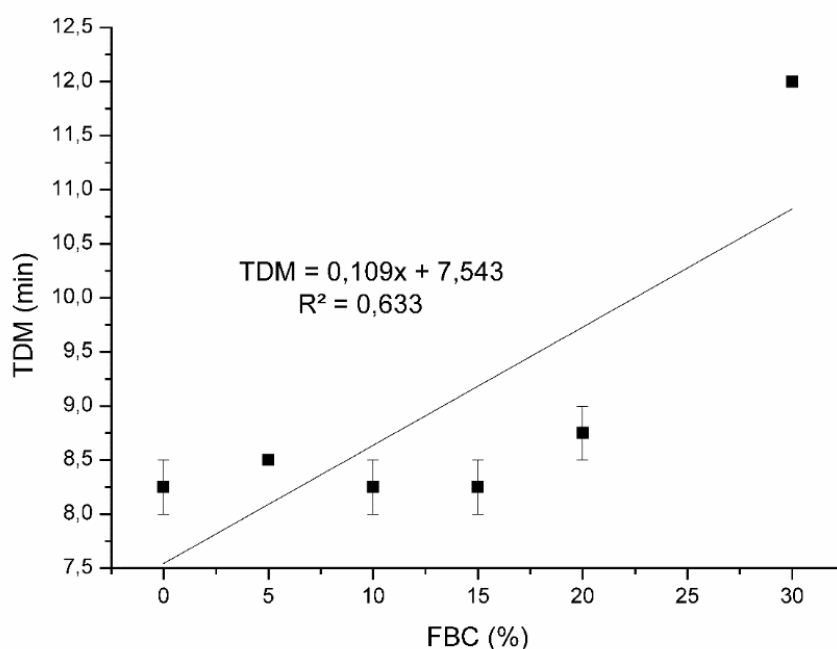


### 5.2.2.3 Tempo de desenvolvimento de massa e Tempo de Chegada.

O tempo de desenvolvimento de massa (TDM) e o tempo de chegada (TC) foram influenciados e aumentados pela incorporação da farinha do bagaço do caju com base nos modelos apresentados nas figuras 8 e 9 respectivamente. A mesma tendência para o TDM foi observada no estudo com farinha de inhame roxo (LI P. et al., 2012).

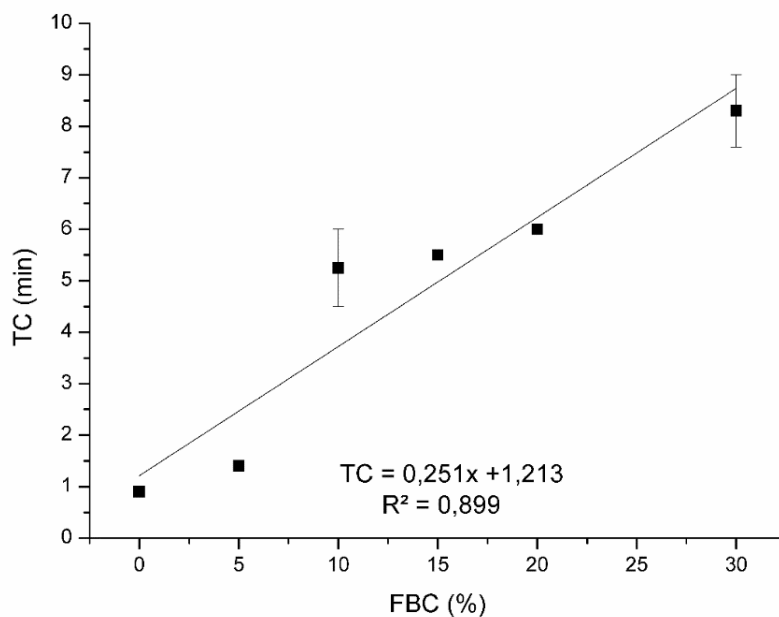
Noort et al. (2010) concluíram que há um aumento do TC com adição de fibras a farinha de trigo, indicando que ocorreu uma redução da hidratação e desenvolvimento do glúten, com diluição das proteínas pela interação dos materiais fibrosos (NOORT et al., 2010; SUDHA; BASKARAN; LEELAVATHI, 2007).

**Figura 8:** Modelo de Regressão para o tempo de desenvolvimento (TDM) de massa da farinha de trigo em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju.





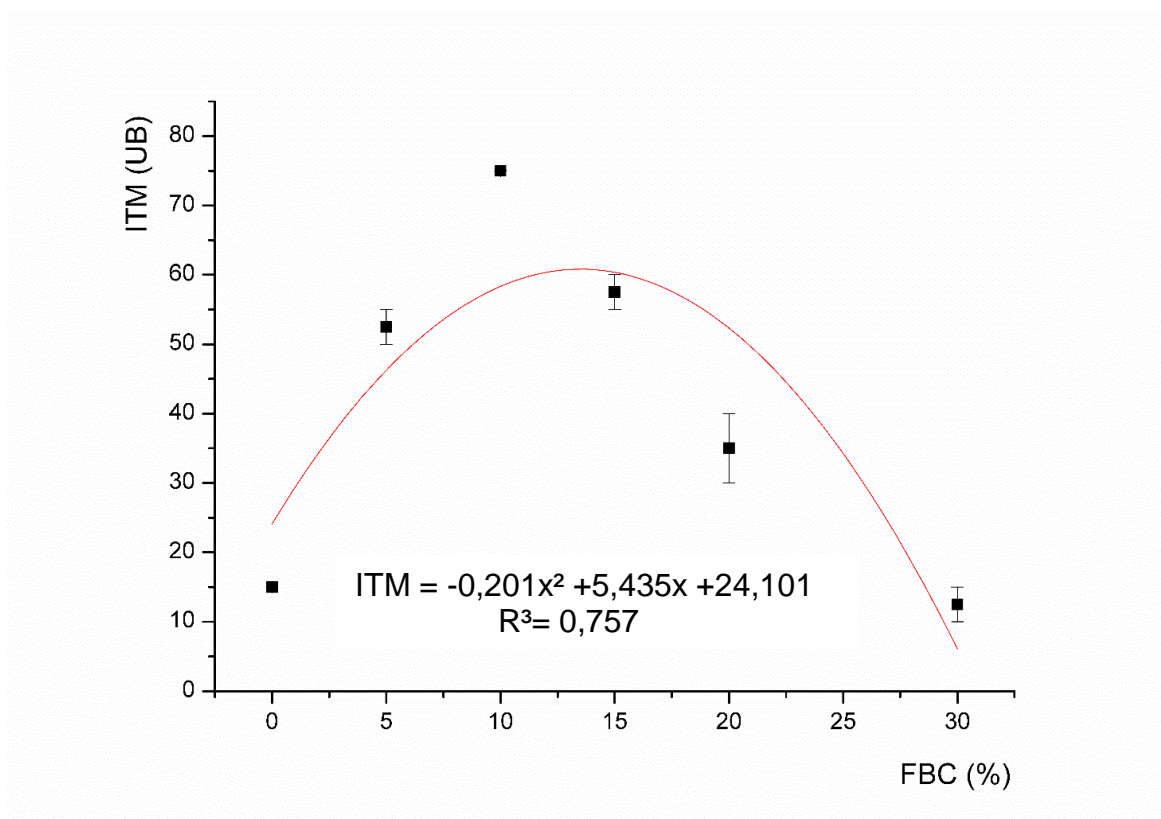
**Figura 9:** Modelo de Regressão para o tempo de chegada (TC) da farinha de trigo em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju.



#### **5.2.2.4 Índice de tolerância à mistura**

Tomando como base o modelo indicado na figura 10, o índice de tolerância a mistura (ITM) apresentou uma variação de resultados. Adição de fibras até 15% proporcionou um aumento bem acentuado do ITM enquanto que concentrações maiores provocaram uma redução do parâmetro. Fato que pode estar relacionado com a diluição inicial das proteínas do glúten ocasionando uma redução das interações entre o amido e a matriz proteica levando a formação de uma massa menos tolerante a mistura até 15% de substituição, a partir daí pode ter ocorrido a interferência da vitamina C oxidando a farinha promovendo a formação de ligações dissulfetos tornando a massa mais resistente ao amassamento.

**Figura 10:** Modelo de Regressão para o índice de tolerância a mistura (ITM) da farinha de trigo em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju.

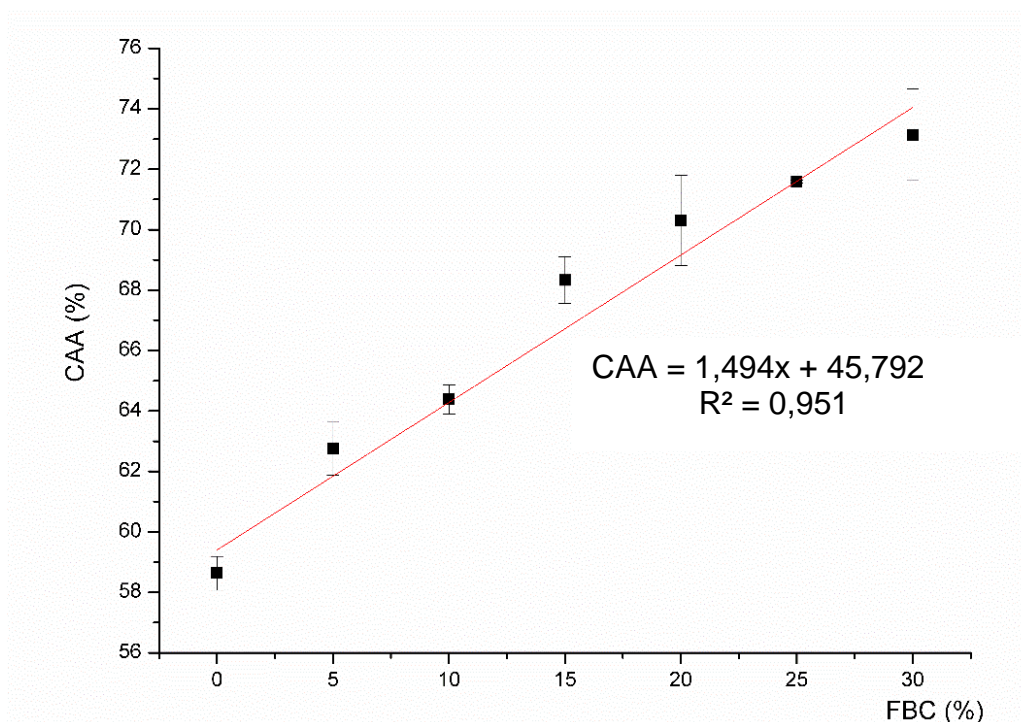


### **5.2.3 Capacidade de absorção de água das misturas de farinhas.**

De acordo com os dados obtidos no experimento a capacidade de absorção de água das misturas pode ser explicada pelo modelo matemático apresentado na figura 11.

A fibra quando incorporada à farinha de trigo proporciona uma interação na matriz proteica aumentando proporcionalmente a absorção de água da mistura (KAUR et al., 2012).

**Figura 11:** Modelo de Regressão para capacidade de absorção de água (CAA) da farinha de trigo em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju.



As propriedades de hidratação da fibra alimentar estão relacionadas com a estrutura química dos componentes e com o tamanho de partícula, quanto maior o tamanho das partículas maior a quantidade de água que fica retida no interior das cadeias de polissacarídeos por meio de ligações de hidrogênio (FOSCHIA et al., 2015; ZHU et al., 2010). O tamanho das partículas a porosidade e a natureza da fibra (solúvel ou insolúvel) tem efeito significativo sobre sua estrutura física afetando diretamente suas propriedades de hidratação (ZHU et al., 2010).

Segundo Noort et al. (2010), a diminuição do tamanho de partícula reduz a ligação da fibra com a água, proporcionando uma menor capacidade de absorção.

O aumento da capacidade de absorção de água das misturas era esperado e podemos relacionar estes resultados com o tamanho de partícula da FBC, onde 78% das partículas possuem diâmetro maior que 0,25mm, partículas maiores possuem maior área superficial aumentando assim a ligação da fibra com água. O mesmo efeito foi relatado por Chen e colaboradores (2011), os autores descreveram que o aumento do nível de adição de farelo de trigo grosso tem maior impacto sobre a rede de glúten,

partículas com granulometria maior podem reter mais água do que as partículas menores.

### **5.3 Caracterização tecnológica do Macarrão massa fresca tipo talharim.**

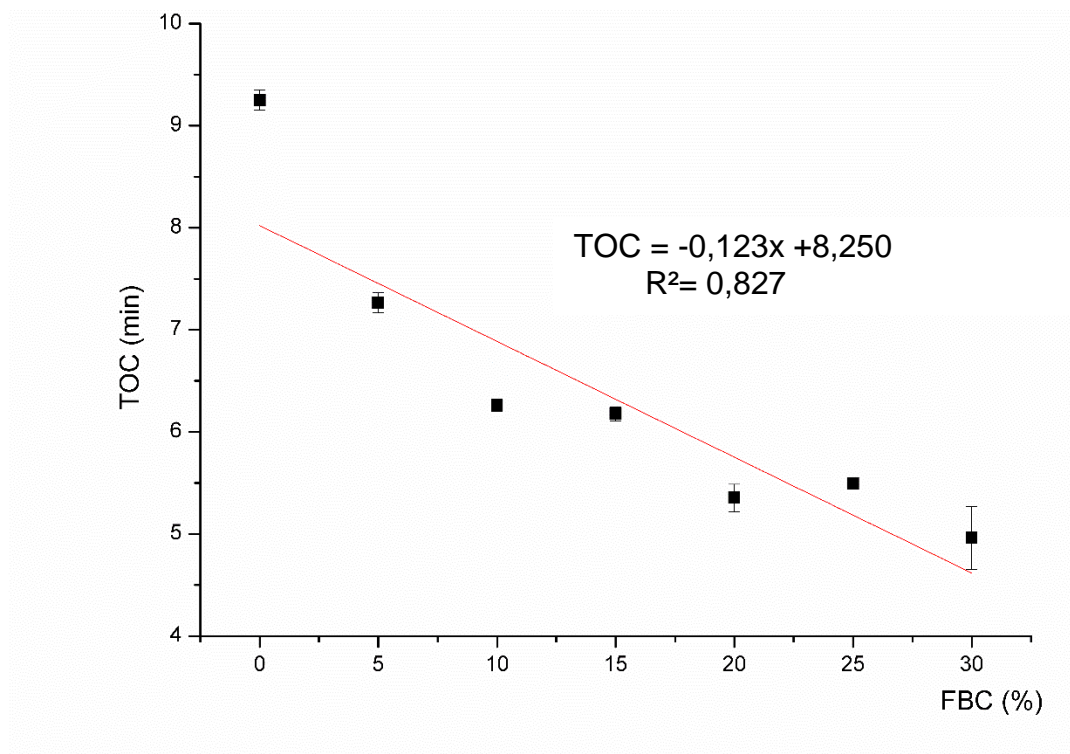
#### **5.3.1 Propriedades de cozimento do macarrão.**

Fatores que interferem na aceitação do produto pelo consumidor as propriedades de cozimento do macarrão são utilizadas como parâmetros de qualidade de massas alimentícias.

##### **5.3.1.1 Tempo ótimo de cozimento**

O tempo ótimo de cozimento (TOC) do macarrão reduziu com aumento da concentração da farinha do bagaço de caju (figura 12). Resultados semelhantes foram encontrados por Aravind et al. (2012a) e Aravind et al. (2012b), onde os pesquisadores relataram que a adição de fibra insolúvel (farelo de trigo) e fibra solúvel (inulina) ao macarrão foram responsáveis pela redução deste parâmetro. Já Foschia et al. (2015), observaram um aumento do TOC com adição de fibras. Li M. et al. (2012) afirmaram que substituições parciais ou totais da farinha de trigo por farinhas sem glúten provocam efeitos desfavoráveis para a produção de macarrão. As divergências de resultados podem estar relacionadas aos ingredientes utilizados, a granulometria da fibra, a diluição da matriz proteica seguido de diferentes processos de extrusão (FOSCHIA et al., 2015).

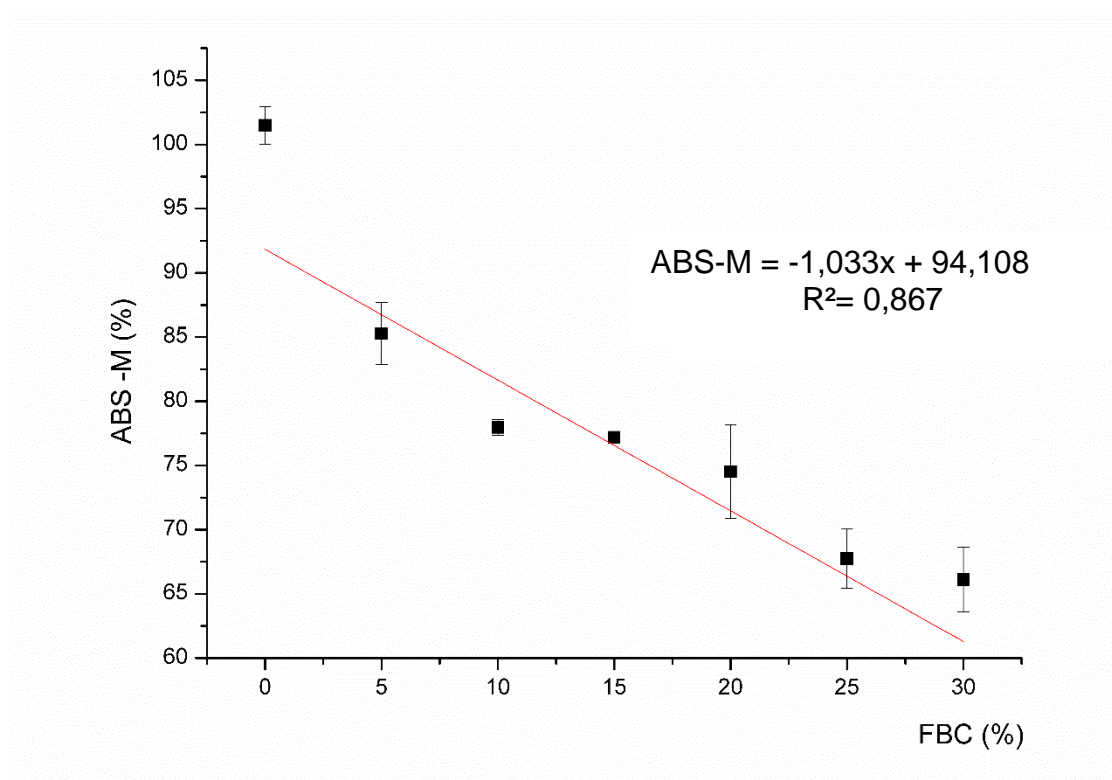
**Figura 12:** Modelo de Regressão para o tempo ótimo de cozimento (TOC) do macarrão massa fresca tipo talharim em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju.



### **5.3.1.2 Absorção de água, aumento de volume e umidade do macarrão.**

A Absorção de água e o aumento de volume estão relacionadas, houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da adição de farinha do bagaço de caju com uma redução linear das variáveis como pode ser observado nas figuras 13 e 14, respectivamente.

**Figura 13:** Modelo de Regressão para da absorção de água do macarrão (ABS-M) massa fresca tipo talharim em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju.



Gimenez et al. (2012) relataram que absorção de água durante o cozimento foi significativamente ( $p < 0,05$ ) menor quando comparada com o controle, mas este parâmetro não sofreu influência do nível de substituição da farinha de fava, com teores de fibra alimentar que variaram de 2,5g/100g (controle) para 8,72g/100g no espaguete produzido com nível de 30% de adição de farinha. Este comportamento pode ser uma consequência da diminuição do teor de amido em função da adição de material não amiláceo.

Os resultados encontrados nesse experimento podem ser relacionados com o tamanho de partícula da farinha do bagaço do caju, composta por 78% de partículas maiores que 0,25mm, característica que durante a extrusão da massa provoca uma distribuição não homogênea dos ingredientes.

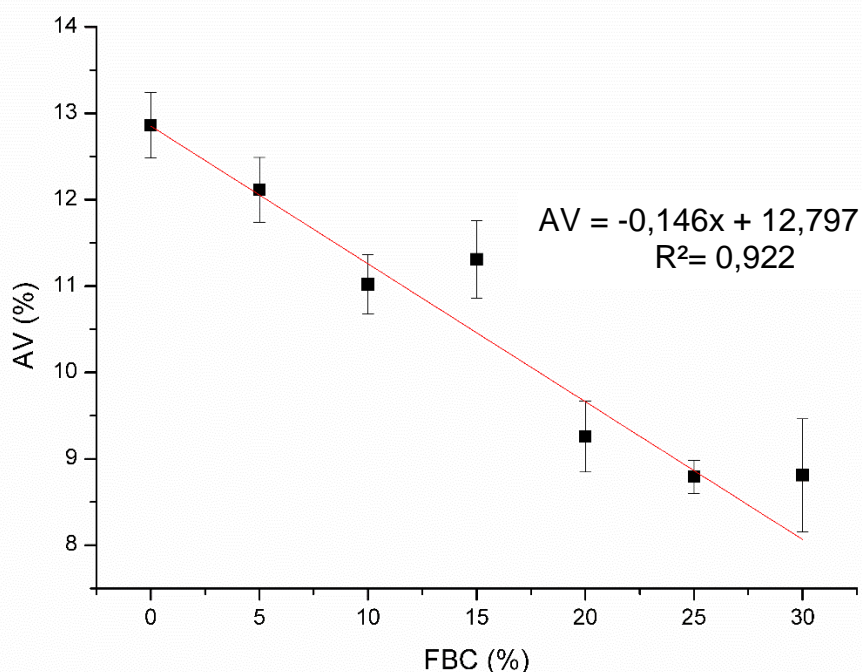
Resultados semelhantes aos encontrados por Brennan, Kuri e Tudorica (2004), os pesquisadores inferiram que a redução da capacidade das massas em absorver água estava relacionada com a capacidade da inulina (fibra solúvel) em inibir absorção

de água pelo amido. Neste caso o excesso de fibras compete com o amido pela absorção da água reduzindo seu intumescimento ocasionando uma redução da gelatinização do amido proporcionando um decréscimo na absorção e consequentemente no volume do macarrão (JACOBS et al., 2015).

Bagdi et al. (2014) observaram que adição de farinha de aleuroma provoca interferências na absorção de água do macarrão diminuindo a disponibilidade de carboidratos e aumentando o teor de fibras da amostra o que provoca uma redução desse parâmetro.

O aumento de volume (figura 14) reduziu linearmente, como a FBC proporcionou uma redução da absorção de água do macarrão é de se esperar que as amostras tenham uma consequente redução do aumento de volume.

**Figura 14:** Modelo de Regressão para o aumento de volume (AV) do macarrão massa fresca tipo talharim em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju.

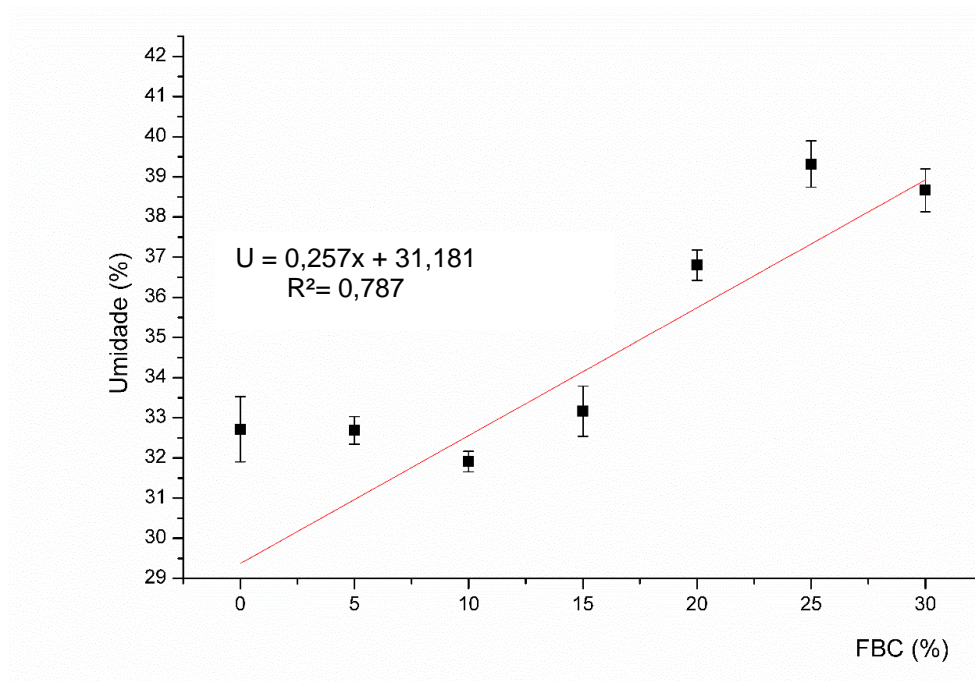


Nenhum dos autores definiram ou citaram um valor ideal para estes parâmetros por isso foram utilizados para comparação os dados citados por Hummel (1966) apud Cruz e Soares (2004), para massas alimentícias secas é desejável um aumento da absorção em torno de 2 a 3 vezes seu peso em água e o volume em torno de 3 a 3,5 vezes. Mesmo com as diferenças nas características entre o macarrão seco e o macarrão fresco, foi observado que os resultados foram inferiores aos parâmetros indicados por Hummel.

Conforme figura 15, o teor de umidade do macarrão cru, com o modelo significativo ( $p < 0,05$ ), foi influenciado pela adição da FBC. Vale ressaltar que a incorporação de água para produção das massas foi baseada na capacidade de absorção de água das misturas (resultados apresentados no item 5.2.3) medido pelo método de centrifugação, que aumentou com o nível de incorporação da FBC. Sendo assim o aumento do teor de umidade das massas é influenciado pelo conteúdo de FBC, pois a umidade está diretamente relacionada com o conteúdo de água adicionada a mistura, as massas adicionadas de FBC possuem elevados níveis de fibra alimentar insolúvel (ver no item 5.3.3). De acordo com Foschia et al. (2015), as fibras insolúveis são caracterizadas pela sua porosidade e suas propriedades de hidratação estão relacionadas com a estrutura química dos componentes, tamanho de partícula e porosidade.



**Figura 15:** Modelo de Regressão para a umidade do macarrão massa fresca tipo talharim em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju.



### 5.3.1.3 Perda de sólidos

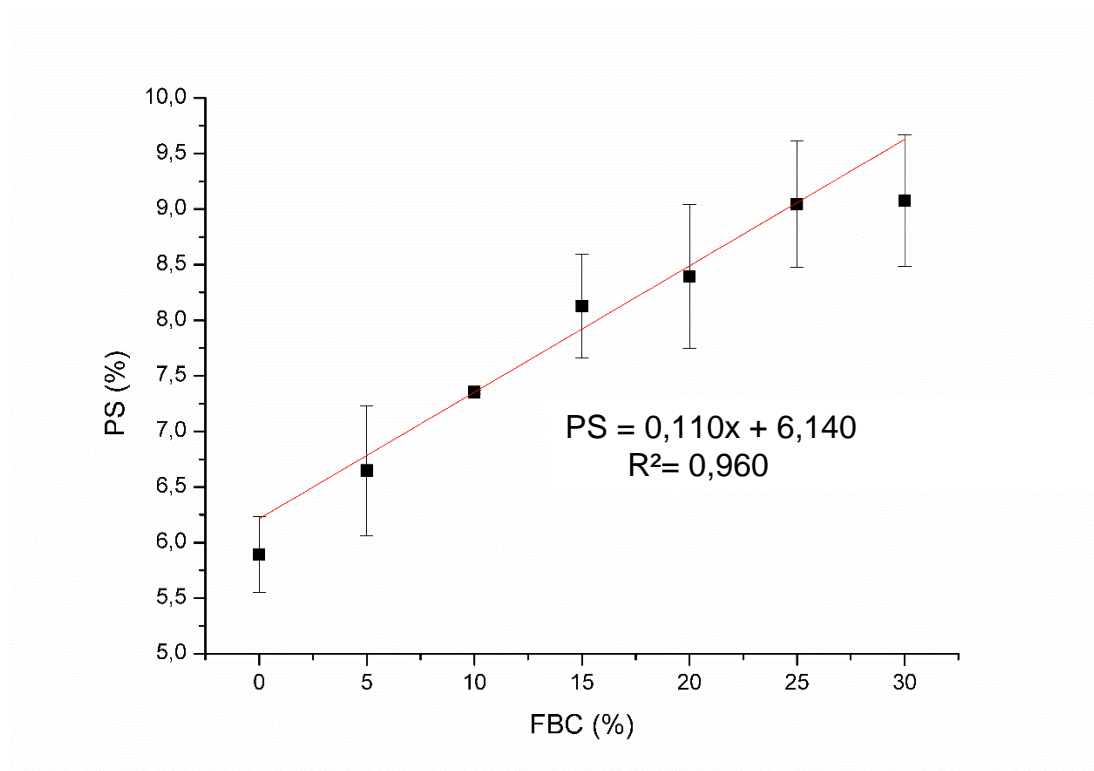
A perda de sólidos é o parâmetro mais afetado na formulação de massas com fibras, pois a difusão uniforme da água durante o cozimento sofre influência da matriz proteica do teor de proteína e tipo de fibra incorporado, sendo este parâmetro considerado um bom indicador da qualidade de massas (ARAVIND et al., 2012a; ARAVIND et al., 2012b; FOSCHIA et al., 2015; GIMÉNEZ et al., 2012).

Segundo Petitot et al. (2010), adição de material sem glúten às massas alimentícias proporcionam uma diluição das proteínas do glúten enfraquecendo a estrutura e como consequência ocorre uma maior lixiviação dos sólidos.

No presente estudo o aumento da concentração de farinha de bagaço de caju proporcionou um aumento da perda de sólidos (figura 16), o que pode ter ocorrido devido a desestruturação da matriz proteica e enfraquecimento da rede de glúten durante o cozimento causando lixiviação da amilose e outros sólidos. Diversos pesquisadores relataram os mesmos resultados, como por exemplo, no estudo realizado por Ajila et al. (2010), onde adicionaram farinha da casca de manga em

macarrão e verificaram que adição de fibra proporcionou um aumento bem definido na perda de sólidos. Foschia et al. (2015) adicionaram diferentes fibras (inulina, de cadeia longa, inulina de cadeia curta, aveia, glucagel) na formulação de massas e observaram o aumento acentuado na perda de sólidos. Segundo Kumar e Prabhasankar (2015), teores de perda de sólidos iguais a 8% seriam aceitáveis para massas frescas. Sendo assim tomando como base a perda de sólidos, a adição de até 20% de farinha de bagaço de caju forneceu um produto de boa qualidade tecnológica.

**Figura 16:** Modelo de Regressão para a perda de sólidos (PS) do macarrão massa fresca tipo talharim em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju.



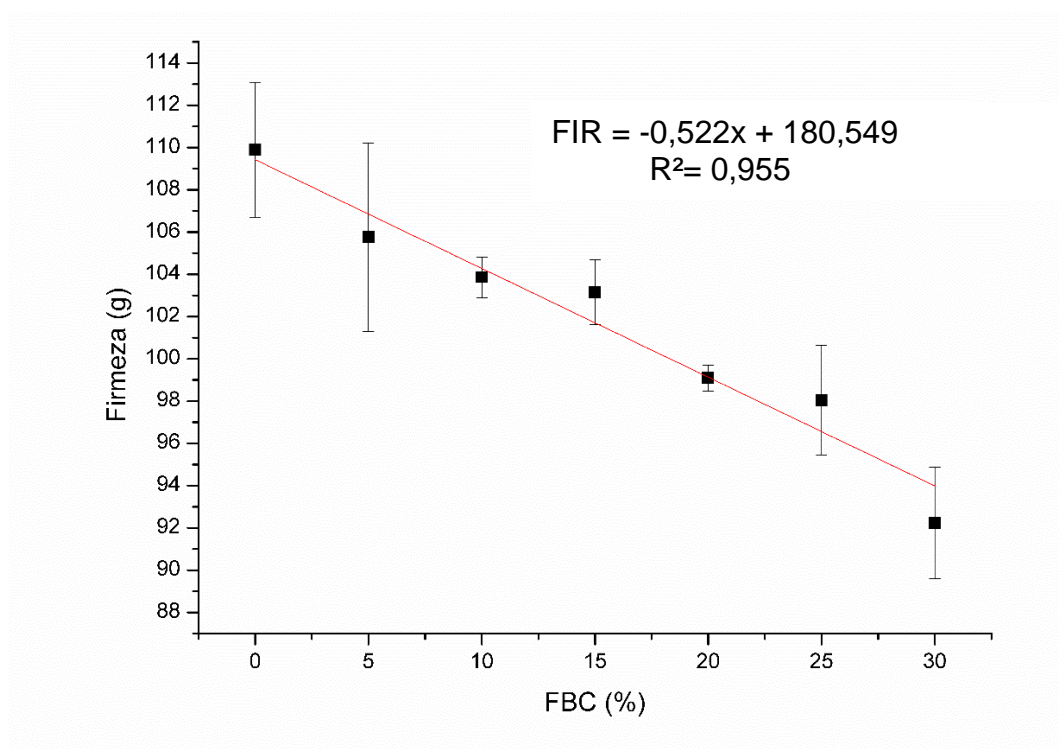
### **5.3.2 Análise de textura do Macarrão massa fresca tipo talharim.**

As características de textura são muito importantes para consumidores de massas alimentícias e interferem na aceitação do produto (BRENNAN; KURI; TUDORICA, 2004).

### 5.3.2.1 Firmeza

Para o parâmetro firmeza, que corresponde a força necessária para cortar uma tira da amostra, o modelo matemático ajustado (figura 17), foi significativo ( $p < 0,05$ ) nos possibilitando observar que este parâmetro sofreu influência da incorporação de fibra do bagaço de caju proporcionando uma redução de 0,52g (0,0051N) a cada 1% de incorporação. O mesmo foi relatado por Brennan, Kuri e Tudorica (2004), seus resultados mostraram uma redução da firmeza da massa com adição de inulina em relação ao controle. Brennan e Tudorica (2007) concluíram que a firmeza do macarrão geralmente diminui com aumento dos níveis de polissacarídeos não amiláceos.

**Figura 17:** Modelo de Regressão para a firmeza do macarrão massa fresca tipo talharim em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju.



Os resultados encontrados nesse trabalho divergem dos encontrados por Kumar e Prabhasankar (2015), que relataram que a firmeza da massa foi influenciada pela adição de farinha de feijão rica em fibras e proteínas, tendo um efeito positivo na melhoria da firmeza aumentando de 1,25N (controle) para 2,58N da massa com

adição de 30% de farinha com conteúdo de fibra total de 10,9%, de acordo com os autores o aumento da firmeza pode ter relação com a matriz fibrosa da amostra.

A firmeza das massas está relacionada com a presença dos grânulos de amido, gelatinizados durante o cozimento, no interior da matriz proteica parcialmente desnaturada (BRENNAN; KURI; TUDORICA, 2004).

Aravind et al. (2012a) descrevem a estrutura da massa de macarrão como uma matriz compacta com grânulos de amido aprisionados por uma rede proteica, onde a glutenina auxilia na colagem dos corpos proteicos dentro da matriz em torno dos grânulos de amido. A adição da farinha do bagaço de caju leva a uma competição da fibra com o amido pela água, unindo-se a matriz proteica. Assim, há uma ruptura da matriz, impossibilitando as proteínas de aprisionar o amido dentro da estrutura após o cozimento esta característica proporciona uma redução da firmeza da massa tipo talharim.

### **5.3.2.2 Dureza**

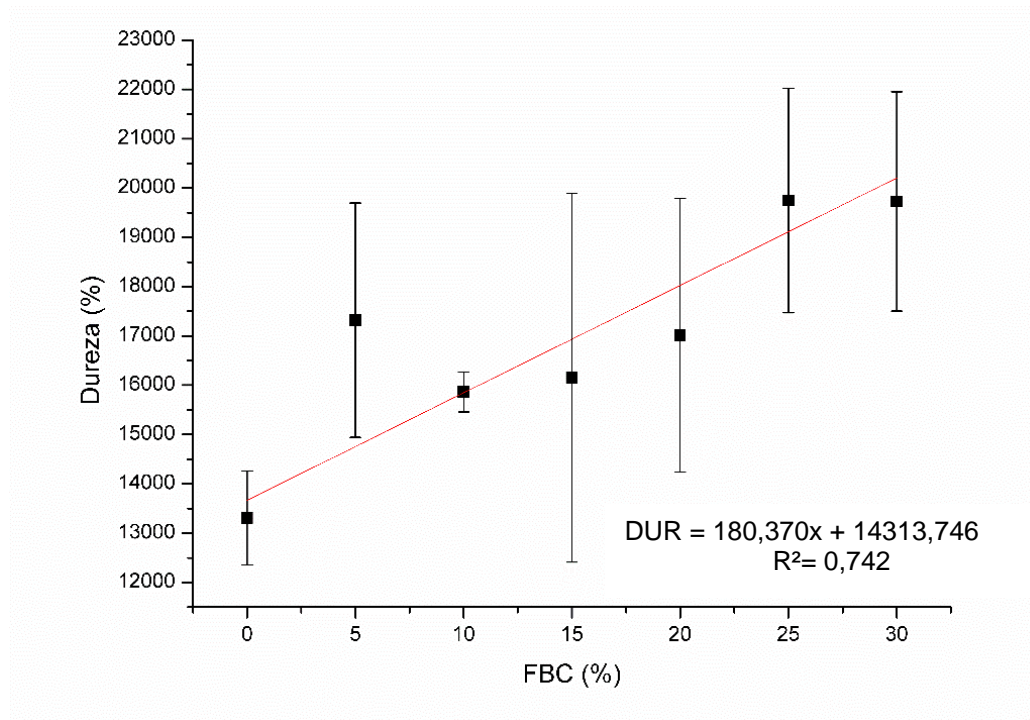
A dureza corresponde a força necessária para comprimir uma tira de massa entre os dentes molares (PETITOT et al., 2010).

Segundo LI M. e colaboradores (2012), a dureza foi influenciada pela adição de farinha superfina de chá verde resultando no aumento da dureza quando comparado com o controle, diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) foram encontradas quando o nível de substituição foi de até 3%, e o maior teor de fibra dietética pode influenciar as propriedades de textura do macarrão.

Os efeitos da adição de farelo com tamanhos de partícula diferentes nas características da massa alimentícia foram avaliados por Chen et al. (2011), os autores relataram que a dureza da massa com suplementação de 5% de farelo e menores tamanhos de partícula foi maior em relação ao controle, enquanto que para os maiores tamanhos de partícula houve redução deste parâmetro.

Os resultados apresentados na figura 18 corroboram com os dados encontrados na literatura para este parâmetro. O modelo foi significativo ( $p < 0,05$ ).

**Figura 18:** Modelo de Regressão para a dureza do macarrão massa fresca tipo talharim em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju.

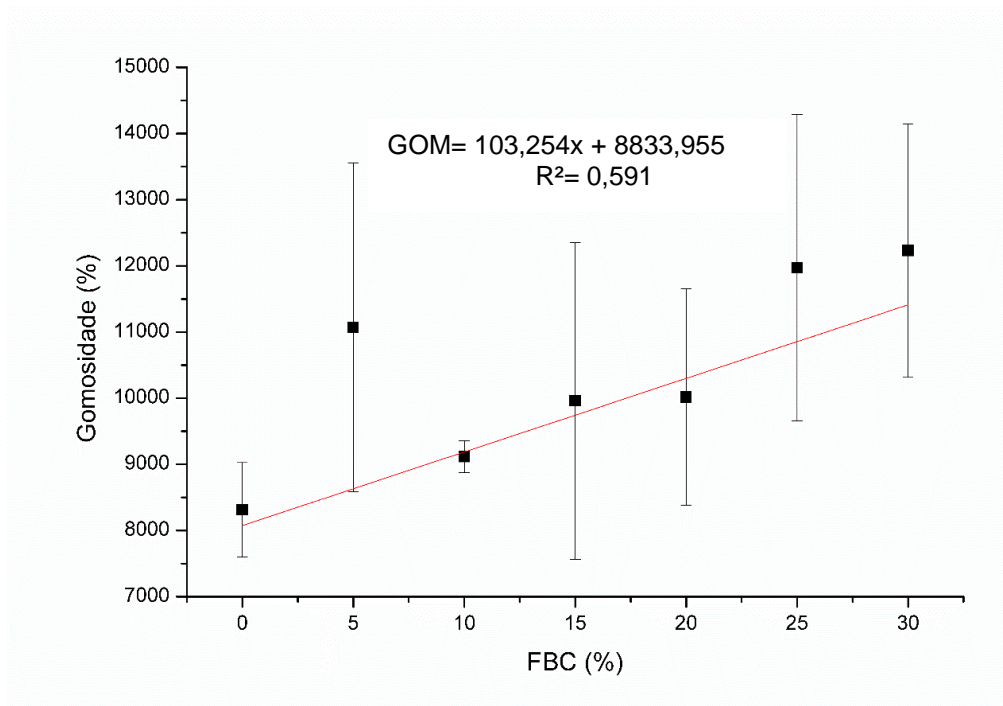


### 5.3.2.3 Gomosidade e Elasticidade

A FBC influenciou a gomosidade da massa de acordo com o modelo significativo ( $p < 0,05$ ), apresentado na figura 19. A massa do macarrão sofreu um aumento de 1,01N a cada 1% de FBC adicionada, sendo 5,06N a cada 5%.

Resultados semelhantes foram encontrados por LI P. et al. (2012), que concluíram que a incorporação de farinha de inhame roxo no macarrão aumentou significativamente ( $p < 0,05$ ) a gomosidade de 0,49N do controle para 1,09 N da amostra com nível de 20% de farinha de inhame roxo.

**Figura 19:** Modelo de Regressão para a gomosidade do macarrão massa fresca tipo talharim em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju.

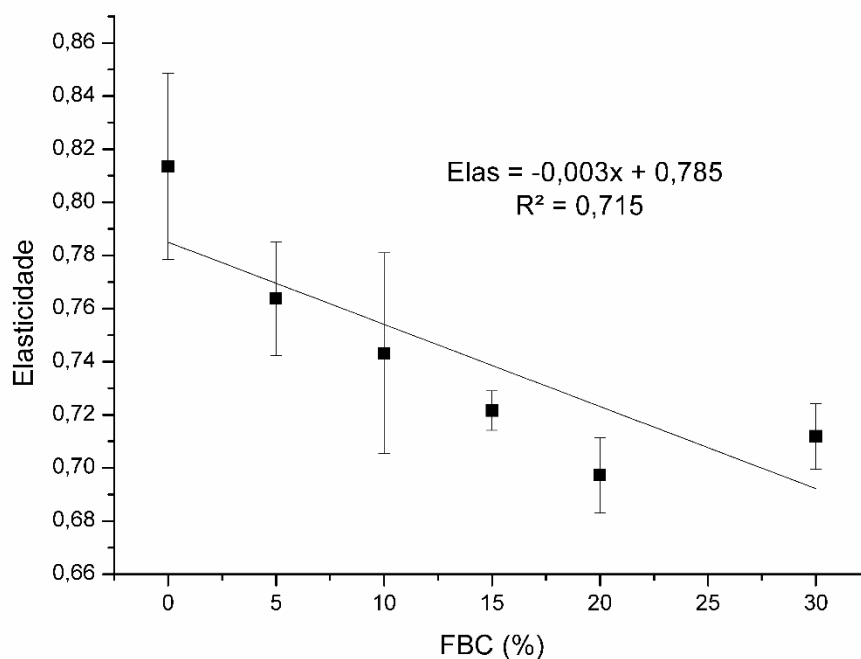


Para o parâmetro elasticidade (figura 20), foi possível verificar uma redução linear bem definida, o modelo foi significativo ( $p < 0,05$ ).

Corroborando com os resultados encontrados por Sant'Anna et al. (2014), os pesquisadores afirmaram que essa redução pode ser resultado da redução dos carboidratos disponíveis, amido.

Diferente dos resultados encontrados por LI M. et al. (2012), os pesquisadores relataram que a massa de macarrão adicionado de pó superfino de chá verde houve um ligeiro aumento da elasticidade quando relacionada ao controle.

**Figura 20:** Modelo de Regressão para elasticidade do macarrão massa fresca tipo talharim em função dos diferentes níveis de incorporação de farinha do bagaço de caju.



### **5.3.3 Determinação do teor de fibras alimentares do Macarrão massa fresca tipo Talharim.**

De acordo com os resultados tecnológicos obtidos nesse experimento, não foi possível determinar uma porcentagem ótima de incorporação de FBC. Dessa forma, optou-se por realizar a análise de fibras de quatro amostras, sendo dois pontos extremos e dois centrais. F1, F3, F5 e F7 com 0, 10, 20 e 30 % de FBC, respectivamente. Os resultados das médias são apresentados na tabela 3.

**Tabela 3:** Conteúdo de fibra alimentar das formulações adicionadas de FBC.

<i>Formulações</i>	<i>(%) Fibra alimentar</i>		
	<i>Insolúvel</i>	<i>Solúvel</i>	<i>Total</i>
F1	2,0836 ± 0,7867 <sup>c</sup>	0,0003 ± 0,0001 <sup>c</sup>	2,0839 ± 0,7867 <sup>d</sup>
F3	6,8884 ± 0,3769 <sup>b</sup>	3,4356 ± 0,1274 <sup>b</sup>	10,3240 ± 0,2801 <sup>c</sup>
F5	8,4877 ± 0,3067 <sup>a</sup>	3,3241 ± 0,1282 <sup>b</sup>	11,8118 ± 0,3167 <sup>b</sup>
F7	9,7695 ± 0,1701 <sup>a</sup>	4,1226 ± 0,1079 <sup>a</sup>	13,8921 ± 0,0621 <sup>a</sup>

Amostras F1, F3, F5, F7 com 0, 10, 20 e 30% de FBC. As médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente ( $p < 0,05$ ).

Com relação a fibra alimentar insolúvel (FAI) o aumento do nível de incorporação de farinha do bagaço do caju melhorou significativamente ( $p < 0,05$ ) o seu conteúdo. Houve diferença estatística entre as amostras F1 e F3 que diferem das amostras F5 e F7. Além disso, os resultados mostraram que as amostras F5 e F7 são estatisticamente ( $p < 0,05$ ) iguais. Estes resultados estão em acordo com os dados encontrados por Ajila et al. (2010), que a partir a incorporação de farinha do bagaço de casca de manga em macarrão observaram um aumento significativo ( $p < 0,05$ ) do conteúdo de FAI de 4,99 para 12,20%.

Os resultados podem ser correlacionados com o estudo realizado por Kumar e Prabhasankar (2015), onde adição de farinha de feijão rajma aumentou o conteúdo de FAI de 9,5 para 11,6%, com os mesmos níveis de substituição utilizados nesta análise.

Para o conteúdo de Fibra alimentar solúvel (FAS) houve diferença estatística entre as amostras F1 e F7 que diferem das amostras F3 e F5. Além disso, os resultados mostraram que as amostras F3 e F5 são estatisticamente ( $p < 0,05$ ) iguais. Sendo assim houve um aumento do conteúdo de FAS das amostras. Resultados semelhantes foram encontrados por Kumar e Prabhasankar (2015), onde o conteúdo de FAS aumentou de 0,9 para 2,0% com níveis de substituição variando nas mesmas proporções que forma utilizadas para realização desta análise.

Os resultados para o conteúdo de fibra alimentar total (FAT) nos revelam que as amostras diferem entre si ao nível de significância de 5%. O nível de incorporação



de FBC na formulação das massas alimentícias aumentou o teor de FT em comparação com F1.

Ajila et al. (2010) descreveram o mesmo aumento com incorporação de farinha da casca de manga na formulação do macarrão com 7,5% de incorporação o conteúdo de FT foi de 17,8%.

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância (2008), a Fibra alimentar total pode ser utilizada para alegação de propriedade funcional desde que o produto forneça no mínimo 3% de fibras.

O Codex Alimentarius (2009) recomenda o mesmo para que o produto seja considerado “Fonte de fibras”, enquanto que para alegação de “Rico em Fibras” o produto deve conter 6% ou 20% do valor de referência diária por porção, recomenda-se o consumo de 25g/dia de fibra alimentar total (FOSCHIA et al., 2013; GIUNTINI; MENEZES, 2011).

Com base nas legislações citadas podemos afirmar que as formulações F3, F5 e F7 com 10, 20 e 30% de incorporação de FBC, são ricos em fibras alimentares. Sendo que representam 40%, 80% e 120% do valor recomendado para consumo diário citado por Giuntini e Menezes (2011).

A utilização do subproduto do processamento do caju na formulação no macarrão além de contribuir para aproveitamento das enormes quantidades de resíduos gerados pela indústria representam uma alternativa para incentivar os consumidores a mudança de hábitos alimentares aumentando a ingestão de fibras contribuindo para a melhoria da saúde pois de acordo com Giuntini e Menezes (2011), a ingestão de fibra contribui com redução do colesterol, redução da glicose pós prandial, redução do tempo de transito fecal.

#### **5.3.4 Análise Sensorial**

Os resultados da aceitação sensorial das quatro amostras estão apresentados na tabela 4.

Para o atributo cor, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras F1 (padrão) e F3, estas diferem estatisticamente ( $p < 0,05$ ) de F5 e F7. Entretanto não houve estatisticamente ( $p < 0,05$ ) diferença entre as amostras com níveis de 20 e 30%

de FBC (F5 e F7). Assim em relação a cor as amostras F1 e F3 forma mais aceitas pelos consumidores. Corroborando com os resultados encontrados por Li P. et al. (2012), os autores observaram que para este atributo houve diferença significativa entre as amostras com 0, 10 e 20% de adição de farinha de inhame roxo. O que difere dos resultados encontrados por Ajila e colaboradores (2010), que não observaram influência significativa ( $p < 0,05$ ) no atributo cor das amostras com níveis de substituição variando de 0 a 7,5% de farinha da casca de manga.

Li M. et al. (2012) relataram que adição de farinha superfina de chá verde ao macarrão fresco não proporcionou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) no atributo cor das amostras. Bagdi et al. (2014) não observaram mudança significativa ( $p < 0,05$ ) para este atributo com adição de farinha de aleuroma no macarrão com níveis de adição de 0, 15, 40, 75 e 100%.

Para o atributo sabor, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras F1(padrão) e F3, estas diferem estatisticamente ( $p < 0,05$ ) de F5 e F7. Entretanto não houve diferença ao nível de 5% de significância entre as amostras com níveis de 20 e 30% de FBC (F5 e F7). Os provadores atribuíram notas melhores para a amostra F1 sem adição de FBC, enquanto que para as amostras F3, F5 e F7 atribuíram as menores notas, o que nos mostra que o aumento dos níveis de FBC causam uma redução da aceitação dos consumidores em relação ao sabor da amostra.

Os resultados estão de acordo com os dados apresentados por Bagdi e colaboradores (2014), onde os pesquisadores verificaram uma redução das notas dos consumidores para o atributo sabor com efeito da adição de farinha de aleuroma no macarrão.

Ajila et al. (2010) não encontraram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) no sabor do macarrão adicionado de farinha da casca de manga com níveis 5% de incorporação.

Adição de farinha do bagaço de uva na massa de *fettuccini* não influenciou significativamente ( $p < 0,05$ ) os atributos de sabor e textura do produto (SANT'ANNA et al., 2014).

Para os atributos textura e impressão global todas as amostras diferiram estatisticamente ao nível de significância de 5%. Os consumidores atribuíram notas hedônicas menores para as amostras com maiores níveis de substituição. Li P. et al.

(2012) observaram que houve diferença significativa entre as amostras com 0 e 20% de farinha de inhame roxo para impressão global.

Já Ajila et al. (2010), não encontraram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras adicionadas de farinha da casca de manga para o atributo textura. Para o atributo impressão global houve diferença estatística entre as amostras e o controle. Os pesquisadores concluíram que é possível adicionar até 5% de farinha da casca de manga na formulação do macarrão sem afetar sua qualidade sensorial.

O maior desafio da incorporação da FBC no macarrão são os efeitos adversos sobre a qualidade do produto final, que estão diretamente relacionados com a aceitação do produto pelos consumidores.

**Tabela 4:** Teste de aceitação do macarrão massa fresca tipo talharim.

Formulações	Atributos			
	Cor	Sabor	Textura	Impressão Global
<b>F1</b>	7,557±1,345 <sup>a</sup>	7,360±1,470 <sup>a</sup>	7,557±1,282 <sup>a</sup>	7,571±1,260 <sup>a</sup>
<b>F3</b>	5,673±1,813 <sup>b</sup>	5,972±1,831 <sup>b</sup>	6,571±1,379 <sup>b</sup>	6,183±1,548 <sup>b</sup>
<b>F5</b>	4,897±1,995 <sup>c</sup>	5,197±2,005 <sup>c</sup>	5,884±1,803 <sup>c</sup>	5,448±1,854 <sup>c</sup>
<b>F7</b>	4,551±2,254 <sup>c</sup>	4,843±2,002 <sup>c</sup>	5,272±2,072 <sup>d</sup>	4,870±1,994 <sup>d</sup>

Avaliação em geral, 7- gostei moderadamente; 6- gostei ligeiramente; 5-indiferente; 4 desgostei ligeiramente. Amostras F1, F3, F5, F7 com 0, 10, 20 e 30% de FBC. As medias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente ( $p < 0,05$ ).

A fim de considerar a individualidade de julgamento dos consumidores, ao invés de avaliar somente os escores médios de aceitação, os resultados foram utilizados para obtenção do Mapa de preferência interno (MDPREF). Cada ponto apresentado na Figura 21 representa a correlação entre os dados de aceitação de cada avaliador e os dois primeiros componentes principais, isto é, cada ponto está associado a um consumidor. A correlação dos consumidores com pelo menos um componente principal indica diferença na aceitação das amostras. As amostras analisadas foram F1, F3, F5 e F7 com respectivamente 0, 10, 20 e 30% de farinha do bagaço de caju.

Para o atributo cor, no Mapa de Preferência Interno (Figura 21a) o primeiro e o segundo componentes principais explicaram, respectivamente, 74,63% e 15,56% da variação dos dados de aceitação entre as amostras de massa fresca, sendo suficientes para discriminar as amostras quanto a sua aceitação. A separação espacial das amostras indica a existência de três grupos distintos obtidos pelo método de agrupamento de Cluster, sendo um grupo formado por F1, outro por F3 e o terceiro formado pelas amostras F5 e F7. A maioria dos consumidores se correlacionou positivamente com o primeiro componente principal, indicando que atribuíram notas mais elevadas para a amostra F1, seguida pela amostra F3, posicionadas no primeiro e quarto quadrantes. Assim, em relação à cor, a formulação F1 foi a mais aceita pelos consumidores, seguida pela amostra F3, enquanto que as amostras F5 e F7 foram as menos aceitas entre as quatro formulações.

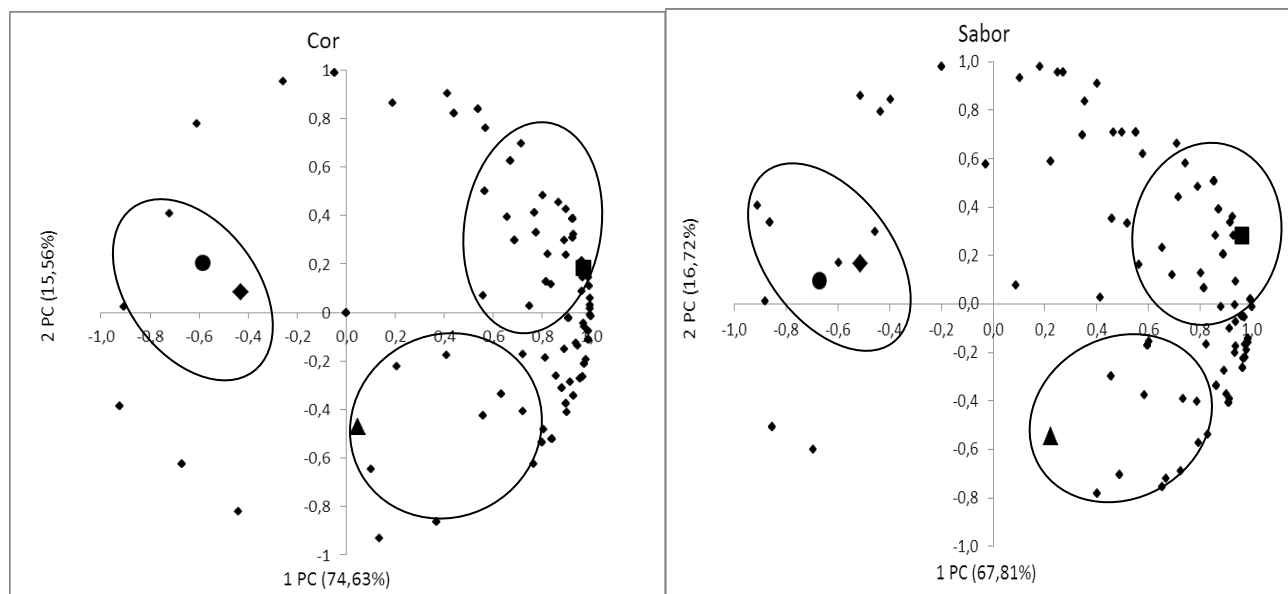
Para o atributo sabor, no Mapa de Preferência Interno (Figura 21b) o primeiro componente principal explicou 67,81% da variação de aceitação entre as amostras, enquanto que o segundo componente principal explicou 16,72%. Os dois primeiros componentes principais explicam a maior parte de variância (84,53%) entre as amostras quanto à sua aceitação. Assim, os dois primeiros componentes principais são suficientes para discriminar as amostras quanto à aceitação. A separação espacial das amostras, pelo método de agrupamento de Cluster, indica a existência de três grupos distintos, de acordo com a aceitação das mesmas, sendo um grupo formado pela amostra F1, outro por F3 e o terceiro formado por F5 e F7. Assim, pode-se sugerir que a presença de fibra na massa alterou o sabor. A maior parte dos consumidores correlacionou o positivamente com o primeiro componente principal. Desta forma, em relação ao sabor, a amostra F1 foi a mais aceita pelos consumidores, seguida pela amostra F3. Já a amostra F5 e F7 (localizadas no segundo quadrante) foram as menos aceitas pelos consumidores.

Para o atributo textura, no Mapa de Preferência Interno (Figura 21c) o primeiro componente principal explicou 69,63% da variação de aceitação entre as amostras, enquanto que o segundo componente principal explicou 15,86%. Os dois primeiros componentes principais explicam a maior parte de variância (85,49%) entre as amostras quanto à sua aceitação. Assim, os dois primeiros componentes principais são suficientes para discriminar as amostras quanto à aceitação. A partir da análise de agrupamento de Cluster, pode-se afirmar que houve a formação dois grupos

distintos de amostras de massa, de acordo com a aceitação das mesmas, sendo um grupo formado pelas amostras F1 e F3, o segundo formado pelas amostras F5 e F7. A maior parte dos consumidores também correlacionou o positivamente com o primeiro componente principal. Desta forma, em relação à textura, as amostras F1 e F3 foram as mais aceitas pelos consumidores. Já as amostras F5 e F7 (localizadas no segundo e terceiro quadrante) foram as menos aceitas pelos consumidores.

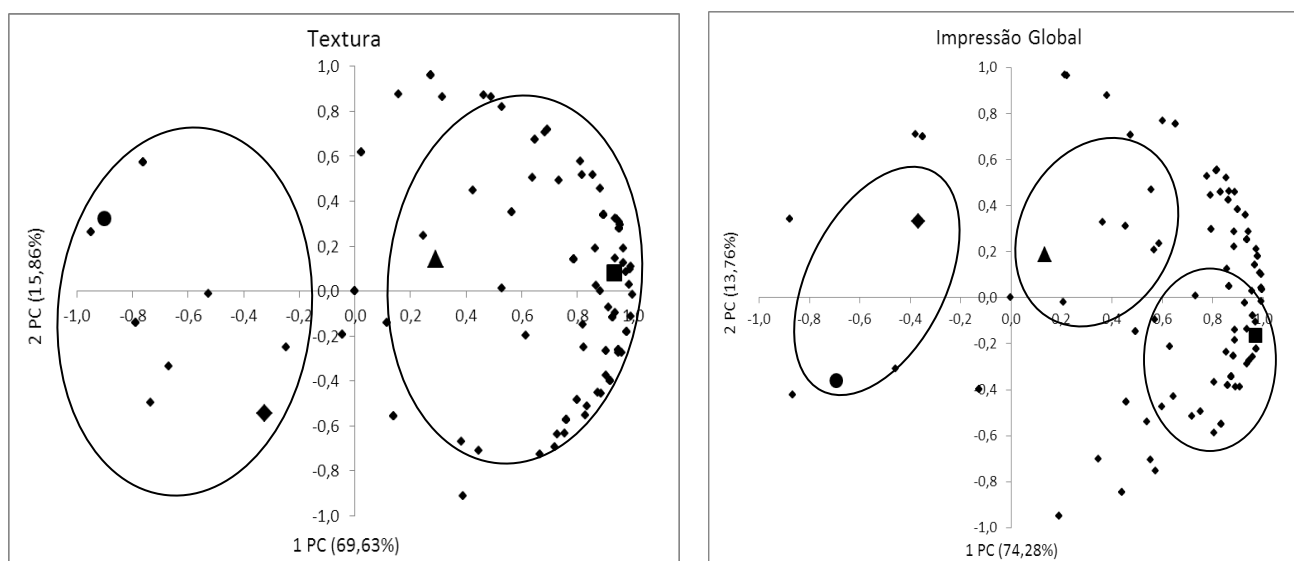
Para o atributo impressão global, no Mapa de Preferência Interno (Figura 21d), o primeiro componente principal explicou 74,63% e o segundo explicou 13,76% da variação de aceitação entre as amostras de massa, sendo suficientes para discriminar as amostras quanto a sua aceitação. De acordo com análise de agrupamento de Cluster, as amostras são divididas em três grupos distintos, em relação à aceitação das mesmas, sendo um grupo formado pela amostra F1, o segundo pela amostra F3, o terceiro formado pelas amostras F5 e F7. A maioria dos consumidores se correlacionou positivamente com o primeiro componente principal, indicando que atribuíram notas mais elevadas para a amostra F1, seguida pela amostra F3, posicionadas no primeiro e quarto quadrantes. Assim, em relação à impressão global, as formulações F1 e F3 foram mais aceitas pelos consumidores, enquanto que as amostras F5 e F7 foram as menos aceitas entre as quatro formulações.

**Figura 21:** Mapa de Preferência Interno das quatro formulações de massa ■ F1; ▲ F3; ◆ F5 e ● F7 com 0%; 10%, 20% e 30% de Farinha do bagaço do caju, respectivamente.



(a)

(b)



(c)

(d)

A preferência dos consumidores pelas amostras F1 e F3 com relação aos atributos cor, sabor, textura e impressão global pode ser relacionada ao aumento do conteúdo de fibra do macarrão e a granulometria da fibra o que levou a uma perda de qualidade das características sensoriais das amostras com maior conteúdo de FBC, F5 e F7.

Resultados semelhantes foram relatados por Chen et al. (2011), que observaram o efeito do tamanho de partícula nas propriedades sensoriais do macarrão, os resultados relatados pelos autores demonstraram que amostras incorporadas de fibras com tamanho de partícula não superior a 0,21mm e nível de adição de 15 e 20%, proporcionaram alterações das características de cor e sabor. O farelo grosso adicionado ao macarrão afetou principalmente aparência, sabor e textura da massa reduzindo a aceitação dos consumidores.

Os avaliadores indicaram uma variação do aspecto da massa levando a uma ligeira rejeição das amostras F5 e F7 em comparação com as amostras F1 e F3. O aumento da concentração de FBC reduz a aceitação sensorial do macarrão. Entre as amostras avaliadas, a F3 com teor de 10% de FBC apresentou as melhores características sensoriais sendo que a amostra pode ser considerada “Rica em fibras” com  $10,32 \pm 0,28\%$  de FAT o que representa 40% do valor de ingestão diário recomendado. Considera-se que substituições não superiores a 10% de FBC são ideais para produção de macarrão massa fresca tipo talharim.

## 6. CONCLUSÃO

De acordo com os dados experimentais, foi possível constatar que a farinha do bagaço de caju apresentou influência nas características reológicas da farinha de trigo. A farinha do bagaço de caju possui um tamanho de partícula variado sendo que 78% das partículas apresentaram tamanho maior que 0,25mm.

A resistência a extensão foi maior nas amostras adicionadas de farinha do bagaço de caju em contrapartida a extensibilidade da massa foi reduzida, característica relacionada com a diluição das proteínas do glúten proporcionando uma interação com a matriz de proteína.

Os parâmetros farinograficos apresentaram um aumento linear exceto o índice de tolerância a mistura e a estabilidade da massa cujo modelo de regressão obtido foi quadrático mostrando que houve influência do conteúdo de FBC além do teor de vitamina C presente na amostra. O aumento dos níveis de FBC acarretou no aumento da capacidade de absorção de água das misturas, mostrando que o tamanho de partícula tem efeito significativo sobre as propriedades de hidratação das misturas.

Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) nas propriedades tecnológicas do macarrão tipo talharim com redução dos parâmetros tempo ótimo de cozimento, absorção de água e aumento de volume, já a perda de sólidos sofreu um aumento significativo, sendo este o parâmetro utilizado para definir o nível máximo de incorporação da FBC para produção do macarrão favorecendo a produção de um produto com qualidade tecnológica aceitável.

A análise sensorial mostrou que adição de farinha do bagaço de caju proporcionou uma redução da aceitação do macarrão. Sendo assim para a redução das influências negativas nas características do produto final, de acordo com o teste de aceitação, o teor ideal de farinha do bagaço de caju para produção de macarrão foi limitado a 10%.

Vale salientar que o Macarrão produzido no presente trabalho pode ser considerado “Rico em fibras”, sendo uma alternativa de alimento promotor da saúde favorecendo o aumento do consumo de fibras pela população.



## 7. REFERÊNCIAS

AACC. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists (10th ed.). St. Paul, MN, USA: **American Association of Cereal Chemists**, 2000.

ABIMAPI - **Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados**. 2015.

AJILA, C. M. et al. Mango peel powder: A potential source of antioxidant and dietary fiber in macaroni preparations. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 11, n. 1, p. 219–224, 2010.

ANVISA. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos**. Brasília, 2005.

ARAVIND, N. et al. Effect of insoluble dietary fibre addition on technological, sensory and structural properties of durum wheat spaghetti. **Food Chemistry**, v. 130, n. 3, p. 299–309, 2012a.

ARAVIND, N. et al. Effect of inulin soluble dietary fibre addition on technological, sensory, and structural properties of durum wheat spaghetti. **Food Chemistry**, v. 132, n. 2, p. 993–1002, 2012b.

BAGDI, A. et al. Effect of aleurone-rich flour on composition, cooking, textural, and sensory properties of pasta. **LWT - Food Science and Technology**, v. 59, n. 1, p. 996–1002, 2014.

BRASIL. Instrução Normativa nº 08, de 02 de junho de 2005. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo**. Brasília, 2005.

BRASIL, Ministerio da Saude. Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria. **Alimentos com Alegações de propriedades funcionais e ou de saude, novos alimentos/ingredientes, substancias bioativas e probioticas**, 2008. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno\\_lista\\_alega.htm](http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm). Acesso em 29 de fev. 2016.

BRENNAN, C. S.; KURI, V.; TUDORICA, C. M. Inulin-enriched pasta: effects on textural properties and starch degradation. **Food Chemistry**, v. 86, n. 2, p. 189–193, 2004.

BRENNAN, C. S.; TUDORICA, C. M. Fresh pasta quality as affected by enrichment of nonstarch polysaccharides. **Journal of Food Science**, v. 72, n. 9, p. 659–665, 2007.

BUSTOS, M. C.; PEREZ, G. T.; LEÓN, A. E. Sensory and nutritional attributes of fibre-enriched pasta. **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, n. 6, p. 1429–1434, 2011.

CHEN, J. S. et al. Effect of particle size and addition level of wheat bran on quality of dry white Chinese noodles. **Journal of Cereal Science**, v. 53, n. 2, p. 217–224, 2011.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Proposta de preços mínimos – Safra 2013/1014**. Produtos de inverno, regionais e leite. Superintendência de Gestão da Oferta. 126p, Jan, 2013.

COSTA, J. M. C. DA et al. Production And Characterization of The Cashew Apple (*Nacardium Occidentale* L.) And Guava (*Psidium Guajava* L.) Fruit Powders. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 33, n. s1, p. 299–312, 2009.

DUNNEWIND, B. et al. The Kieffer dough and gluten extensibility rig - An experimental evaluation. **Journal of Texture Studies**, v. 34, n. 5-6, p. 537–560, 2003.

DUYVEJONCK, A. E. et al. Suitability of solvent retention capacity tests to assess the cookie and bread making quality of European wheat flours. **LWT - Food Science and Technology**, v. 47, n. 1, p. 56–63, 2012.

ELLEUCH, M. et al. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. **Food Chemistry**, v. 124, n. 2, p. 411–421, 2011.

FOSCHIA, M. et al. The effects of dietary fibre addition on the quality of common cereal products. **Journal of Cereal Science**, v. 58, n. 2, p. 216–227, 2013.

FOSCHIA, M. et al. How combinations of dietary fibres can affect physicochemical characteristics of pasta. **LWT - Food Science and Technology**, v. 61, n. 1, p. 41–46, abr. 2015.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL et al. **Desenvolvimento Regional Sustentável: Fruticultura – Caju**. Brasília, v.4, 44p, Set, 2010.

GALLEGOS-INFANTE, J. A. et al. Quality of spaghetti pasta containing Mexican common bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Chemistry**, v. 119, n. 4, p. 1544–1549, 2010.

GIMÉNEZ, M. A. et al. Rheological, functional and nutritional properties of wheat/broad bean (*Vicia faba*) flour blends for pasta formulation. **Food Chemistry**, v. 134, n. 1, p. 200–206, 2012.

GIUNTINI, E. B. Funções preliminares reconhecidas de nutrientes: Fibra Alimentar. **International Life Sciences**. Institute do Brasil, São Paulo. v. 18, n. -, 2011.

GULL, A.; PRASAD, K.; KUMAR, P. Effect of millet flours and carrot pomace on cooking qualities, color and texture of developed pasta. **LWT - Food Science and Technology**, v. 63, n. 1, p. 470–474, 2015.

HARDT, N. A.; BOOM, R. M.; VAN DER GOOT, A. J. Wheat dough rheology at low water contents and the influence of xylanases. **Food Research International**, v. 66, p. 478–484, 2014

CRUZ, Renato Souza; SOARES, Nilda de Fátima Ferreira. Efeito da adição de CO<sub>2</sub> nas características tecnológica e sensorial do macarrão massa fresca tipo talharim. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 848-855, 2004.

JACOBS, P. J. et al. Study of hydration properties of wheat bran as a function of particle size. **Food Chemistry**, v. 179, n 6, p. 296–304, 2015.

KAUR, G. et al. Functional properties of pasta enriched with variable cereal brans. **Journal of Food Science and Technology**, v. 49, n. 4, p. 467–474, 2012.

KTENIOUDAKI, A.; BUTLER, F.; GALLAGHER, E. Dough characteristics of Irish wheat varieties I. Rheological properties and prediction of baking volume. **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, n. 3, p. 594–601, 2011.

KUMAR, B. S.; PRABHASANKAR, P. A study on starch profile of rajma bean (*Phaseolus vulgaris*) incorporated noodle dough and its functional characteristics. **Food Chemistry**, v. 180, p. 124–132, 2015.

LI, M. et al. Effect of superfine green tea powder on the thermodynamic, rheological and fresh noodle making properties of wheat flour. **LWT - Food Science and Technology**, v. 46, n. 1, p. 23–28, 2012a.

LI, P. H. et al. Textural and sensory properties of salted noodles containing purple yam flour. **Food Research International**, v. 47, n. 2, p. 223–228, 2012b.

LIMA, A. C. S. et al. In vitro bioaccessibility of copper, iron, zinc and antioxidant compounds of whole cashew apple juice and cashew apple fibre (*Anacardium occidentale* L.) following simulated gastro-intestinal digestion. **Food chemistry**, v. 161, n 14, p. 142–7, 2014.

MICHODJEHOUN-MESTRES, L. et al. Monomeric phenols of cashew apple (*Anacardium occidentale* L.). **Food Chemistry**, v. 112, n 4, p. 851–857, 2009.

MOHAMMED, I.; AHMED, A. R.; SENGE, B. Dough rheology and bread quality of wheat-chickpea flour blends. **Industrial Crops and Products**, v. 36, n. 1, p. 196–202, 2012.

NIU, M. et al. Effects of superfine grinding on the quality characteristics of whole-wheat flour and its raw noodle product. **Journal of Cereal Science**, v. 60, n. 1, p. 382–388, 2014.

NOORT, M. W. J. et al. The effect of particle size of wheat bran fractions on bread quality - Evidence for fibre-protein interactions. **Journal of Cereal Science**, v. 52, n. 1, p. 59–64, 2010.

PETITOT, M. et al. Fortification of pasta with split pea and faba bean flours: Pasta processing and quality evaluation. **Food Research International**, v. 43, n. 2, p. 634–641, 2010.

RUFINO, M. DO S. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996–1002, 2010.

SANT'ANNA, V. et al. The effect of the incorporation of grape marc powder in fettuccini pasta properties. **LWT - Food Science and Technology**, v. 58, n. 2, p. 497–501, 2014.

SANTOS, R. P. et al. Production and characterization of the cashew (*Anacardium occidentale* L.) peduncle bagasse ashes. **Journal of Food Engineering**, v. 79, n. 4, p. 1432–1437, abr. 2007.

SOSULSKI, F. W. The centrifuge method for determining starch absorptivity in hard red spring wheats. **Journal of Cereal Chemistry**, v.39, n. 16, p.344-346, 1962.

SUDHA, M. L.; BASKARAN, V.; LEELAVATHI, K. Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. **Food Chemistry**, v. 104, n. 2, p. 686–692, 2007.

SIQUEIRA, A. M. de A.; BRITO, E. de S. Aproveitamento do bagaço do caju para alimentação humana e utilização em outras indústrias de alimentos. In: ARAÚJO, J. P. P. de. (Ed.). **Agronegócio caju: práticas e inovações**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. parte 5, cap. 3, p. 349-362

UCHOA, A. M. A. et al. Formulation and physicochemical and sensorial evaluation of biscuit-type cookies supplemented with fruit powders. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 64, n. 2, p. 153–159, 2009.

ZHU, K. et al. Effect of ultrafine grinding on hydration and antioxidant properties of wheat bran dietary fiber. **Food Research International**, v. 43, n. 4, p. 943–948, 2010.