



Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*
Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Campus Rio de Janeiro

Patricia Cardoso Costa Averbug

**DESENVOLVIMENTO DE UMA PASTA DE GRÃOS DE SOJA, ADICIONADA DE
FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS (FOS) E CÁLCIO**

Rio de Janeiro - RJ

2017

Patricia Cardoso Costa Averbug

**DESENVOLVIMENTO DE UMA PASTA DE GRÃOS DE SOJA, ADICIONADA DE
FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS (FOS) E CÁLCIO**

**Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência e
Tecnologia de Alimentos, do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Rio de Janeiro- IFRJ para obtenção do
título de mestre.**

Orientadoras: Prof^a Dr^a Luciana Cardoso Nogueira

Prof^a Dr^a Márcia Cristina da Silva

Rio de Janeiro – RJ

Patricia Cardoso Costa Averbug

**DESENVOLVIMENTO DE UMA PASTA DE GRÃOS DE SOJA, ADICIONADA DE
FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS (FOS) E CÁLCIO**

**Trabalho de dissertação de mestrado,
apresentado como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do título de
mestre em Ciência e Tecnologia de
Alimentos.**

Data de aprovação: 28 de agosto de 2017

Orientadora Prof^a Dr^a Luciana Cardoso Nogueira
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ

Orientadora: Prof^a Dr^a Márcia Cristina da Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ

Prof^a Dr^a Suely Pereira Freitas
Escola de Química – UFRJ

Prof^a Dr^a Renata Santana Lorenzo Raices
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ

Prof. Dr. Adriano Gomes da Cruz - Suplente
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ

Parte dos resultados desta dissertação foram apresentados nos seguintes eventos científicos:

12 SLACA- Simpósio Latino americano de Alimentos Parâmetros físico-químicos e comportamento reológico de uma pasta de grãos de soja, adicionada de frutoligossacarídeos (FOS) e adicionada com cálcio. Campinas, novembro de 2017.

XI Jornada interna de iniciação científica e tecnológica “Parâmetros físico-químicos de uma pasta de soja adicionada de frutoligossacarídeos e adicionada com cálcio”. Rio de Janeiro, 07 e 08 de junho de 2017.

XII Congresso Internacional de Nutrição Funcional, “Desenvolvimento de pasta de soja adicionada com FOS e cálcio com alegação de propriedades funcionais”. 29 e 30 setembro, 2016, São Paulo.

IV Seminário de Inovação Tecnológica na área de Alimentos, 2016 Rio de Janeiro.

FCT Food Chemistry and Technology, 2016 Las Vegas . “Soybean paste development enriched with calcium and fructoligosaccharides”,

Aos meus queridos pais Luiza e Newton (*in memoriam*), que me ensinaram valores,
ética e a importância do conhecimento....
A Ilana, pelas horas que não pude estar em sua companhia!
Ao meu companheiro Alberto pelos bons conselhos!

AGRADECIMENTOS

Ao Eterno, obrigado pela oportunidade da vida !

Á todas as pessoas que me ajudaram neste projeto!

A Profª Drª Luciana Cardoso Nogueira, e a Profª Drª Márcia Cristina da Silva pelo auxílio, conselhos e paciência.

A minha amiga, a aluna de iniciação científica Jéssica Batista Ramos, que me auxiliou em todas as análises.

Aos técnicos dos laboratórios da planta de Alimentos.

A Diego Barros pelo seu empenho e auxílio na análise de cálcio.

A Prof Dra Mirian Ribeiro Leite Moura pelo auxílio na análise de fibras.

A Purac® do Brasil pela doação de amostras de lactato de cálcio.

As novas amigas Janaína Arruda , Juliana Ribeiro e Marília França que me auxiliariam durante esta jornada.

Agradecimentos especiais ao Prof. Dr.Adriano Cruz e a Profª Drª Lourdes Masson pelo pronto auxílio,

A empresa Pastrinni Alimentos, na figura de seus diretores Sr. Carneiro e Sra Marilena que permitiram o uso de sua área de processo, e contribuíram em todas as etapas do projeto.

Muito Grata !

AVERBUG, C.C.P; Desenvolvimento de uma pasta de grãos de soja, adicionada de frutooligossacarídeos (fos) e cálcio, 88p, Dissertação. Programa Pós Graduação stricto sensu em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) Campus Rio de Janeiro, Rio de Janeiro RJ, 2017.

RESUMO

Os alimentos funcionais estão em evidência pelo fato de estarem associados à manutenção da saúde. Atualmente, existe um interesse especial na atividade antioxidante dos componentes da dieta. Espécies reativas de oxigênio e de outros elementos parecem estar envolvidas na indução de diferentes tipos de câncer. Dados epidemiológicos mostram que o consumo de alimentos ricos em compostos bioativos contribui para a redução do risco de câncer, através da proteção do acúmulo de radicais livres. A maior parte dos compostos fenólicos são antioxidantes e, portanto, podem prevenir doenças crônicas não-transmissíveis (catarata, degeneração macular, doenças neurovegetativas, e diabetes mellitus tipo II), câncer e doenças cardiovasculares em humanos. A soja é considerada um alimento funcional com alto valor proteico, sendo também rico em fibras, vitaminas e minerais, além de possuir um teor significativo de isoflavonas. Os FOS são oligossacarídeos não digeríveis que possuem propriedades prebióticas, que estimulam seletivamente o crescimento de bactérias no cólon; e o cálcio é um mineral essencial para o crescimento ósseo e saúde dos dentes, além de desempenhar papel importante na contração muscular e coagulação sanguínea. O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma pasta à base de grãos de soja adicionada de frutooligossacarídeos (FOS), direcionada aos consumidores preocupados com a saúde e que não consomem proteínas animais em sua dieta, além de pessoas com intolerância à lactose e aos celíacos, fornecendo uma opção de produtos alimentícios mais saudáveis. Os ingredientes utilizados como base para o desenvolvimento da pasta foram: grãos de soja, extrato de soja, fécula de mandioca e aditivos. Foram desenvolvidas quatro formulações de pasta de soja: uma pasta controle (sem FOS e sem cálcio), a segunda apenas com FOS; a terceira apenas com Cálcio e a quarta, com FOS e cálcio. Foram avaliados parâmetros físico-químicos e microbiológicos para determinar a vida de prateleira do produto, além da determinação do seu comportamento reológico e análise sensorial, para avaliar a sua aceitação. Para o mercado do Rio de Janeiro, este produto poderá ser um diferencial aos produtos já existentes que não possuem alegações de propriedades funcionais em suas formulações.

Palavras chaves: soja 1, , frutooligossacarídeos 2, reologia 3.

AVERBUG, C.C.P; Development of soy spread with fructooligosaccharides (Fos) and calcium, 88 p, Dissertação. Programa Pós Graduação stricto sensu em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) Campus Rio de Janeiro, Rio de Janeiro RJ, 2017.

ABSTRACT

Functional foods are evidenced by the fact that they are associated with health maintenance. Currently, there is a special interest in the antioxidant activity of diet components. Reactive species of oxygen and other elements appear to be involved in the induction of different types of cancer. Epidemiological data show that the consumption of foods rich in bioactive compounds contributes to reducing the risk of cancer by protecting the accumulation of free radicals. Most phenolic compounds are antioxidants and therefore can prevent chronic non-communicable diseases (cataract, macular degeneration, neurovegetative diseases, and type II diabetes mellitus), cancer and cardiovascular diseases in humans. Soy is considered a functional food with high protein value, being also rich in fibers, vitamins and minerals, besides having a significant content of isoflavones. FOS are non-digestible oligosaccharides that have prebiotic properties, which selectively stimulate the growth of bacteria in the colon; And calcium is an essential mineral for bone growth and tooth health, as well as play an important role in muscle contraction and blood clotting. The objective of this work was to develop a soy-based paste enriched with calcium and added with fructooligosaccharides (FOS), aimed at consumers concerned about health and who do not consume animal proteins in their diet, as well as people with lactose intolerance and To celiacs, providing an option for healthier food products. The ingredients used as basis for pulp development were: soybeans, soybean extract, cassava starch and additives. Four soybean paste formulations were developed: one control paste (without FOS and without calcium), the second only with FOS; The third only with Calcium and the fourth with FOS and calcium. Physicochemical and microbiological parameters were determined to determine the shelf life of the product, as well as the determination of its rheological behavior and sensorial analysis, to evaluate its acceptance. For the Rio de Janeiro market, this product may be a differential to existing products that do not have functional properties claims in their formulations.

Key words: soy¹, , fructooligosaccharides², rheology³.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Classe comuns de fitoestrógenos | 18 |
| Figura 2 Estrutura química das principais isoflavonas da soja..... | 18 |
| Figura 3 Estrutura química da isoflavona..... | 19 |
| Figura 4 Isômeros das isoflavonas da soja | 20 |
| Figura 5 Semelhanças químicas entre as estruturas do estrogênio e isoflavonas | 20 |
| Figura 6 Revisão das funções fisiológicas do FOS e suas propriedades | 34 |
| Figura 7 Testes reológicos usados em alimentos | 41 |
| Figura 8 Fluxograma de processo da pasta de tomate seco | 46 |
| Figura 9 Curva de escoamento logaítmo Pasta de soja Controle | 58 |
| Figura 10 Relação entre viscosidade aparente e taxa de deformação da Pasta Controle a 25°C | |
| Figura 11 Curva de escoamento logaítmo Pasta de soja Controle + Ca | 58 |
| Figura 12 Relação entre viscosidade aparente e taxa de deformação da Pasta Controle + Ca a 25°C | 58 |
| Figura 13 Curva de escoamento logaítmo Pasta de soja Controle + FOS | 59 |
| Figura 14 Curva de escoamento logaítmo Pasta de soja Controle + Ca + FOS | 59 |
| Figura 15 Relação entre viscosidade aparente e taxa de deformação da Pasta Controle + Ca + FOS a 25°C | 60 |
| Figura 16 Curva de escoamento logaítmo Pasta de soja à base de Fécula | 60 |
| Figura 17 Relação entre viscosidade aparente e taxa de deformação da Pasta à base de Fécula a 25 C | 61 |
| Figura 18 Comparativo das curvas de escoamento logaritmo das formulações | 61 |
| Figura 19 Relação entre viscosidade aparente e taxa de deformação, comparativo das formulações | 61 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 Composição química da soja | 17 |
| Tabela 2 Resultados de composição centesimal, pH, Aw e cálcio | 52 |
| Tabela 3 Rotulagem nutricional da pasta de soja comercial rica em fécula | 53 |
| Tabela 4 Resultados das análises microbiológicas das formulações | 55 |
| Tabela 5 Padrão microbiológico para amostra indicativa | 55 |
| Tabela 6 Viscosidade das formulações de acordo com a taxa de cisalhamento aplicada | 56 |

LISTA DE ABREVIATURAS

FOS – Frutooligossacarídeos

FDA - Food and Drug Administration

Ca- Cálcio

Aw-Atividade de água

pH-Potencial de hidrogenação

UV- Ultravioleta

MS-Ministério da Saúde

MAPA-Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

PUFA- Ácido graxo polinsaturado

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1- INTRODUÇÃO | 13 |
| 2- REVISÃO DE LITERATURA | 15 |
| 2.1 SOJA | 15 |
| 2.2 COMPOSTOS BIOATIVOS | 17 |
| 2.3 SOJA E SEUS BENEFÍCIOS A SAÚDE | 19 |
| 2.4 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS À BASE DE SOJA..... | 22 |
| 2.5 ANÁLISE SENSORIAL..... | 36 |
| 2.6 REOLOGIA..... | 37 |
| 3- OBJETIVOS | 41 |
| 3.1 OBJETIVO GERAL DO TRABALHO | 41 |
| 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 42 |
| 4- DESENVOLVIMENTO..... | 42 |
| 4.1 ARTIGO | 42 |
| 5- CONSIDERAÇÕES FINAIS | 68 |
| 6- REFERÊNCIAS..... | 69 |
| 8- APÊNDICE..... | 77 |
| 9- DADOS COMPLEMENTARES | 78 |

1. INTRODUÇÃO

A soja é reconhecida pelo consumidor como um alimento benéfico à saúde, com um alto valor proteico, sendo utilizada como substituto de produtos à base de leite e servindo como alimento para pessoas com intolerância à lactose e alergia às proteínas do leite (VILLALVA, 2008). Os alimentos funcionais estão em evidência mundial devido ao fato de estarem associados à manutenção da saúde (HEINRICH *et al*, 2011). A denominação do termo “alimento funcional” surgiu no Japão em 1980, como uma estratégia do governo para reduzir custos do seguro saúde e de medicamentos para a população que estava se tornando idosa. Com isso, foi implantado no Japão, um programa denominado FOSHU (“Food for Specified Health Use”), que consistia em avaliar potenciais substâncias presentes nos alimentos e seus benefícios para a saúde (ZAKIR E FREITAS, 2015).

Anteriormente, a ciência de alimentos tinha seu foco voltado para as deficiências nutricionais. No entanto, a partir da década de 80 iniciavam-se pesquisas em alimentos que poderiam beneficiar a saúde e reduzir riscos de doenças (DOMINGUES *et al*, 2014). O crescimento da demanda por alimentos funcionais advém dos altos custos dos tratamentos de saúde, o aumento da expectativa de vida, a qualidade de vida e a redução de doenças através da prevenção (CORRADINI *et al*, 2013).

Estratégias para a prevenção e para a intervenção de doenças crônicas não transmissíveis como o câncer, a diabetes, a obesidade e as doenças cardiovasculares requerem um entendimento de sua fisiopatologia e de seu mecanismo molecular básico para a prescrição de medicamentos e de outros agentes profiláticos como: fatores antioxidantes da dieta, extrato de produtos naturais de plantas comestíveis medicinais e frutas, hortaliças, cereais e leguminosas que podem potencialmente prevenir ou reverter a promoção ou a progressão da doença (ARUOMA *et al*, 2010).

Segundo a Organização Mundial de Saúde, 72% do total de mortes no Brasil e 60% no mundo são em decorrência de doenças crônicas não transmissíveis. Muitas mortes poderiam ser retardadas com mudanças de hábitos, maior frequência de exercícios físicos, dieta equilibrada e redução no uso do tabaco. Uma dieta com alimentos funcionais beneficia a saúde, reforça o sistema imunológico, previne e trata certos tipos de doenças ou disfunções, melhora condições do corpo e da mente e pode retardar o processo de envelhecimento (ZAKIR E FREITAS, 2015).

Os benefícios à saúde, provenientes dos alimentos, muitas vezes, são descritos pela capacidade de sequestro de radicais livres, em nível intracelular, relacionados aos compostos

fenólicos, presentes em frutas, sucos, vegetais, chás, vinho tinto, dentre outros alimentos (UDANI *et al.*, 2011). Evidências epidemiológicas sugerem também que as populações que consomem dietas ricas em soja apresentam uma menor taxa de mortalidade por doenças coronarianas (ZAKIR e FREITAS, 2015).

Em substituição aos produtos elaborados com proteínas animais, as leguminosas e principalmente a soja (*Glycine max*) vem ganhando destaque devido aos seus compostos que são benéficos à saúde na prevenção e no tratamento de algumas doenças. As isoflavonas, fitoesteróis presentes no grão de soja, promovem a prevenção de doenças cardiovasculares, redução no colesterol, câncer, osteoporose e minimiza os efeitos colaterais da menopausa (MUNHOZ *et al.*, 2010). Além de possuírem atividade antioxidante, podem funcionar como moduladores hormonais naturais, pois são funcionalmente similares ao estrogênio humano 17- β -estradiol (CUNHA *et al.*, 2012).

Os frutoligossacarídeos (FOS) possuem propriedades funcionais e nutricionais, foram bem estudados, e tem sua função prebiótica comprovada, estimulando seletivamente o crescimento e atividade de um número limitado de bactérias no cólon (MESA *et al.*, 2008).

O cálcio é importante para a saúde dos ossos, durante o crescimento e para a manutenção da integridade do esqueleto durante toda a vida. A concentração de cálcio determina o risco de osteoporose pós-menopausa, e influi sobre a quantidade de massa esquelética adquirida durante os primeiros anos de vida até a idade adulta (LIMA E CARDOSO, 2012).

Segundo o Instituto Nacional de Doenças Digestivas, Renais e Diabetes (EUA), 75% da população mundial possui intolerância à lactose (LIMA E CARDOSO, 2012). No Brasil, 43% de brancos e de mulatos têm alelo de persistência à lactase, sendo mais frequente entre negros e japoneses. Há diversos níveis de intolerância, que determinam desde um pequeno consumo diário de alimentos com lactose até a restrição total destes na dieta (MATTAR e MAZO, 2010).

A doença celíaca é uma patologia autoimune, que dificulta a absorção de nutrientes em decorrência de lesão, na mucosa do intestino delgado. Indivíduos, geneticamente, susceptíveis desenvolvem intolerância ao consumo de glúten, com atrofiamento das vilosidades do intestino encarregadas da absorção de minerais e vitaminas. Devido aos problemas de absorção de nutrientes, podem ser observadas outras complicações, como a diminuição dos níveis séricos de cálcio e até o desenvolvimento de câncer de cólon (MATTOS, 2015).

O desenvolvimento de uma pasta de soja adicionada de cálcio e frutoligossacarídeos, inclusive isento de lactose e glúten, permitirá uma nova opção aos indivíduos intolerantes à

lactose, aos celíacos, além dos consumidores que restringem proteínas de origem animal em sua dieta e daqueles que buscam produtos mais saudáveis.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. SOJA

A soja (*Glycine max*) é uma leguminosa originária da Ásia (VANDERPLAST *et al*, 2014). É um grão pertencente à mesma família do feijão, possui forma arredondada e coloração amarelada. Ela foi introduzida na alimentação humana oriental há mais de 5.000 anos e sua integração na dieta ocidental tem sido estimulada devido ao seu alto valor nutricional. O relato do aparecimento da soja na culinária ocidental aconteceu somente no século XV, introduzida por navegadores portugueses (MIGUEL *et al*, 2010). No processo de industrialização nos anos 40, a soja passou a ter uma importância significativa na dieta animal e humana no Ocidente (LOPEZ-FERNANDEZ *et al*, 2016).

Os efeitos benéficos da soja incluem redução do colesterol total no plasma, prevenção de câncer, diabetes, osteoporose, obesidade, proteção contra doenças intestinais e dos rins, além de alívio dos sintomas da menopausa (QINGHUI *et al*, 2013).

A soja é uma fonte proteica de baixo custo, além de possuir carboidratos em sua composição. Não possui colesterol, nem lactose e assim torna-se um alimento conveniente para os intolerantes à lactose (YEO e LIONG, 2010). É fonte de fitoesteróis na forma de isoflavonas, compostos fenólicos que pertence os fitoestrogênios (ZAKIR E FREITAS, 2015).

Contém compostos bioativos que reduzem doenças crônicas, é fonte de minerais como ferro, potássio, magnésio, zinco, cobre, fósforo e manganês, vitaminas do complexo B, ácidos graxos e fitoquímicos. Os ácidos graxos poli-insaturados (PUFA's) presentes na soja representam um dos fatores responsáveis pelo surgimento de compostos carboxílicos que causam sabores desagradáveis nos grãos (BOATTO *et al*, 2010). É cultivada no Brasil desde 1914, sendo um dos produtos agrícolas mais comercializados no mundo, com estudos na tecnologia de produção, sua aplicação na indústria e na fabricação de diferentes produtos alimentícios (ZAKIR e FREITAS, 2015).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, superado apenas dos EUA. Na safra 2016/2017, a cultura ocupou uma área de 33,890 milhões de hectares, o que totalizou

uma produção de 113,923 milhões de toneladas. A produtividade média da soja brasileira foi de 3.362 kg por hectare (EMBRAPA, 2015/2016).

A soja é pouco utilizada na dieta do brasileiro, pois apresenta um sabor e odor muito característico, denominado “*beany flavor*” que desagrade o paladar ocidental. Este sabor é decorrente de diversos compostos orgânicos presentes nos grãos e das interações com as isoenzimas lipoxigenases.

As agliconas são formas de isoflavonas com grande capacidade de absorção pelo organismo humano no trato gastrointestinal e tem um poder terapêutico substancial frente às formas conjugadas (NEMITZ *et al*, 2016). Aproximadamente 80-95% das isoflavonas em soja crua e não fermentada existe como formas de conjugados glicosídicos, as quais são bem menos biotivas e não biodisponíveis (YEO e LIONG, 2010). Além da soja, as isoflavonas estão presentes no amendoim, grão de bico, alfafa, feijão fava e kudzu (NEMITZ *et al*, 2016).

A soja apresenta 40% de proteínas de alta qualidade, de custo razoável e 20% de lipídeos ricos em ácidos graxos poliinsaturados, sendo considerada um alimento funcional (FELBERG *et al*, 2004). Este grão teve comprovação de diminuição do risco de doença cardíaca, fazendo com que em 1999 o FDA autorizasse a indústria de alimentos a inclusão desta alegação em rótulos (ALEJANDRO *et al*, 2011).

Os lipídeos quando hidrolisados, auxiliam na absorção de diferentes vitaminas como a vitamina A, D, E e K. A vitamina E é um tocoferol com propriedade antioxidante que combate os radicais livres, além de ser fortalecedora do sistema muscular e reprodutor. São encontradas na soja também vitaminas hidrossolúveis como a tiamina (B1), riboflavina (B2), Niacina (B3), Piroxidina (B6) e ácido fólico. Estas desempenham várias funções em nosso organismo tais como: melhoram a circulação sanguínea, favorecem a metabolismo de proteína, carboidratos e gorduras, atuam no sistema nervoso, auxiliam na redução de colesterol e de algumas funções cerebrais (ZAKIR e FREITAS, 2015). Na tabela 1 é apresentada a composição química da soja. A soja possui fibras, isoflavonas e oligossacarídeos com potencial prebiótico tais como rafinose e estaquiose (HAULY *et al*, 2005).

Tabela 1: Composição química da soja (em 100g)

| Parâmetro | Valores | VDR (%) |
|-------------------------------------|-------------|-----------|
| Energia (kcal) | 417 | 21 |
| Umidade (g) | 11 | - |
| Proteínas (g) | 38.0 | 51 |
| Lipídios (g) | 19 | 35 |
| Carboidratos (açúcares e fibras)(g) | 23 | 8 |
| Cinzas (g) | 5 | - |
| Ca (mg) | 240 | 24 |
| P (mg) | 580 | 83 |
| Fe (mg) | 9,4 | 14 |
| Na (mg) | 1 | 0 |
| K (mg) | 1900 | - |
| Mg (mg) | 220 | 85 |
| Zn (µg) | 3200 | 46 |
| Cu (µg) | 980 | 11 |
| Vit A (µg) | 12 | 2 |
| Vit E (mg) | 1,8 | 18 |
| Vit B1 (mg) | 0,83 | 69 |
| Vit B2 (mg) | 0,3 | 23 |
| Niacina (mg) | 2,2 | 14 |
| Fibras solúveis (g) | 1,8 | - |
| Fibras não solúveis (g) | 15,3 | - |
| Totais | 17,1 | 68 |

Fonte: EMBRAPA, 2015;

** VDR calculado de acordo com o regulamento técnico sobre ingestão diária recomendada (IDR) de proteínas, vitaminas e minerais.

RDC n. 269, 22 de setembro de 2005. Ministério da Saúde, BRASIL.

2.2. COMPOSTOS BIOATIVOS DA SOJA

As isoflavonas são uma classe de fitoestrógenos, que tem sido consideradas importantes não só por contribuírem no desenvolvimento de produtos alimentícios com alegação de saúde, como suplementos dietéticos para reposição hormonal, mas também por participarem da formulação de ingredientes ativos em cosméticos (NEMITZ *et al*, 2016). A figura 1 apresenta as classes mais comuns de fitoestrógenos.

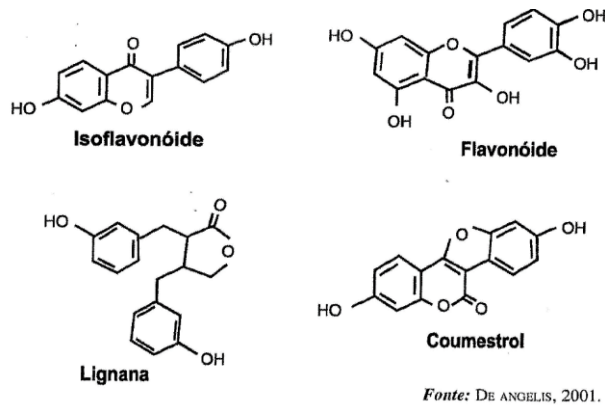


Figura 1: Classes comuns de fitoestrógenos (PIMENTEL et al, 2005)

As isoflavonas pertencem ao grupo dos polifenóis, conhecidos pela sua atividade estrogênica. Compreendem as agliconas: daidzeína, genisteína e gliciteína (figura 2), e o grupo de β -glicosídeos, além dos conjugados malonil-glicosídeos e acetil-glicosídeos. A genética e a temperatura climática durante o desenvolvimento do grão são fatores que podem influenciar na concentração de isoflavonas (GÓES- FAVONI *et al*, 2004). São fitoestrogênios não esteróis e por serem moléculas com efeitos parecidos com o estrogênio, protegem contra doenças após o período da menopausa, quando ocorre a perda da proteção hormonal (YEO e LIONG, 2010).

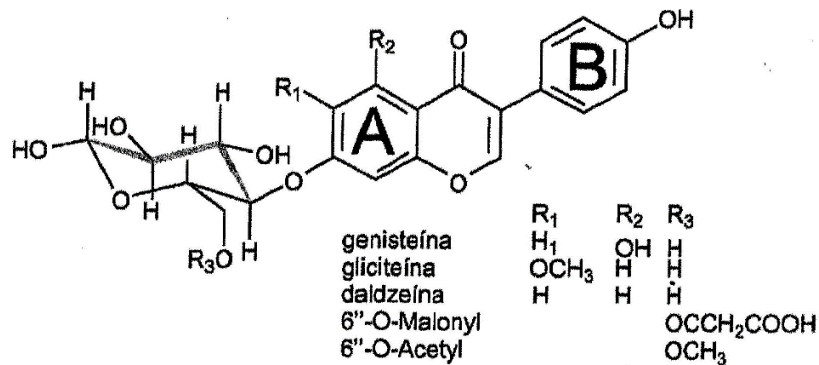
A genisteína e a daidzeína apresentam atividade antioxidante, propriedade anticancerígena, além de apresentar redução de riscos para doenças cardiovasculares devido a mecanismos como redução nos níveis de colesterol total através do aumento na atividade dos receptores das lipoproteínas de baixa densidade. Em conjunto com a gliciteína, são as principais isoflavonas do grão (ZAKIR e FREITAS, 2015).



Figura 2: Estrutura química das principais isoflavonas da soja (forma ativa) (PIMENTEL *et al*, 2005)

As isoflavonas atuam na prevenção de perda da massa óssea e, combinadas aos frutooligossacarídeos (FOS), podem promover uma melhoria no metabolismo ósseo. Estudo de Tokunaga (2004) mostra que o FOS previnem a pós-ovariectomia e a perda óssea em ratos. Quase todas as isoflavonas dos alimentos existem na forma glicosilada, sendo

necessária a hidrólise para a absorção intestinal e obtenção de efeitos fisiológicos (TOKUNAGA, 2004). A estrutura química da isoflavona está representada na Figura 3.



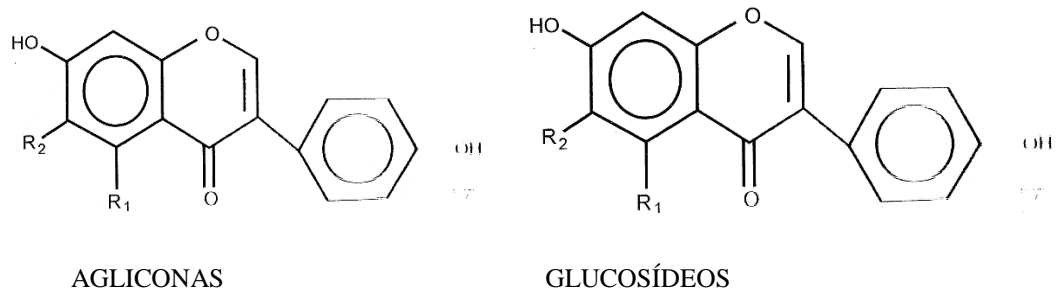
Fonte: WILDMAN, 2001.

Figura 3: Estrutura química da isoflavona (PIMENTEL *et al*, 2005)

2.3. SOJA E SEUS BENEFÍCIOS À SAÚDE

Nos últimos anos, os benefícios potenciais da soja, na prevenção de doenças, têm sido atribuídos à presença de isoflavonas que ocorrem naturalmente na soja (YEO E LIONG, 2010).

As proteínas de soja reduzem as concentrações sanguíneas de lipoproteínas de baixa densidade e colesterol, sendo relatada uma redução das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) em 4,3%. O fato da soja ser rica em fibras e possuir um alto teor de ácidos graxos polinsaturados faz com que ela auxilie no processo de redução do LDL, e conseqüentemente, na prevenção de doenças cardíacas, com um mecanismo semelhante ao efeito da fibra solúvel (MESSINA *et al*, 2014). A soja contém 12 isômeros de isoflavonas diferentes, demonstrado na Figura 4. (MESSINA *et al*, 2014).



| R1 | R2 | COMPOSTO | PESO MOLECULAR |
|----|------------------|------------|----------------|
| H | H | DAIDZEÍNA | 254 |
| OH | H | GENESTEÍNA | 270 |
| H | OCH ₃ | GLICETEÍNA | 286 |

| R3 | R4 | R6 | COMPOSTO |
|----|------------------|------------------------|-------------------|
| H | H | H | DAIDZEÍNA |
| CH | H | H | GENESTEÍNA |
| H | OCH ₃ | H | GLICETEÍNA |
| H | H | COCH ₃ | ACETILDAIDZEÍNA |
| OH | H | COCH ₃ | ACETILGENESTEÍNA |
| H | OCH ₃ | COCH ₃ | ACETILGLICETEÍNA |
| H | H | COCH ₂ COOH | MALONILDAIDZEÍNA |
| OH | H | COCH ₂ COOH | MALONILGENESTEÍNA |
| H | OCH ₃ | COCH ₂ COOH | MALONILGLICETEÍNA |

Figura 4: Isômeros das isoflavonas da soja (PIMENTEL et al, 2005)

As proteínas e os peptídeos são os responsáveis pela maioria das atividades das funções biológicas, funcionais das sementes de leguminosas (MESA *et al*, 2008). Na Figura 4 é apresentada as semelhanças químicas entre o estrogênio e a isoflavona.

A genisteína previne a perda óssea sem ter os efeitos colaterais do estrogênio, como tem sido mostrado em pesquisas para avaliar o peso uterino em ratos (HOOWHMAND *et al*, 2010).

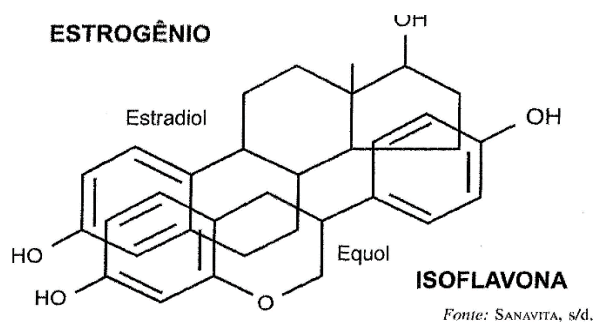


Figura 5: Semelhanças químicas entre as estruturas do estrogênio e isoflavona (PIMENTEL *et al*, 2005)

A associação de frutooligossacarídeos (FOS) à genisteína pode aumentar a conversão da genisteína para s-hidroxil—quol, o qual potencialmente melhora o efeito da genisteína na proteção óssea. Estudos mostram que a adição de açúcares indigeríveis tais como o FOS na

dieta na proporção de 2%, associadas às isoflavonas, causam efeitos protetores no esqueleto. Os prebióticos afetam a biodisponibilidade do fitoestrogênio, melhorando sua absorção (HOOSHMAND *et al*, 2010).

Propriedades antioxidantes da soja têm sido associadas à sua fração proteica e às suas interações com as isoflavonas, especialmente a fração 11S ou glicina, tem sido reportadas como precursoras de peptídeos antioxidantes. Estas propriedades tem sido obtidas de alimentos de soja fermentados e frações de proteínas de soja (MESA *et al*, 2008).

Há estudos onde observa-se que a absorção de isoflavonas na infância (5-11anos) torna mais eficaz a proteção ao câncer de mama do que a absorção pós-menopausa (MESSINA *et al*, 2014).

O uso das isoflavonas podem representar um tratamento alternativo aos hormônios, já que os mesmos aumentam a proliferação das células mamárias de 4 a 10 vezes mais que as isoflavonas (MESSINA *et al*, 2014).

A *Food and Drug Administration* (FDA) dos EUA, defende um consumo diário de 30 a 60 mg de isoflavonas, que corresponde a um consumo de 7,5 a 15 g de proteína de soja (MESSINA *et al*, 2014) tanto para mulheres como para os homens (ZAKIR e FREITAS, 2015).

Há divergências entre o uso do grão de soja nas dietas orientais e ocidentais. Para os orientais, a soja é um complemento de dietas ricas em vegetais e peixes, são consumidos como produtos fermentados e o tofu está em presente todas as refeições. Já na dieta ocidental, são consumidos produtos de segunda geração da soja, ou seja, produtos processados e aliados a uma dieta rica em carnes (ZAKIR e FREITAS, 2015).

Em dietas asiáticas, muito ricas em soja, com o consumo cerca de 20 a 50 vezes maior que na dieta ocidental, há uma diminuição na incidência de certos tipos de câncer (mama, cólon, próstata e útero) bem como na redução dos níveis de colesterol total (9%), colesterol de baixa densidade LDL (13%) e triglicerídeos (11%). Estes efeitos anticancerígenos relacionados principalmente com as genisteína e com a daidzeína não estão bem elucidados, mas suspeita-se que os efeitos estejam relacionados à inibição de enzimas participantes dos processos de proliferação celular (ZAKIR e FREITAS, 2015). Há estudos que indicam que a genisteína, a maior isoflavona da soja, que tem efeitos protetores sobre os ossos, é uma glicona que estruturalmente se assemelha a 17 β -estradiol e um natural receptor seletivo modular do estrôgeno.

Por outro lado, estudos recentes têm associado o excesso do consumo das isoflavonas a alguns malefícios à saúde, como redução da contagem de espermatozoides e abortos

espontâneos. Mas como explicar a dieta dos asiáticos que consomem muita soja e ainda sim tem uma taxa normal de nascimentos. A explicação seria de que estes produtos da primeira geração, os quais são os mais consumidos pelos orientais, tem como base os grãos de soja, permanecendo de molho por diversas horas, passam por processo de enxague e são a maioria das vezes fermentados, limitando as quantidades de isoflavonas nos mesmos. Essas técnicas são utilizadas há séculos para os produtos orientais

Há muitas pesquisas a respeito da genisteína e da daidzeína quanto a seus efeitos benéficos e também os deletérios, que foram relatados pela primeira vez em 1946 por Benetts que observou metabólitos de isoflavonas em urina de ovelhas na nova Zelândia, as quais sofriam da doença do trevo, uma síndrome que causa infertilidade. Posteriormente em 1982, estes metabólitos foram encontrados em urina humana, e despertou novamente nos cientistas a necessidade de investigação quanto as causas deste processo. Há estudos de países industrializados que relatam infertilidade em seres humanos e também em bovinos com dieta à base de soja. Acredita-se que o fato dos produtos orientais serem preparados de forma muito diversa dos novos produtos possa interferir diretamente na quantidade de isoflavonas ingerida (LOPEZ-FERNANDEZ et al, 2016).

O fitato, presente nas leguminosas, é um antinutriente que reduz a biodisponibilidade dos minerais em humanos. No entanto, alguns estudos sugerem que o fitato tem ação anticarcinogênica para alguns tipos de cânceres, possui atividade antioxidante, além de ser um potencial inibidor de formação de cristais nos rins. A maioria dos fitatos é proveniente da dieta, embora haja sintetização endógena (AL-WAHSY et al, 2005).

Alimentos à base de soja possuem relativamente altas concentrações de oxalato, que pode ser um risco potencial para o desenvolvimento de pedras nos rins de indivíduos que consumirem estes produtos. A *American Dietetic Association* não recomenda que o oxalato exceda a 10 mg para indivíduos com histórico de pedras nos rins (AL-WAHSY et al, 2005).

2.4. DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS À BASE DE SOJA

Os consumidores são estimulados cada vez mais a buscar por produtos naturais e saudáveis. O foco da indústria são produtos de preparo rápido e prontos para consumo (“*read-to-eat*”). Embora o corpo humano necessite de vários macronutrientes e micronutrientes para preservar a sua integridade, muitas pessoas comem e bebem o que gostam conferindo ao sabor a responsabilidade sobre a escolha e o consumo de alimentos. Há muitos alimentos funcionais

em estudo, como a soja, o tomate, a linhaça, as crucíferas (brócolis, couve de Bruxelas, repolho), alho, cebola, frutas cítricas, chá verde, uva, vinho tinto e aveia (CASÉ *et al*, 2005).

Em todo o mundo, há produtos que tem soja em suas formulações (VANDERPLAST *et al*, 2014). Diversas matérias-primas derivadas da soja são produzidas industrialmente para serem incorporadas a novos produtos, como a farinha de soja, extratos hidrossolúveis e proteínas texturizadas.

Nos EUA, estima-se que 60% dos alimentos processados tenham alguma matéria-prima extraída do grão de soja. Este fenômeno também se estendeu ao Brasil onde há um aumento progressivo do uso de soja em novos alimentos, baseados em pesquisas relacionadas ao tema, e também como estratégia de marketing focada na preocupação com a saúde e o bem estar (ZAKIR e FREITAS, 2015). As proteínas da soja são utilizadas na alimentação humana em muitos produtos, desde a alimentação infantil, farinha, proteína isolada e concentrada, além de fibras texturizadas, como componente de várias formulações desde queijos e bebidas (QINGHUI *et al*, 2013). As fórmulas infantis, com base de soja, tem seu primeiro relato na literatura em 1909, nos EUA sendo opção a crianças com histórico de intolerância à galactose, diarreia pós infecções ou alergia à proteína do leite de vaca (VANDERPLAST *et al*, 2014).

Tem sido muito utilizada como ingrediente funcional em muitos alimentos processados devido a sua habilidade para formar gel com alto valor nutricional, sensorial e qualidade fisiológica (MESA *et al*, 2008). No entanto, efeitos decorrentes do processamento assim como os atributos sensoriais que interferem na qualidade do produto final devem ser considerados (CASÉ *et al*, 2015).

O cozimento, que é uma etapa dentro do processamento, pode interferir no teor de oxalato em alimentos. A quantidade de oxalato retido dependerá do conteúdo de oxalato das cultivares de grãos de soja usados e do processo tecnológico empregado (AL-WAHSI *et al*, 2005).

Na Ásia, preparações tradicionais de soja tem como base os produtos fermentados à base de soja, sendo o seu extrato rico em isoflavonas considerado de consumo ocasional. Todos os alimentos sólidos tradicionais têm várias etapas de lavagem, cozimento, longas fervuras de até 4 horas e com isso há uma sensível redução das isoflavonas, principalmente as glicosiladas. Com o advento dos processos industriais, houve uma busca por reduzir custos com energia, água e tempo de processo (LOPEZ-FERNANDEZ *et al*, 2016).

A temperatura de tratamento dos subprodutos do grão vai determinar a presença e a concentração das isoflavonas nos produtos de soja (GÓES-FAVONI *et al*, 2004). Proteínas de

soja e FOS podem reagir sobre condições de aquecimento formando novos produtos com diferentes propriedades biológicas. É possível que durante o tratamento térmico os FOS possam sofrer parcial ou total degradação para frutose ou formação de outros compostos como produtos de caramelização, possuindo novas propriedades biológicas. A associação das proteínas da soja, com sua capacidade de formação de géis de alta capacidade nutricional e fisiológica, e das propriedades probióticas dos FOS formam um composto bem sucedido, mantendo suas características mesmo quando submetidas a processos industriais. Tokunaga (2004) sugere que os FOS aumentam a biodisponibilidade das isoflavonas.

As frações das proteínas de soja têm um potencial antioxidante, que é objeto de vários estudos e a sequência de aminoácidos são determinantes neste aspecto (MESA *et al*, 2008).

Um produto de soja que teve um aumento no consumo é o extrato hidrossolúvel, substituindo o leite de vaca, enriquecido com cálcio, vitaminas e minerais e saborizado para melhor aceitação pelo paladar dos consumidores (ZAKIR e FREITAS, 2015).

Os alimentos que tem como base a soja, tem uma resistência por parte dos consumidores devido ao seu sabor residual (MUNHOZ *et al*, 2010), mas o apelo de saudabilidade tem aumentado a busca por estes produtos. A farinha de soja está sendo usada para substituir a farinha de trigo em massas sem glúten (ZAKIR E FREITAS, 2015). Parte da aceitabilidade destes produtos está ligada à quantidade de oligossacarídeos presentes nestes alimentos com base de soja, já que dependendo do teor de rafinose e estaquiose que podem causar flatulências nos consumidores.

A fermentação de produtos à base de soja com microrganismos que produzem α -galactosidase tem sido uma alternativa para minimizar o conteúdo de flatulência causada pelos oligossacarídeos presentes (QINGHUI *et al*, 2013).

No Brasil, a difusão de alimentos de soja não se deu através dos alimentos tradicionais asiáticos como o tofu e o missô por exemplo, mas sim, principalmente, como alternativas a intolerantes à lactose ou alérgicos a proteínas do leite, sendo considerados, portanto produtos de segunda geração com apelo de sabor ocidental. O fato de ser um alimento funcional aumentou o uso desta leguminosa na dieta dos brasileiros (ALEJANDRO *et al*, 2011).

Produtos fermentados têm em média, duas a três vezes menos isoflavonas que produtos de soja não fermentados, entretanto o tipo de isoflavonas difere, sendo agliconas em produtos fermentados e β -glicosídeos em não fermentados. Em alimentos com soja, houve um aumento significativo na procura por bebidas à base de soja, com um crescimento de 30%, o que leva a crer que o consumidor tem uma percepção favorável destes produtos (CAMPOS *et al*, 2009).

Através do documento “*Food Trends Brasil 2020*”, uma pesquisa nacional conduzida pela FIESP e o IBOPE, foi caracterizado o perfil do consumidor brasileiro. De acordo com estes dados, conveniência e praticidade foram os itens de maior interesse do consumidor, com 33%; os itens saboroso e confiável ficaram com 23% enquanto que os itens saudabilidade, bem-estar, ética, benefício a saúde, ficaram com 21%. O estudo indica que 69% dos consumidores lêem os rótulos; destes, 52% tem uma ideia do conceito de alimentos enriquecidos e 30% do conceito de alimentos funcionais.

As propriedades tecnológicas das proteínas de soja são usadas em vários alimentos, não necessariamente com o intuito de usar o apelo da funcionalidade do grão (ALEJANDRO *et al*, 2011). No Brasil, aproximadamente 70% do farelo de soja produzido é exportado e quase a totalidade do 30% restantes é destinada a ração animal. Uma pequena parte é utilizado como matéria prima para a indústria na forma de concentrados e isolados proteicos, o uso para a produção de alimento ainda é muito limitado. (GÓES – FAVONI *et al*, 2004).

Há vários estudos com o uso da soja em diversos alimentos, como bebidas à base de extrato de soja saborizadas e bebidas fermentadas (MUNHOZ *et al*, 2010). No entanto, a substituição aos produtos do leite é muito interessante, mas o extrato de soja é pobre em cálcio (LIMA E CARDOSO, 2012).

Há uma predominância de isoflavonas na forma glicosilada na soja e a atividade das β -glicosidases endógenas durante a extração aquosa para isolados conduz à hidrólise de β -glicosídeos para agliconas. A potencialidade da capacidade antioxidante das isoflavonas está associada com o número de grupos hidroxila no núcleo das isoflavonas. Na maioria dos produtos formulados com soja, há uma distribuição de isoflavonas na proporção de genisteína, daidzeína e gliceteína (3:2:1) de forma que no processamento somente há alteração nas taxas de isoflavonas glicosiladas (ALEJANDRO *et al*, 2011).

Há uma certa preocupação de que as crianças façam uso de alimentos com soja em decorrência da presença dos fitoesteróis. Atualmente, novas formulações suplementadas com minerais tem mostrado que existe crescimento padrão, níveis de cálcio, conteúdo minerais nos ossos, fatores imunes similares a qualquer tipo de alimentação. Quanto ao desenvolvimento neurológico, há pouco estudos, e nestes, não há relatos entre diferenças entre coeficiente de inteligência problemas comportamentais e de aprendizado em crianças alimentadas com leite de vaca quando comparado com o extrato hidrossolúvel de soja. No entanto, há um consenso na comunidade científica que ainda mais pesquisas sobre o assunto, devem ser conduzidas. Atualmente, o FDA considera como seguro o uso de alimentos e formulações infantis à base de soja, e não há nenhuma comprovação de inadequação nutricional, ou de precipitação no

desenvolvimento sexual, alterações no crescimento da tireóide, na função imunológica ou neurológica (VANDERPLAST *et al*, 2014).

Os defeitos de sabor e textura atribuídos aos produtos de soja pelos consumidores refletem em descrição de sabor de feijão, amargor e adstringência; há pesquisas desenvolvendo soja com diminuição no teor de lipoxigenase e saponinas. Alguns consumidores descrevem a textura como giz, seca ou oleosa. Alterações de processo e uso de aditivos como aromatizantes para mascarar o sabor também tem sido reportados (ARANCIBIA *et al*, 2015).

Há estudos recentes que buscam produção de um tipo de “manteiga de soja”, e tem sido avaliado como o processamento pode atuar na melhoria das características sensoriais. O processamento de soja com uso de cocção melhora a textura, o sabor, as características de qualidade nutricional. Os esforços têm sido direcionados para usar alguns tratamentos tecnológicos para melhorar o valor nutritivo ou as qualidades sensoriais dos produtos de soja. Processos de germinação da semente para evitar a formação de compostos voláteis, melhorando o sabor, estudos sobre alterações metabólicas que resultam a qualidade nutricional de legumes e redução dos fatores antinutricionais, como inibidor de tripsina e de ácido fítico (HAYAT *et al*. 2016).

A indústria de alimentos tem explorado o uso de fibras dietéticas como as de aveia, abacate, inulina, oligofrutose, lactulose e outras para desenvolver produtos semelhantes como biscoitos, fórmulas infantis, barras de cereais, iogurtes e sobremesas congeladas com apelo de saudabilidade. Buscam-se alimentos com propriedades de melhora da constipação, da composição da flora intestinal, da diminuição dos níveis de triglicerídeos e níveis de colesterol no sangue, prevenindo alguns tipos de cânceres (GRANATO *et al*, 2010).

A textura e a espalhabilidade de pastas vegetais base de soja têm sido estudadas comparando as com pastas lácteas e, principalmente, com queijos processados. Estas pastas vegetais apresentam em sua formulação tofu, óleos vegetais, espessantes como carragena, pectina, maltodextrina, buscando imitar a textura lisa e uniforme de “cream cheese” de base láctea, e eliminar ou minimizar a textura granulada conferida pelos grãos de soja (QINGHUI *et al*, 2013).

2.4.1 ASPECTOS REGULATÓRIOS DE ALIMENTOS NO BRASIL

2.4.1.1 ALIMENTOS COM ALEGAÇÃO FUNCIONAL

No Brasil, há algumas legislações relacionadas com o tema alimentos funcionais. Dentre elas, podemos destacar a portaria n.º 398 de 30/04/1999 que estabelece as diretrizes básicas para a análise e a comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. A mesma define que a alegação de propriedade funcional “é aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no seu crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano”. “A alegação de propriedade de saúde é aquela que afirma, sugere ou implica a existência de relação entre o alimento ou ingrediente com doença ou condição relacionada à saúde (RESOLUÇÃO 18, BRASIL, 1999). Segundo a mesma legislação, há permissão para algumas alegações de funções e /ou conteúdo para nutrientes e não nutrientes de alimentos e ingredientes para consumo humano já reconhecidas pela comunidade científica que podem estar presentes na rotulagem de um produto sem a necessidade de apresentação de testes específicos (BRASIL, 1999).

A resolução RDC n.º 54/ 2012 regula sobre informação nutricional complementar (INC) sobre produtos embalados com exceção de alimentos com regulamentos técnicos específicos. A INC “é qualquer representação que afirme, sugira ou implique que um alimento possui propriedades nutricionais, particulares, especialmente, mas não somente, em relação ao seu valor energético e/ou ao seu conteúdo de proteínas, gorduras, carboidratos e fibra alimentar, assim como ao seu conteúdo de vitaminas e minerais.” Estas declarações de propriedades nutricionais podem ser de dois tipos: descrevendo a quantidade de um ou mais nutrientes e/ou valor energético que o alimento contém, ou declarando propriedades comparativas dos nutrientes e/ou valor energético, que seria o objeto da alegação sempre com um alimento de referência, utilizando os termos aumentado ou reduzido para a denominação. No caso da declaração de propriedades relativas ao alimento os atributos a serem utilizados poderão ser: baixo, não contém, alto, fonte, muito baixo e sem adição. Dependendo do nutriente há premissas a serem cumpridas quanto no conteúdo absoluto quanto no conteúdo comparativo (BRASIL,2012).

“Alegação de propriedade funcional é aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano” e a Alegação de Propriedade de Saúde é aquela que afirma, sugere ou implica a existência de relação entre o alimento ou ingrediente com doença ou condição relacionada à saúde” (BRASIL, 1999).

A Resolução RDC número n.º 278/2005 da Anvisa em seu anexo, estipula que os apelos aprovados devem promover a alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis".

Assim como há apelos já aprovados para o consumo de soja “O consumo diário de no mínimo 25 g de proteína de soja pode ajudar a reduzir o colesterol. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis” (BRASIL, 2005).

2.4.1.2 ALIMENTOS ENRIQUECIDOS COM NUTRIENTES

A Portaria nº 31 de 13 de janeiro de 1988 estabelece o Regulamento Técnico referente a Alimentos Enriquecidos com Nutrientes. Segundo o regulamento, alimento enriquecido com nutrientes é todo o alimento ao qual for adicionado um ou mais nutrientes essenciais contidos naturalmente ou não no alimento, com o objetivo de reforçar o seu valor nutritivo e ou prevenir ou corrigir deficiência (s) demonstrada (s) em um ou mais nutrientes, na alimentação da população ou em grupos específicos da mesma”. O nutriente essencial é considerado toda a substância utilizada para o crescimento, desenvolvimento e manutenção da saúde e que não é sintetizada pelo organismo ou é sintetizada em quantidade insuficiente” (BRASIL, 1988). Dentre os nutrientes, os minerais, as vitaminas e os aminoácidos essenciais e não essenciais podem ser utilizados.

Há critérios para a adição de nutrientes essenciais sendo que “ o nutriente deve estar presente e em quantidade suficiente” (BRASIL, 1998).

“Para Alimentos Enriquecidos ou Fortificados é permitido o enriquecimento ou fortificação desde que 100mL ou 100 g do produto, pronto para consumo, forneçam no mínimo 15% da IDR de referência, no caso de líquidos e 30% da IDR de referência no caso de sólidos. Esses alimentos, de acordo com o Regulamento Técnico de Informação Nutricional Complementar poderão ter o “apelô”: Alto teor ou Rico” (BRASIL, 1988). O Regulamento Técnico, sobre a ingestão diária recomendada de proteína, vitaminas e minerais, determina os valores constantes das tabelas de IDR para adultos, lactentes e crianças, gestantes e lactantes sendo regulamentada pela RDC 269 de 22 de setembro de 2005. Para adultos a ingestão diária recomendada de Cálcio é de 1000 mg, segundo a FAO/OMS (BRASIL, 2005).

2.4.2 INGREDIENTES UTILIZADOS PARA A PRODUÇÃO DE PASTA DE SOJA

Não há Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) para pastas de soja. Há uma Resolução (BRASIL, RDC 268 de 22 de setembro de 2005), direcionada a alimentos com soja, é proveniente

A formulação da pasta de soja utilizou como ingredientes: grãos de soja, extrato de soja em pó, óleo de soja, água, sal, fécula de mandioca como agente de corpo, estabilizante lecitina de soja, acidulante ácido láctico, agente umectante lactato de sódio, e conservador fúngico sorbato de potássio, espessante goma xantana, para saborização do produto utilizou-se tomate seco (conserva em óleo).

Extrato de soja é o produto obtido a partir da emulsão aquosa resultante da hidratação dos grãos de soja, convenientemente limpos, seguido de processamento tecnológico adequado, adicionado ou não de ingredientes opcionais permitidos, podendo ser submetido à desidratação total ou parcial (1978), sendo que o extrato líquido deve apresentar 3 % de proteína no mínimo e o extrato em pó, 40 % (BRASIL, 2005).

O extrato é um excelente veículo para as bifidobactérias, já que as proteínas poderão proteger os microorganismos da ação de sais biliares, favorecendo a colonização intestinal (HAULY *et al*, 2005).

A lecitina de soja é uma matéria prima largamente utilizada na indústria e possui valor comercial, principalmente utilizada como emulsificante. Tem propriedades benéficas auxiliando na manutenção de células nervosas e hipercolesterolemia, (ZAKIR E FREITAS, 2015).

O ácido láctico é um ácido carbônico (ácido 2-hidroxiopropanóico) com aplicações em vários segmentos industriais, e na produção de alimentos ele é utilizado como acidulante, emulsificante, aromatizante e flavorizante. Os melhores processos para obtenção de ácido láctico são por via fermentativa principalmente de bactérias, mas também fungos e leveduras. Vários subprodutos da agroindústria como o bagaço, melado, caldo de cana e soro de queijo entre outras, são utilizados como substratos. Inibe a esporulação de bactérias em alimentos processados (COELHO, 2011).

A goma xantana é um polímero aniônico resultante s secreção exocelular da bactéria *Xanthomonas campestris*, quando em solução apresenta-se propriedades espessantes e estabilizantes com um comportamento pseudoplástico muito estável em larga faixa de pH, pK e temperatura (TONELLI *et al*, 2005). Polissacarídeos como a goma xantana são cruciais para o desenvolvimento de uma textura cremosa, especialmente em alimentos com baixo teor de gordura (ZULKURNAIN *et al*, 2008).

A fécula de mandioca, extraída da mandioca, é uma matéria prima abundante no Brasil, também conhecida como polvilho doce ou goma. É um pó fino branco, sem odor e

sem sabor. É um polissacarídeo, pertencente aos carboidratos constituídos de cadeias lineares (amiloses -18 %) e cadeias ramificadas (amilopectinas 82%) (VIEIRA *et al*, 2010). É uma fonte barata de calorias, que tem que deve ser processada devido a sua alta velocidade de deterioração, tem uma vida após a colheita de 24-48 horas (RASAQ *et al*, 2011). O uso de pastas a base de fécula, são de fácil extração, clareza da pasta, sabor neutro, força adesiva, tamanho dos grânulos influenciam a absorção de água (EKE *et al*, 2008).

O amido é um polímero solúvel que pode fornecer dispersões viscosas, soluções ou géis, dependendo das condições de concentração e temperatura. Misturas de amido hidrocolóide é que eles mostram uma gama de propriedades reológicas que são úteis em várias aplicações em alimentos. (TONELLI *et al*, 2005).

2.4.3 ADIÇÃO DE CÁLCIO

Os minerais são micronutrientes essenciais envolvidos em muitas reações, as quais realizam funções de síntese de macronutrientes e processos fisiológicos no organismo humano. A absorção do mineral é dependente não somente do conteúdo mineral e da forma química, mas também da composição dos alimentos, dos fatores fisiológicos, individuais e interações entre os elementos, ou seja, a absorção dependerá de sua biodisponibilidade (GALAN E DRAGO, 2014).

“Considera-se alimento fortificado/enriquecido ou simplesmente adicionado de nutrientes todo o alimento ao qual for adicionado um ou mais nutrientes essenciais contidos naturalmente ou não no alimento, com o objetivo de reforçar o seu valor nutricional e ou prevenir ou corrigir deficiências em um ou mais nutrientes na alimentação da população ou em grupos específicos da mesma” (BRASIL, 1999).

Segundo a Resolução nº 19 de 30 de abril de 1999, a alegação de propriedade funcional “ é aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano”.

O cálcio é um mineral essencial para o crescimento ósseo e saúde dos dentes, além de desempenhar papel importante na contração muscular e coagulação sanguínea (PATHOMRUNGSIYOUNGGUL *et al*, 2009). Além de constituir o esqueleto humano, há várias funções celulares onde o cálcio é estritamente necessário, exercendo a função de segundo mensageiro, mesmo em células não excitáveis (HELOU,1996).

Estudos mostram que mesmo com a dieta rica em produtos lácteos, a ingestão de cálcio é deficiente nos EUA e a fortificação vem sendo aplicada por parte das indústrias de alimentos,

uma vez que é importante garantir as quantidades de cálcio dos grupos de “veganos” e intolerantes ao leite de vaca. O extrato de soja nativo contém por volta de 10 mg de Ca/porção; hoje no mercado há extratos de soja com faixa de 80 a 500 mg/dose (HEANEY *et al*, 1999).

A deficiência de cálcio pode acarretar além da perda em massa óssea, problemas como câimbras e irritabilidade por ser um mineral envolvido em processos de transmissão nervosa e na regulação dos batimentos cardíacos (CASÉ *et al*, 2005).

Diversos fatores podem afetar a disponibilidade do cálcio, como alimentos que possam interferir na absorção do mineral, fatores intestinais e tratamentos térmicos já aplicados aos produtos fortificados. Um dos critérios de fortificação de alimentos é de que o mineral utilizado resulte em uma boa disponibilidade do elemento para o consumidor (CASÉ *et al*, 2005). Os alimentos podem conter promotores ou inibidores de absorção de minerais.

Os fitatos e os polifenóis são potenciais inibidores de ferro, zinco e prejudicam a absorção de cálcio (MÁRQUEZ *et al*, 2015). O fitato costuma ser estável ao calor; no entanto alguns estudos que avaliaram a qualidade de feijões, encontraram correlação entre o teor de fitatos e o tempo de cozimento. Os feijões mais cozidos possuíam um teor menor de fitatos (SILVA & SILVA, 1999).

De acordo com Hooshmand e colaboradores (2010), o FOS aumenta a absorção de cálcio em estudos clínicos realizados com humanos. Além de funcionar como micronutriente na dieta, o cálcio apresenta outras funções tecnológicas em produtos à base de soja. Para a fabricação do tofu, a adição do mineral é utilizada para coagular as proteínas da soja devido a sua propriedade de precipitação; em outros produtos como é o caso das bebidas, é importante para manter as proteínas em solução. Solubilidade e agregação são determinadas pelas propriedades funcionais de proteínas e muito sensíveis à desnaturação com adição de íon.

A diminuição da solubilidade implica, grandemente, na aplicação prática e comercial da proteína isolada de soja na indústria de alimentos (AÑÓN *et al*, 2012).

No caso de alimentos à base de vegetais, o enriquecimento com cálcio tem sua disponibilidade afetada por fitatos e oxalatos (CASÉ *et al*, 2005). A dificuldade de adicionar cálcio ao extrato de soja, advém do fato da proteína de soja e dos fosfolipídeos serem altamente sensíveis aos íons divalentes. As formulações de extrato e de bebidas de soja estáveis ao calor, incluem a adição de sais insolúveis de cálcio pela adição de sal orgânico e a encapsulação do íon divalente com sistema de membranas (MÁRQUEZ *et al*, 2015). A limitação da fortificação pelo cátion cálcio em produtos à base de soja se deve à afinidade do

mesmo com proteínas e com fosfolípidos da soja, desestabilizando o sistema e produzindo agregados (MÁRQUES e WAGNER, 2010).

A legislação prevê uma série de propriedades de alegação funcional, que podem ser utilizadas pelas indústrias, mas o produto tem que ser registrado e atender a alguns requisitos. A quantidade de cálcio é definida pela legislação brasileira pelas portarias do Ministério da Saúde nº 31 e 27 de 13 janeiro de 1998. Para alguns tipos de ingrediente funcional não previstos na legislação há uma série de comprovações científicas antes do produto ser comercializado (BRASIL, 1999).

Segundo a legislação brasileira, o nutriente deve estar presente em uma quantidade que não exceda a ingestão excessiva ou que seja nula, considerando as necessidades do consumidor. Interações com outros componentes tem que ser avaliados em decorrência da adição do nutriente. O nutriente ao ser adicionado tem que ser seguro, biodisponível, e as concentrações não devem atender a níveis terapêuticos. Para alimentos designados como adicionados de nutrientes, a cada 100g de produtos líquidos há a necessidade de adicionar 7,5 % da Ingestão diária recomendada, e para 100g de produtos sólidos há a necessidade de adicionar 15% da Ingestão diária recomendada. Para alimentos enriquecidos ou fortificados para 100g é necessário adicionar 30 % da Ingestão diária recomendada (BRASIL, 1999).

No caso do cálcio, a ingestão diária recomenda para adultos é de 1000mg de acordo com a RDC 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005).

A adição de cálcio em alguns produtos da soja, envolve algumas dificuldades, pois as proteínas da soja são sensíveis e ocorre a precipitação quando em contato com este mineral. O uso de agentes quelantes pode melhorar a estabilidade da proteína (UMBELINO *et al*, 2001). Altos níveis de cálcio tendem a produzir sensações arenosas no paladar e podem causar adstringência ou gosto amargo e o uso de sais inorgânicos levam a uma percepção de sabor mais suave e neutro (LIMA E CARDOSO, 2012).

O uso de sais orgânicos é mais indicado, já que a solubilidade é muito maior; há algumas substâncias utilizadas no enriquecimento de produtos à base de soja, como o lactato de cálcio, que é um sal orgânico solúvel e não precipita com o calor. Há outras substâncias também utilizadas como o carbonato de cálcio, cálcio quelado e fosfato de tricálcio (CASÉ *et al*, 2005). O lactato de cálcio pode ser usado terapeuticamente no tratamento de deficiência de cálcio, e até mesmo no tratamento de cáries dentais (COELHO, 2011).

2.4.4 ADIÇÃO DE FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS (FOS)

Segundo a FAO, “ um prebiótico é um componente não viável de um alimento que confere benefícios à saúde em associação com a microbiota hóspede”. São componentes dos alimentos que estimulam a ação bifidogênica, ou seja o crescimento e atividade de algumas bactérias benéficas presentes no intestino (HAULY *et al*, 2005). Induzem respostas imunológicas no hospedeiro e sua presença na dieta estimula o crescimento seletivo de microflora intestinal (TOKUNAGA, 2004). Prebióticos são ingredientes de alimentos não digeríveis que agem no colón como substrato para fermentação seletiva da flora (YEO AND LIONG, 2010).

Frutooligossacarídeos (FOS) é um nome utilizado para polímeros de frutose e são entendidos como oligossacarídeos, como a inulina (DOMINGUEZ *et al*, 2014). A existência de FOS de cadeia curta nos vegetais foi relatada entre os anos 50 e 60 e suas propriedades fisiológicas ficaram sem ser estudadas por um logo tempo. Na Figura 6 estão sintetizadas as principais funções fisiológicas do FOS. Nos anos 80, houve uma implantação de um novo processo tecnológico através da quebra da sacarose pela enzima frutossiltransferase do *Aspergillus niger* que propiciou uma redução de custo na produção (TOKUNAGA,2004).

Os FOS consistem de uma mistura de oligossacarídeos formada de glicose lincada com unidades de frutose por ligações glicosadas β 1,2 (MOORE *et al*, 2003). Rafinose é um α -galactosídeo que possui efeito prebiótico, não sendo digeridos pelo intestino humano (BERNAL *et al*, 2017)

No Japão, a alegação de saúde do FOS referentes à bifidogênese, alívio da constipação e melhoria das condições intestinais foi aprovada pelo FOSHU em 1993. Em 2000, o FOSHU aprovou alegações a melhoria da densidade óssea e aumento de absorção de minerais de cálcio e magnésio e melhoria da biodisponibilidade de isoflavonas. Há estudos para comprovação da alegação de FOS como um inibidor de alergias (TOKUNAGA, 2004). Uma dieta com inulina e FOS melhora a absorção de cálcio, ferro e magnésio, com indícios de efeito carcionogênico (SANCHES, 2010).

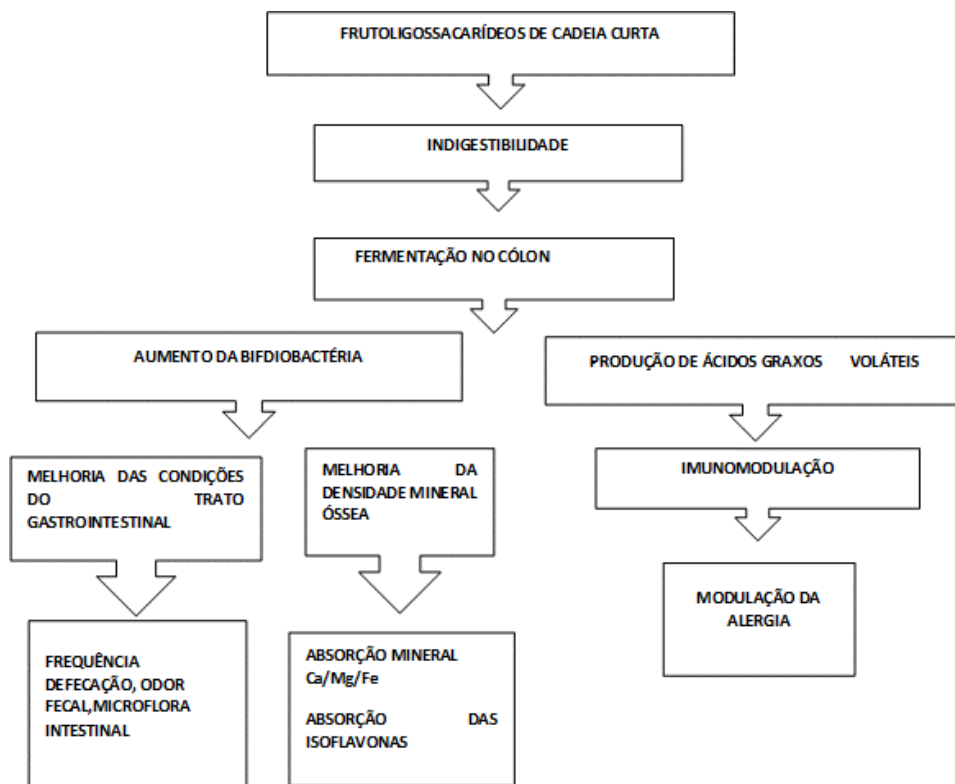


Figura 6 Revisão das funções fisiológicas do FOS e suas propriedades. Adaptado de Tokunaga (2004).

Os prebióticos abrangem os frutanos, que incluem a inulina natural, inulina hidrolisada enzimaticamente ou oligofrutose e frutooligossacarídeos sintéticos, galactoligossacarídeos sintéticos além de lactulose e isomaltoligossacarídeo (HAULY *et al*, 2005). Os FOS de cadeia curta possuem estrutura semelhante da família da sacarose, tendo propriedades físico-químicas semelhantes; no entanto as propriedades fisiológicas dos FOS são muito diferentes da sacarose (TOKUNAGA, 2004). Os FOS podem melhorar a absorção de genisteína como mostra estudos realizados com ratos (HOOSHMAND *et al*, 2010).

São substâncias de ocorrência natural, geralmente em produtos de origem vegetal (PASSOS E PARK, 2003). Estão presentes em alimentos como o trigo, a banana, aspargos e alho (MOORE *et al*, 2003) e em pequenas quantidades como um componente natural de frutas, vegetais e mel. Uma série de oligômeros de frutose, polímeros derivados de sacarose, ocorrem na maioria das plantas como carboidratos de reserva como aspargos, alho, chicória, cebola, trigo, mel banana, cevada, tomate, centeio e a maior quantidade na alcachofra de Jerusalém (DOMINGUEZ *et al*, 2014).

Possuem características específicas na prevenção de cáries dentárias, redução nos níveis séricos de colesterol total e lipídeos, além de serem responsáveis por estimular o crescimento

das bifidobactérias no trato digestivo (PASSOS E PARK, 2003). Não podem ser hidrolisados e/ou absorvidos na parte superior do trato gastrointestinal, chegando ileso ao cólon, e devem servir como substrato selecionando, estimulando bactérias benéficas a crescerem. As bactérias probióticas produzem ácidos graxos de cadeia curta os quais promovem um equilíbrio da microbiota diminuindo infecções gastrointestinais (DOMINGUEZ *et al*, 2014).

Os FOS melhoram o metabolismo de Bifidobactérias, pois diminuem o pH do intestino grosso, destruindo bactérias putrefativas (TONELI *et al*, 2005). São seletivamente utilizados por bactérias benéficas da espécie *Bifidobacterium*, propiciando a Bifidogênese, muito importante para as funções fisiológicas (TOKUNAGA, 2004). Tem uma baixa doçura, são livres de calorias, pela dificuldade de serem hidrolisados por enzimas digestivas e também não são utilizados como fonte de energia pelo corpo, além de serem seguros para diabéticos (DOMINGUEZ *et al*, 2014). O consumo de FOS tem vários benefícios potenciais tais como reduz o pH fecal, aumentam a capacidade de absorver água e diminui o tempo de trânsito intestinal (MOORE *et al*, 2003). Os FOS protegem o organismo contra o câncer do cólon, que é um dos cânceres que mais ataca os humanos, além de prevenir obesidade e diabetes em decorrência da ingestão das fibras estarem associadas com o aumento da saciedade e diminuição do peso corporal. Efeitos positivos sobre o perfil lipídico têm sido descrito por alguns pesquisadores em animais e humanos (DOMINGUEZ *et al*, 2014). A figura 5 mostra as principais funções fisiológicas do FOS.

São frequentemente usados e facilmente incorporados a alguns alimentos (VEGA e HANSEN, 2015). A dose diária estabelecida para o consumo de FOS no Japão é de 0,8 g/kg (peso corpóreo), sendo que pode ocorrer flatulência em quantidades de 20 a 30 g dia (SILVA *et al*, 2010). Uma característica interessante dos FOS é o seu efeito positivo sobre a absorção dos minerais. Tem uma baixa doçura, não são hidrolisados por enzimas, são seguros para diabéticos, previnem a colonização do intestino humano por microrganismos patogênicos (DOMINGUEZ *et al*, 2014).

Devido às suas propriedades funcionais de bifidogênese, melhoria da constipação e das condições intestinas, os FOS estão sendo muito estudados. No caso da bifidogênese, a administração em idosos, com uma dose diária de 6 g de FOS de cadeia curta aumentou o número de *Bifidobactérias*. Segundo Tokunags (2004) há estudos onde alguns pacientes com constipação que receberam 6 ou 12 g de ingestão de FOS, houve redução dos intervalos de evacuação, enquanto que em outro trabalho mostrou o efeito supressor sobre substâncias putrefativas nas fezes. Algumas pesquisas indicam que a má absorção de cálcio causado por gastrectomia poderia ser revertida usando cálcio e FOS no cólon.

Os FOS (cadeia curta) são frequentemente usados em alimentos e facilmente incorporados. A hidrólise química é mais fácil do que para outros oligossacarídeos devido ao tamanho da cadeia. São hidrolisados em pH ácido na estocagem de produtos ácidos e também quando há processo térmicos, tais como na pasteurização. (VEGA e HANSEN, 2015).

Os FOS têm a capacidade de melhorar certas propriedades estruturais e físicas em alimentos, como hidratação, capacidade de retenção de óleo, textura, viscosidade, vida de prateleira e características sensoriais (CORRADINI *et al*, 2013). Além disto possui propriedades fisiológicas e físico-químicas que se assemelham a comportamento das fibras dietéticas (MARTINS *et al*, 2013).

2.5 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial é uma ciência que estuda principalmente a interpretação das reações dos consumidores às características dos alimentos e a percepção através dos cinco sentidos.

Existem vários testes que podem ser aplicados que estão divididos em quatro classes:

- Testes afetivos: testes de preferência e testes de aceitação;
- Métodos de diferença ou discriminativos: pareado, duo trio, triangular, ordenação, comparação múltipla;
- Métodos analíticos ou descritivos: amostra única, perfil de características (quantitativas), teste de escalas, teste de duração (tempo/intensidade)
- Métodos de sensibilidade: teste de sensibilidade ou “Treshold” (TEIXEIRA, 2009).

Os métodos de diferença ou discriminativos são realizados para indicar a existência ou não da diferença entre as amostras analisadas. Seu emprego na indústria se aplica a área de controle da qualidade, desenvolvimento de novos produtos e treinamento de provadores (painel) (TEIXEIRA, 2009). Determinam se há diferença sensorial entre amostras com diferentes formulações, diferentes processos, matérias primas de diferentes lotes, e se foram armazenadas em condições diferenciadas; tem que ser aplicadas a amostras com diferenças sutis (SILVA, 2008).

O teste triangular constitui da apresentação de três amostras codificadas, sendo duas amostras iguais e uma amostra diferente, onde o objetivo é identificar a amostra diferente. O teste visa identificar pequenas diferenças no conjunto de todas as características sensoriais. (TEIXEIRA, 2009). Nenhuma das três amostras é identificada como amostra padrão (ESTEVEZ, 2009). O provador é solicitado a provar as amostras da esquerda para a direita (SILVA, 2008).

As mudanças de ingredientes podem causar alterações sutis aos produtos e neste caso pode ser interessante não especificar o atributo de interesse. Para este tipo de teste havia dificuldades em encontrar métodos sensíveis (ENNIS e CRHRISTENSEN, 2014).

2.6 REOLOGIA

O termo reologia originou-se do grego “rheos” que significa fluir (SILVA, 2014). A partir da frase “ Tudo escoá”, utilizada por Eugene Bingham através de seus estudos, foi usada pela primeira vez a palavra reologia para definir esta observação. Seu conceito está relacionado com o estudo do escoamento e da deformação e de que forma um material submetido a uma tensão cisalhante reage (TONELLI *et al*, 2005).

A maioria das teorias da reologia fundamentam-se em modelos ideais, usando equações diferenciais de primeira ordem. No entanto, os sistemas mais encontrados são modelos que fogem a esta regra. Após a deformação a reversão não ocorre e pode haver variações com o tempo ou com a continuação do processo de deformação (BRAGA, 2007).

A definição dos modelos de escoamento é utilizada no dimensionamento de tubulações e bombas e também nos processos de mistura e agitação. Há variações no comportamento reológico e o entendimento destas variações permitirá o dimensionamento das operações unitárias a qual o fluido será submetido, bem como auxiliará o controle da qualidade, em novos produtos a serem desenvolvidos e a aceitabilidade por parte do consumidor (BRAGA, 2007). É essencial para a indústria avaliar processos, manter o controle da qualidade, realizar a correlação entre análise sensorial e a compreensão da estrutura dos materiais (TONELLI *et al*, 2005). Na reologia dos sólidos é importante avaliar a elasticidade, e nos líquidos, a viscosidade. A viscosidade é a propriedade física de um líquido de resistir ao escoamento induzido pela tensão de cisalhamento aplicada (SILVA, 2014).

Fatores como variedade, maturação, métodos de processamento, temperatura, tempo, podem influenciar propriedades reológicas. (CÁNOVAS e MUNIZAGA, 2005). Há dois tipos de fluidos: os Newtonianos e os não Newtonianos os quais podem ser dependentes do tempo (tixotrópico, reopético), ou independente do tempo (lei da potência, plástico de Bingham, Herschel Bulkley). Os fluidos newtonianos apresentam uma relação linear entre a taxa de deformação e tensão de cisalhamento, sendo a viscosidade como variável dependente da temperatura e pressão apenas $\tau = \eta \times \dot{\gamma}$.

Já os fluidos não newtonianos não apresentam relação linear entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação, a viscosidade sofre alteração, sendo conhecida como

viscosidade aparente $\eta_{ap} = \tau/\dot{\gamma}$. A viscosidade aparente é a medição da viscosidade, em condição específica de taxa de deformação (BRAGA, 2007).

Dentre todos os parâmetros reológicos, o que tem maior influência nas características de um fluido é a viscosidade, pois a mesma descreve a resistência do mesmo às forças de cisalhamento (MARTINS et al, 2013). O comportamento pseudoplástico é caracterizado pela diminuição da viscosidade com o aumento da taxa de deformação (BRAGA, 2007).

A caracterização reológica dos fluidos depende do tempo; um dos parâmetros fundamentais que caracterizam o fluxo de alimentos líquidos e semi-líquidos é a viscosidade, que é um parâmetro intrínseco de resistência dos fluidos dos movimentos (fluxo) (CÁNOVAS e MUNIZAGA, 2005). Durante o escoamento, estes fluidos podem ser descritos em três regiões distintas: regiões de baixa, média e alta taxa de deformação. Na região média, há a ocorrência do comportamento pseudoplástico com a viscosidade aparente diminuindo de forma significativa com o aumento da taxa de deformação, sendo esta região mais importante para a avaliação e projeto de equipamentos (TONELLI *et al*, 2005).

Emulsões são dispersões de uma fase líquida na forma de gotas finas noutra fase líquida imiscível. Geralmente estas fases são representadas por óleo e água. Podem ser de dois tipos: óleo em água ou água em óleo dependendo do estágio da dispersão. Exemplos clássicos de emulsões alimentares são creme suave, manteiga, margarina molho de salada e emulsões de carne (CÁNOVAS e MUNIZAGA, 2005).

2.6.1 REOLOGIA E ALIMENTOS:

Na indústria de alimentos, esta ciência ajuda a determinar o comportamento de ingredientes no desenvolvimento de novos produtos, controle da qualidade e de processo, “*shelf life*”, e auxilia nos cálculos de engenharia de processos para dimensionar equipamentos (SILVA, 2014). As medições reológicas são bastante importantes na indústria de alimentos como uma ferramenta para caracterização física da matéria-prima, processamento para produtos intermediários durante a fabricação e produtos acabados (CÁNOVAS e MUNIZAGA, 2005). Medições de parâmetros como a viscosidade, dentro do controle de processo podem reprovar ou aprovar um fluido de acordo com a especificação (BRAGA, 2007).

A reologia aplicada ao desenvolvimento de produtos tem se mostrado promissora, já que textura e consistência são características fundamentais em alimentos. Há uma extensão

da reologia, a psicoreologia que relaciona resultados de avaliação sensorial e medições instrumentais deste produto, com o uso de ferramentas estatísticas (BRAGA, 2007).

Estudos mostram que quando consumimos um alimento semi-sólido aplicamos uma taxa de cisalhamento de cerca de $50s^{-1}$ causando uma percepção sensorial da viscosidade aparente, isto quer dizer que, podemos simular no reômetro a aplicação de valores próximos desta taxa e entender o comportamento reológico do produto quando degustado (ARACIBA *et al*, 2015).

Steffe (1996) afirma que para desenvolver produtos pode se utilizar a reologia para determinar a funcionalidade de ingredientes, avaliar a textura e correlacionar os dados reológicos com análise sensorial.

Os alimentos são materiais complexos quanto a sua estrutura reológica e em muitos casos, consistem em misturas sólidas, bem como componentes estruturais fluidos (CÁNOVAS E MUNIZAGA,2005). Ainda no caso dos alimentos, há a particularidade da reologia associar propriedades mecânicas e sensoriais, e o conhecimento dos comportamentos mecânicos pode ajudar a desenvolver produtos comparando-os com os que já são aceitos pelos consumidores e que tem suas propriedades reológicas já conhecidas (BRAGA, 2007).

Profissionais da área de alimentos procuram satisfazer e atender à expectativa do cliente até na consistência do produto. Muitas indústrias têm usado no controle da qualidade dos seus produtos reômetros rotacionais (BRANDSTÄTTER, 2014).

Há uma série de estudos que visam melhorar a textura de produtos; no caso de cremes vegetais à base de soja, utiliza-se principalmente o extrato de soja associado a espessantes como a pectina, a carragena e a maltodextrina (LI *et al*, 2013). Os hidrocolóides são substitutos de gordura, utilizados em produtos com teor de gordura reduzida, para produzir propriedades sensoriais e de textura similares às de propriedades sensoriais de produtos com alto teor de gordura (ZULKURNAIN *et al*, 2008). O uso de novos ingredientes com propriedades funcionais já é uma realidade e pode alterar o comportamento reológico (BRAGA, 2007).

A característica que o grão de soja confere é de uma textura granulada sem a suavidade e uniformidade dos cremes lácteos (LI *et al*, 2013). Os consumidores parecem considerar um produto cremoso quando ele tem um alto teor de gordura e dá a impressão de ser viscoso, escorregadio, gorduroso e uma textura que reveste a boca. Vários estudos reportam que cremosidade refere-se à espessura e suavidade e ambos dependem da viscosidade física e forças de atrito, respectivamente (ZULKURNAIN *et al*, 2008).

Há estudos que visam estudar o comportamento reológico dos cremes de soja em substituição aos cremes lácteos, imitando as suas características físico-químicas, mas os

ingredientes podem afetar as propriedades do sistema emulsão e propriedades viscoelásticas do produto (ZULKURNAIN *et al*, 2008).

O comportamento reológico de um alimento durante o seu processo pode variar significativamente, devido às etapas de aquecimento, resfriamento e várias outras (SILVA, 2014). Alguns alimentos apresentam partículas de um ou mais de seus componentes, frequentemente alterando ou influenciando testes reológicos. Para este tipo de alimento que apresenta partículas, há a necessidade do uso do sistema de medição por geometria esférica, de acordo com o tamanho da partícula de 1 a 5 mm, com um diâmetro de geometria mais adequado (BRANDSTÄTTER, 2014). O uso de sistemas de medição padrão (cilindro, cone e placa) representa um problema para produtos com partículas, pois geralmente a área de contato é pequena e estreita, o que significa que o teste não descreve adequadamente o comportamento do fluido (THIELE AND MAHARSHI, 2014). Os principais testes reológicos utilizados para caracterizar alimentos estão resumidos na Figura 7.

De acordo com o tipo de alimento e seu comportamento reológico são utilizados modelos matemáticos para ajustar os dados experimentais. Neste caso foi utilizado o modelo da Lei de potência ou de Otswald Dewaele que abrange grandes faixas da taxa de deformação.

Sendo: $\tau = k \dot{\gamma}^n$

k = índice de consistência [Pa.sⁿ]

n = índice de comportamento do escoamento (adimensional)

Para fluidos pseudoplásticos, o índice de comportamento do escoamento do fluido (n) é menor que a unidade. (Vasques, 2003)

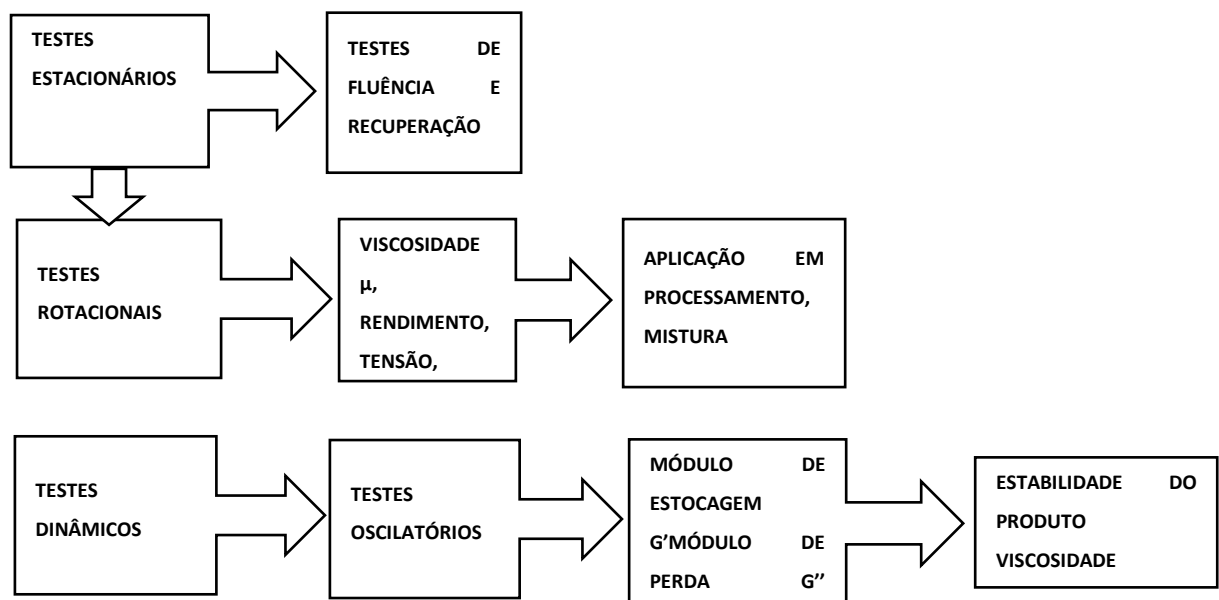


Figura 7: Testes reológicos - adaptado de Cánovas e Munizaga, 2005.

Há vários tipos de teste reológicos, mas o objeto deste estudo foi realizar o teste estacionário rotacional, indicado para materiais semi-sólidos com partículas, onde a amostra é colocada em um recipiente em formato cilíndrico, na qual é inserido um braço com uma esfera. Durante a medição, a esfera com diâmetro previamente selecionado (de acordo com os tamanhos das partículas dos ingrediente no produto), é inserida na amostra e faz o trajeto circular com velocidades controladas conhecidas, aumentando a taxa de cisalhamento. A temperatura da amostra é controlada por meio de um sensor de temperatura “termopar” (BRANDSTÄTTER, 2014).

3- OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL DO TRABALHO

Desenvolver uma pasta de grãos de soja adicionada de cálcio e adicionada de FOS, isenta de glúten e lactose, com alegação de propriedade funcional.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Adicionar cálcio à uma formulação de pasta de soja;
- Adicionar a mesma formulação de pasta de soja, FOS de forma que a mesma possa ter em seu rótulo as alegações de propriedade funcional permitidas pela norma 398 de 30/04/1999 do Ministério da Saúde,
- Caracterizar a pasta produzida no estudo quanto aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos;
- Realizar análise sensorial, mediante aplicação do teste triangular, para avaliar se a inclusão do mineral e do prebiótico na formulação foram detectados pelos consumidores.
- Analisar o comportamento reológico da pasta, comparando-o com um produto rico em fécula, aplicando os testes estacionários rotacionais com geometria de esfera, indicados para produtos que contém partículas em suspensão.

4. DESENVOLVIMENTO

O artigo abaixo será submetido ao International Journal of Food Science and Technology após as correções da banca de avaliação.

4.1 ARTIGO

DESENVOLVIMENTO DE UMA PASTA DE GRÃOS DE SOJA, ADICIONADA DE FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS (FOS) E ADICIONADA COM CÁLCIO

P.C.C. Averbug¹, J. R. Menezes¹, M. C. Silva¹, L.C.Nogueira¹

1- IFRJ- Instituto Federal do Rio de Janeiro – RJ- Brazil

soja , frutooligossacarídeos , reologia

RESUMO

Os alimentos funcionais estão em evidência pelo fato de estarem associados à manutenção da saúde. Atualmente, existe um interesse especial na atividade antioxidante dos componentes da dieta. Espécies reativas de oxigênio e de outros elementos parecem estar envolvidas na indução de diferentes tipos de câncer. Dados epidemiológicos mostram que o consumo de alimentos ricos em compostos bioativos contribui para a redução do risco de câncer, pois podem impedir o acúmulo de radicais livres. A maior parte dos compostos fenólicos são antioxidantes e, portanto, podem prevenir doenças crônicas não-transmissíveis (catarata, degeneração macular, doenças neurovegetativas, e diabetes mellitus tipo II), câncer e doenças cardiovasculares em humanos. A soja é considerada um alimento funcional com alto valor proteico, sendo também rico em fibras, vitaminas e minerais, além de possuir um teor significativo de isoflavonas. Os frutooligossacarídeos são oligossacarídeos não digeríveis que possuem propriedades prebióticas, que estimulam seletivamente o crescimento de bactérias no cólon; e o cálcio é um mineral essencial para o crescimento ósseo e saúde dos dentes, além de desempenhar papel importante na contração muscular e coagulação sanguínea. O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma pasta à base de grãos de soja adicionada de cálcio e de frutooligossacarídeos (FOS), direcionada aos consumidores preocupados com a saúde e que não consomem proteínas animais em sua dieta, além de pessoas com intolerância à lactose e aos celíacos, fornecendo uma opção de produtos alimentícios mais saudáveis. Os ingredientes utilizados como base para o desenvolvimento da pasta foram: grãos de soja, extrato de soja, fécula de mandioca, tomate seco, lecitina de soja e aditivos. Foram desenvolvidas quatro formulações de pasta de soja: uma pasta controle (sem FOS e sem cálcio), a segunda apenas com FOS; a terceira apenas com cálcio e a quarta, com FOS e cálcio. Foram avaliados os parâmetros físico-químicos e microbiológicos para determinar a vida de prateleira do produto, além da determinação do seu comportamento reológico e análise sensorial, para avaliar a sua aceitação. Para o mercado do Rio de Janeiro, este produto poderá ser um diferencial aos produtos já existentes que não possuem alegações de propriedades funcionais em suas formulações.

1. INTRODUÇÃO

Os alimentos funcionais estão em evidência mundial devido ao fato de estarem associados à manutenção da saúde (HEINRICH *et al*, 2011). A denominação do termo “alimento funcional” surgiu no Japão em 1980, como uma estratégia do governo para reduzir custos do seguro saúde e de medicamentos para a população que estava se tornando idosa. Com isso, foi implantado um programa denominado FOSHU (“Food for Specified Health Use”), que consistia em avaliar potenciais substâncias presentes nos alimentos e seus benefícios para a saúde (ZAKIR E FREITAS, 2015).

Anteriormente, a ciência de alimentos tinha seu foco voltado para as deficiências nutricionais. No entanto, a partir da década de 80 iniciavam-se pesquisas em alimentos que poderiam beneficiar a saúde e reduzir riscos de doenças (DOMINGUES *et al*, 2014). O crescimento da demanda por alimentos funcionais advém dos altos custos dos tratamentos de saúde, o aumento da expectativa de vida, a qualidade de vida e a redução de doenças através da prevenção (CORRADINI *et al*, 2013).

Estratégias para a prevenção e para a intervenção de doenças crônicas não transmissíveis como o câncer, a diabetes, a obesidade e as doenças cardiovasculares requerem um entendimento de sua fisiopatologia e de seu mecanismo molecular básico para a prescrição de medicamentos e de outros agentes profiláticos como: fatores antioxidantes da dieta, extrato de produtos naturais de plantas comestíveis medicinais e frutas, hortaliças, cereais e leguminosas que podem potencialmente prevenir ou reverter à promoção ou progressão da doença (ARUOMA *et al*, 2010).

Segundo a Organização Mundial de Saúde, 72% do total de mortes no Brasil e 60% no mundo, são em decorrência de doenças crônicas não transmissíveis. Muitas mortes poderiam ser adiadas com mudanças de hábitos, maior frequência de exercícios físicos, dieta equilibrada e redução no uso do tabaco. Uma dieta com alimentos funcionais beneficia a saúde, reforça o sistema imunológico, previne e trata certos tipos de doenças ou disfunções, melhora condições do corpo e da mente e pode retardar o processo de envelhecimento (ZAKIR e FREITAS, 2015).

Os benefícios à saúde provenientes dos alimentos, muitas vezes, são descritos pela capacidade de sequestro de radicais livres em nível intracelular, relacionados aos compostos fenólicos, presentes em frutas, sucos, vegetais, chás, vinho tinto, dentre outros alimentos (UDANI *et al*, 2011). Evidências epidemiológicas sugerem também que as populações que

consomem dietas ricas em soja apresentam uma menor taxa de mortalidade por doenças coronarianas (ZAKIR e FREITAS, 2015).

Em substituição aos produtos elaborados com proteínas animais, as leguminosas e principalmente a soja (*Glycine max*) ganhou destaque devido aos seus compostos que são benéficos à saúde na prevenção e tratamento de algumas doenças. As isoflavonas, fitoesteróis presentes no grão de soja, promovem a prevenção de doenças cardiovasculares, redução no colesterol, câncer, osteoporose e minimiza os efeitos colaterais da menopausa (MUNHOZ *et al*, 2010). Além de possuírem atividade antioxidante, podem funcionar como moduladores hormonais naturais, pois são funcionalmente similares ao estrogênio humano 17 β -estradiol (CUNHA *et al*, 2012).

O cálcio é importante para a saúde dos ossos, durante o crescimento e para a manutenção da integridade do esqueleto durante toda a vida. A concentração de cálcio determina o risco de osteoporose pós-menopausa, e influi sobre a quantidade de massa esquelética adquirida durante os primeiros anos de vida até a idade adulta (LIMA E CARDOSO, 2012).

Os FOS possuem propriedades funcionais e nutricionais, foram bem estudados e sua função prebiótica comprovada, estimulando seletivamente o crescimento e atividade de um número limitado de bactérias no cólon (MESA *et al*, 2008).

Segundo o Instituto Nacional de Doenças Digestivas, Renais e Diabetes (EUA), 75% da população mundial possui intolerância à lactose (LIMA E CARDOSO, 2012). No Brasil, 43% de brancos e mulatos têm alelo de persistência à lactase, sendo mais frequente entre negros e japoneses. Há diversos níveis de intolerância, que determinam desde um pequeno consumo diário de alimentos com lactose até a restrição total destes na dieta (MATTAR e MAZO, 2010).

A doença celíaca é uma patologia autoimune, que dificulta a absorção de nutrientes em decorrência de lesão na mucosa do intestino delgado. Indivíduos geneticamente susceptíveis desenvolvem intolerância ao consumo de glúten, com atrofiamento das vilosidades do intestino encarregadas da absorção de minerais e vitaminas. Devido aos problemas de absorção de nutrientes, podem ser observadas outras complicações, diminuição dos níveis séricos de cálcio e até desenvolvimento de câncer de cólon (MATTOS, 2015).

O desenvolvimento de um produto isento de lactose e glúten, permitirá uma nova opção aos indivíduos intolerantes à lactose, aos celíacos, além dos consumidores que restringem proteína animal de sua dieta e que buscam produtos mais saudáveis.

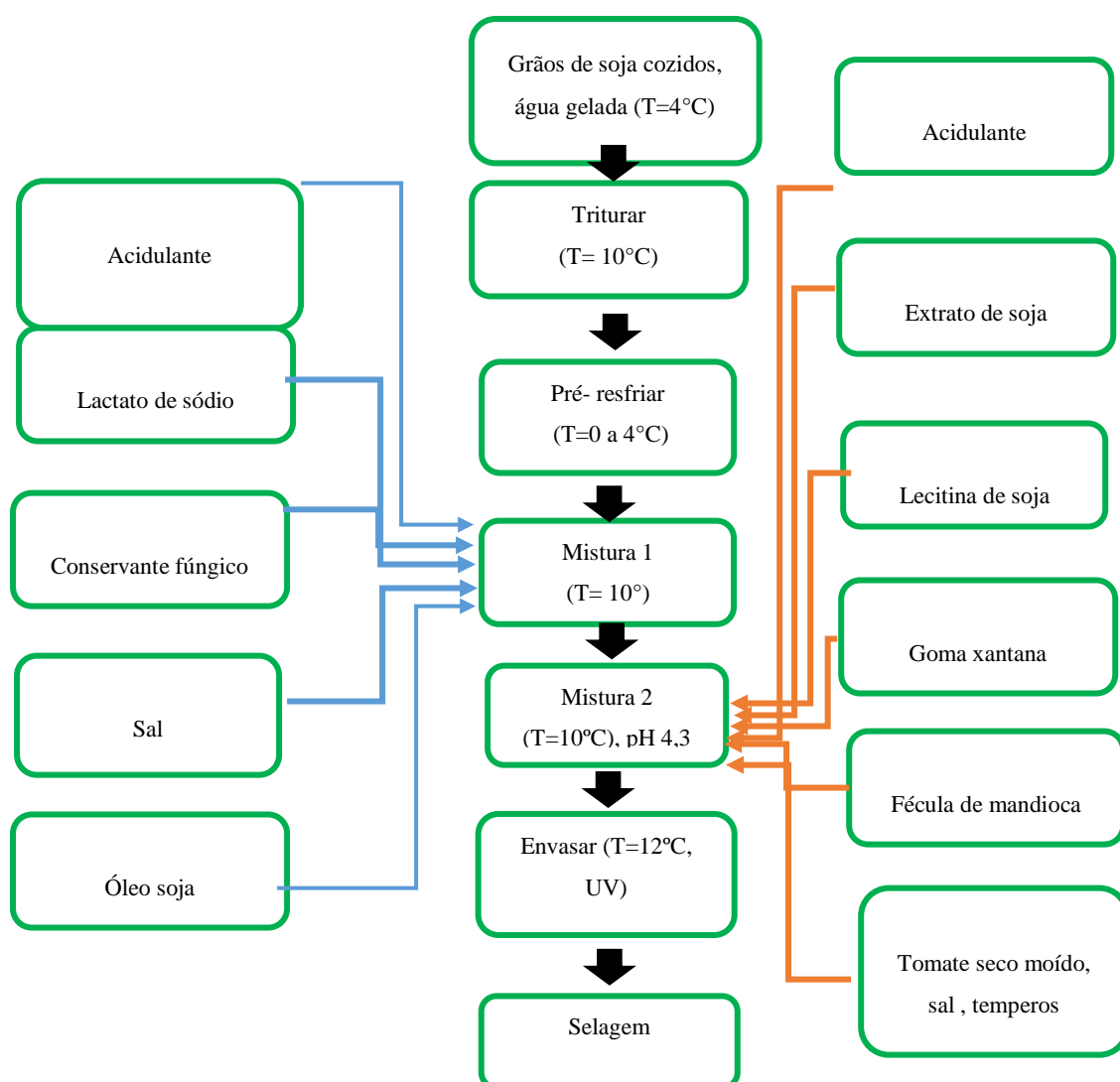
2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. INGREDIENTES UTILIZADOS PARA A OBTENÇÃO DA PASTA DE SOJA

Para a obtenção da pasta de soja controle, foram utilizados como ingredientes: grãos de soja, extrato de soja em pó, tomate seco, óleo de soja, água, sal, fécula de mandioca como agente de corpo, estabilizante lecitina de soja, acidulante ácido láctico, agente umectante lactato de sódio, e conservador fúngico sorbato de potássio e espessante goma xantana.

2.2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO

A pasta de soja sabor tomate seco utilizada como “controle” neste trabalho já é comercializada no mercado do Rio de Janeiro como uma marca própria de uma rede de supermercados e possui um diferencial das outras pastas de soja normalmente comercializadas por usar grãos de soja e não somente o extrato em pó. Na Figura 1 é apresentado um esquema de descrição do processo de obtenção da pasta.



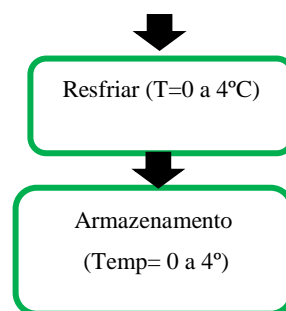


Figura 8: Fluxograma de processo da pasta de soja de tomate seco

2.3. ADIÇÃO DE CÁLCIO E FOS NA PASTA DE SOJA

Para adição de cálcio, utilizou-se lactato de cálcio da Purac®, doado pela Purac do Brasil. No caso do FOS, utilizou-se Raftilose® P95 (Oligofrutose proveniente da chicória), produzido por Sensus, originário dos países baixos, fracionado por Hela Ingredientes Brasil, adquirido na Embrafarma.

Foram produzidas as amostras em triplicata das pastas de soja controle (atualmente comercializada); controle adicionada com cálcio conforme Normativa da Anvisa (PORTARIA 31 DE 13/01/98 MS, RDC 369 DE 22/09/2005 MS), controle adicionada de FOS conforme Normativa da Anvisa (RDC 278/2005), controle adicionada de cálcio conforme Normativa da Anvisa (PORTARIA 31, DE 13/01/98 MS, RDC 369 DE 22/09/2005 MS) e adicionada de FOS conforme Normativa da ANVISA (RDC 278/2005).

As amostras foram preparadas em escala piloto, sendo realizadas análises físico-químicas, microbiológicas, sensoriais e reológicas. A quantidade adicionada de cálcio ao produto foi suficiente para que o produto apresentasse 450 mg de cálcio /100g de produto, há estudos que demonstram uma perda considerável de cálcio no processo.

2.4. CARACTERIZAÇÃO DAS PASTAS QUANTO AOS INDICADORES DE QUALIDADE

2.4.1. Análises físico-químicas:

Para a determinação de proteínas, foi realizado o método de Kjeldahl (IAL, 2008). Para a determinação de lipídeos, foi realizado o método de Extração direta com Soxhlet. A determinação de carboidratos foi calculada por diferença (IAL, 2008). Para a determinação da umidade foi usado o método de Perda por dessecação- secagem a estufa a 105 °C (IAL, 2008).

As cinzas foram determinadas através do uso do método de Resíduo por incineração (IAL, 2008).

Na determinação de fibras solúveis foi utilizado o método de Van Soest (MENDES et al, 1985) modificado. Cerca de 0,5 g de amostra previamente desengordurada foi aquecida até completa ebulição, em 100 mL de detergente neutro, por uma hora, o resíduo foi obtido em cadinho poroso e seu peso anotado após 8 horas em estufa a 100°C, seguindo para a mufla a 550°C por uma hora, a diferença é o teor de fibras;

Para a determinação do pH foi utilizado o peagmetro, este aparelho previamente calibrado. Modelo ORION Mod. 330 (IAL, 2008). Para a determinação da atividade de água (Aa) foi utilizado o aparelho Pawkit Decagon®.

A determinação do cálcio foi realizada por espectrofotômetro de absorção atômica, pela atomização em chama, após a precipitação proteica com ácido tricloroacético a 20%, seguida de centrifugação a 2000rpm, durante 20 minutos. A calibração foi construída por múltipla adição no intervalo de 0 a 2000mg/L, utilizando padrão Tritisol (Merck) 1000µg/mL. A ionização foi corrigida com adição de cloreto de lantânio na concentração final de 0,2 %. As condições instrumentais foram: lâmpada de cátodo para cálcio, (Narva) sob corrente de 7,5 mA, comprimento de onda de 422,7 mm com fenda de saída de 0,7 mm; (AOAC, 1995)

2.4.2 Determinação do “shelf life” do produto

Para a análise da vida de prateleira do produto, foram avaliados nos tempos 0, 30, 60 e 75 dias, os parâmetros microbiológicos baseados na RDC 12/ MS, os parâmetros de avaliação de condições higiênico-sanitárias baseada em conceitos da Portaria 451/MS além de testes de estocagem e avaliação das características sensoriais do produto.

2.4.2.1 Análises microbiológicas:

As análises microbiológicas seguiram a metodologia da Instrução Normativa nº 62/2003 MAPA. Todas as análises foram realizadas em duplicata. Nas análises de bolores e leveduras, *Salmonella* sp., Coliforme 45 °C, *Estafilococos* coagulase positiva, os resultados foram analisados segundo a RDC nº12/2001, que estabelece os padrões microbiológicos sanitários para alimentos.

O enquadramento do produto foi realizado usando a tabela anexa da RDC 12, item 24- Produtos à base de soja sub-item b) tofu e similares, desengorduradas ou não;

Abaixo, tem-se o resumo das metodologias:

Salmonella:

Foram adicionados 25 g de cada amostra em 225 mL de solução salina peptonada 1% tamponada e mantida a 36 ° C por 16 horas para pré-enriquecimento. Ao fim das 16 horas foram inoculadas, alíquotas do pré-enriquecimento, simultaneamente, em caldo Rappaport Vassiliadis e Selenito Cistina, incubados em banho-maria a 41 °C por 24 horas. Posteriormente, uma alíquota de cada caldo, foi estriado em placas contendo meio seletivo ágar de desoxicolato-lisina-xilose (XLD) e ágar verde brilhante vermelho de fenol lactose sacarose (BPLS), mantidos a 36 °C por 24 horas. De cada diluição foram selecionadas 3 colônias suspeitas, de acordo com o meio. No ágar BPLS foram selecionadas as colônias incolores ou levemente rosadas, translúcidas ou ligeiramente opacas, onde não ocorreu a fermentação da lactose (meio amarelo), no ágar XLD foram selecionadas as colônias claras, onde ocorreu a alcalinização do meio (meio vermelho). As colônias selecionadas foram repicadas para reação em ágar Tríplice Açúcar Ferro (TSI) inclinado, ágar Ferro Lisina (LIA) inclinado, caldo uréia e meio SIM (motilidade, indol, sulfeto) a 36°C por 24 horas. Ao meio SIM foi adicionado reativo de Kovacs para a análise de indol ao termino das 24 horas. Para o resultado da análise de Salmonella ser considerado positivo, no ágar TSI e LIA o meio deve estar ácido na base, alcalino ou inalterado no bisel com produção de gás. O resultado deve ser positivo para produção de H₂S, negativo para a produção de indol e negativo para uréase (INSTRUÇÃO NORMATIVA 62/2003, MAPA).

Bacillus cereus

Cerca de 25 g de cada amostra foram adicionadas a 225 mL da solução salina peptonada 0,1% e homogeneizada, sendo esta, a diluição 10-1. A partir da diluição 10-1, foram realizadas diluições sucessivas, até 10-2. As duas diluições foram inoculadas em duplicata sobre a superfície seca do ágar MYP, pela técnica de spread-plate, até completa absorção, incubadas a 36°C por 48 horas. Não houve crescimento de colônias no ágar MYP, em nenhuma das diluições, não sendo realizadas as provas de identificação bioquímica (INSTRUÇÃO NORMATIVA 62/2003, MAPA).

Staphylococcus aureus

Foram dissolvidos 25 g de cada amostra em 225 mL de solução salina peptonada 0,1%, diluição 10-1. A partir da solução obtida foi obtida a diluição 10-2. Ambas as diluições foram inoculadas, em duplicata, em placas de petri contendo ágar Baird Parker (BP) pelo método spread-plate, conservadas a 36°C por 48 horas. Após as 48 horas nenhuma das placas

obtiveram crescimento de colônias de qualquer tipo, não sendo realizadas as provas confirmativas (INSTRUÇÃO NORMATIVA 62/2003, MAPA).

Bolores e leveduras

Cerca de 25 g de cada amostra foram dissolvidas em 225 mL de solução salina peptonada 0,1%, diluição 10⁻¹. A partir da diluição 10⁻¹ foram realizadas diluições sucessivas, até 10⁻⁵. Todas as diluições foram inoculadas, em duplicata, sobre a superfície seca de ágar batata glicose (PDA) 2% acidificado a pH 3,5, pelo método spread-plate. As placas foram mantidas a 25°C por 7 dias. As colônias obtidas foram registradas. Foram utilizadas para a contagem duas diluições, as quais apresentaram entre 15 e 150 colônias por placa de Petri (INSTRUÇÃO NORMATIVA 62/2003, MAPA).

Contagem de Bactérias Totais

Cerca de 25 g de cada amostra foram adicionadas a 225 mL de solução salina peptonada 0,1%, sendo esta a diluição 10⁻¹. A partir da diluição 10⁻¹ foram realizadas diluições sucessivas, até 10⁻⁵. Ambas as diluições foram inoculadas em placas vazias, onde, em seguida, foi adicionado Agar padrão para contagem (PCA), previamente fundido e mantido em banho-maria a 45°C, método pour-plate. As placas foram mantidas a 36°C por 48 horas. Foram utilizadas para a contagem duas diluições, as quais apresentaram entre 25 e 250 colônias por placa de Petri (INSTRUÇÃO NORMATIVA 62/2003, MAPA).

Coliformes

Aproximadamente 25g das amostras foram pesadas de forma asséptica e homogeneizadas em 225 mL de solução salina peptonada 0,1%, sendo esta diluição, a diluição 10⁻¹. A partir da diluição 10⁻¹, foram realizadas diluições sucessivas, até 10⁻³, transferindo-se 1mL, da solução gerada anteriormente, para tubo de ensaio contendo 9 mL de solução salina peptonada. Foram inoculados 1 mL, das diluições geradas, em uma série de 3 tubos contendo 10 mL caldo lauril sulfato de sódio (LST) com tubos de durhan invertidos, de acordo com a técnica de tubos múltiplos. Os tubos inoculados foram incubados a 36 ± 1°C por cerca de 48 horas. Após o tempo de incubação, foram retiradas pequenas alíquotas dos tubos, que apresentaram formação de gás e/ou efervescência, com alça bacteriológica, e transferidas para respectivos tubos, contendo 10 mL de caldo verde brilhante bile 2% lactose (VBBL), com tubos de durhan invertidos, sendo incubados posteriormente a 36°C por 48 horas. Os tubos com caldo VBBL com formação de gás e/ou efervescência são considerados

positivos para coliformes termotolerantes, e a quantidade de tubos positivos foram registrados para comparação com a tabela de NMP/g (INSTRUÇÃO NORMATIVA 62/2003, MAPA).

2.4.2.2 Testes de estocagem e avaliação das características sensoriais

Os produtos foram mantidos em potes de polietileno na cor branco leitoso, para evitar a fotodegradação, lacrados com filme de alumínio e tampados. Nos tempos de 0, 30, 60 e 75 dias, as quatro formulações: controle, controle + Ca, Controle + FOS e controle + FOS e Ca, foram avaliadas quanto: a coloração, apesar da proteção da embalagem à luz, a alterações de sabor ou aroma, além de avaliar se a estrutura do produto não mantinha sinais de quebra da emulsão e/ou separação de fases.

2.5. Análise Sensorial:

Inicialmente, o projeto foi submetido ao comitê de ética e pesquisa do IFRJ, onde obteve sua aprovação (ANEXO 1) para conduzir a análise sensorial. A seguir, foi realizada a análise sensorial das formulações da pasta, com a utilização do teste triangular. A análise foi realizada com provadores voluntários.

As amostras foram codificadas com números aleatórios de três dígitos. Cada formulação foi servida a temperatura ambiente em pratos plásticos descartáveis. Os provadores utilizaram como veículo para o teste, torrada, um copo com água, que foi fornecido para a remoção de sabores residuais entre as diferentes amostras. O teste foi aplicado durante a semana e duas horas antes e/ou após as refeições. Cada provador recebeu uma ficha (ANEXO 2) para responder aos questionamentos.

2.6. Análises Reológicas

Paras as análises reológicas foi utilizado um reômetro compacto modular Anton Paar modelo MCR-302, com um sistema de medição de geometria de esfera BM12/Q1. O reômetro foi acoplado a um banho que manteve a temperatura pré-estabelecida da amostra.

Foram utilizadas 0,200 kg de cada amostra em duplicata a uma temperatura de 25 °C. As análises foram realizadas de acordo com os parâmetros pré estabelecidos pelo fabricante do equipamento, levando em consideração o tipo de amostra a ser avaliada.

Por se tratar de amostras com sólidos em pedaços, para mensurar o comportamento reológico, foi usado a geometria do tipo “esfera”, que consiste em um braço perpendicular com uma esfera na extremidade. O tempo que a geometria percorreu a volta no recipiente que continha a amostra foi estabelecido em 31,78 s, a taxa de deformação inicial foi de 0,003162 s⁻¹ e a taxa de deformação final aplicada foi de 31,62 s⁻¹;

As tabelas foram gerados pelo software Rheoplus/3 v3.61s, bem como o ajuste matemático das curvas (*Carreau*). Através destes dados foram gerados gráficos no Excel, analisando a área do gráfico, mostrando o comportamento reológico da amostra após arranjo das moléculas. As formulações do produto comercial de soja foram comparadas para detectar as diferenças na inclusão do ingrediente funcional e do mineral. Para demonstrar o uso da reologia como ferramenta de desenvolvimento de produto, foi avaliada uma amostra de pasta de soja rica em fécula, que foi comparada com os produtos Controle, e entender as diferenças de comportamento reológico das formulações, por exemplo alterando a viscosidade com uso de espessantes.

2.7. Análise estatística:

A análise estatística *one-way* ANOVA foi utilizada para comparações simultânea das médias. Os resultados obtidos pela ANOVA indicarão, com 95% de p < 0,05 confiança, se existem diferenças significativas entre os valores obtidos para as quatro formulações analisadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análises físico- químicas:

Os resultados obtidos nas análises físico-químicas, realizadas em triplicatas estão demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2: Resultados da composição centesimal, pH, Aw e cálcio das formulações da pasta de soja á base de grãos

| | PROTEÍNA | LÍPIDEOS | CINZAS | UMIDADE | CARBOIDRATOS POR DIFERENÇA |
|---------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| CONTROLE | 8,92% ± 0,1 ^{a, i} | 14,15% ± 0,008 ^{a, j} | 2,70 % ± 0,0003 ^{a, j} | 38,10% ± 2,6 ^{a, h} | 33,60% |
| BSECA | 15,03% | 23,85% | 4,55% | | 56,57% |
| CONTROLE + Ca | 8,79% ± 0,05 ^{a, j} | 14,14% ± 0,03 ^{a, i} | 3,77% ± 0,0007 ^{b, i} | 43,61 ± 2,5 ^{a, h} | 27,30% |
| B SECA | 16,28% | 26,18% | 6,99% | | 50,55% |
| Controle + FOS | 7,06% ± 0,1 ^{c, h} | 2,69% ± 0,03 ^{b, h} | 2,84% ± 0,0008 ^{c, h} | 58,12 ± 2,5 ^{b, i} | 25,80% |
| B SECA | 18,26% | 7,60% | 7,34% | | 66,80% |
| Controle +Ca + FOS | 7,12 ± 0,04 ^{b, h} | 2,94% ± 0,02 ^{b, h} | 2,85% ± 0,0007 ^{a, h} | 48,79 ± 0,8 ^{c, h} | 34,90% |
| B SECA | 14,94% | 5,89% | 5,89% | | 73,19% |
| | Aw | pH 25°C | FIBRAS | CARBOIDRATOS | UMIDADE |
| CONTROLE | 0,98 ± 0,001 ^{a, i} | 4,06 ± 0,01 ^{a, h} | 2,56% ± 0,02 ^{a, h} | 33,60% | 38,10% ± 2,6 ^{a, h} |
| CONTROLE + Ca | 0,97 ± 0,03 ^{a, h} | 4,21 ± 0,06 ^{b, i} | 2,41% ± 0,02 ^{b, i} | 27,30% | 43,61 ± 2,5 ^{a, h} |
| Controle + FOS | 0,97 ± 0,01 ^{c, h} | 4,10 ± 0,01 ^{a, h} | 3,22% ± 0,02 ^{a, h} | 25,80% | 58,12 ± 2,5 ^{b, i} |
| Controle +Ca + FOS | 0,97 ± 0,03 ^{h, b} | 4,15 ± 0,03 ^{c, h} | 3,58% ± 0,03 ^{a, h} | 34,90% | 48,79 ± 0,8 ^{c, h} |
| | CÁLCIO (mg/g) | | | | |
| CONTROLE | 0,86 ± 0,006 | | | | |
| Controle +Ca + FOS | 2,95 ± 0,04 | | | | |

Letras diferentes apresentam diferenças significativas com $p < 0,05$

Os testes estatísticos indicam que há diferenças significativas ao nível de confiança de 95% comparando-se o produto Controle e o produto Controle + Ca+ FOS para os teores de proteína, lípideos, pH, atividade de água e umidade. Para os parâmetros cinzas e fibras não houve diferença significativa. As interpretações das análises foram realizadas sempre em base úmida. Na Tabela 2 podemos observar que os resultados das análises físico-químicas indicam que ocorreram algumas alterações com a inclusão do Ca e do FOS em conjunto ou isoladamente. O teor de umidade foi o parâmetro mais afetado. A pasta controle teve uma medição de umidade de 38,1%; com a inclusão do FOS, o teor de umidade aumentou significativamente para 58,1%, o que era esperado já que FOS se comporta como uma fibra, que absorve água. Os oligossacarídeos não digeríveis mostram um comportamento semelhante o das fibras dietéticas (MARTINS et al, 2013). A inclusão do FOS na formulação apresentou uma pequena interferência na diminuição do teor de proteínas dentro das amostras, aproximadamente 1 %, nas que foram adicionadas de FOS, que é tido como uma inulina de baixo peso molecular. Em um estudo com suplementação de inulina em iogurte de soja, foi verificado que não se obteve nenhuma influência da inulina no índice proteico (MARTINS et al, 2013). Teoricamente com a inclusão do Ca, o teor de proteína esperado sofreria uma

diminuição, já que este mineral precipita proteínas, e explicando o aumento significativo do teor de cinzas com a inclusão do Ca isoladamente. Os lipídeos foram muito afetados pela inclusão do FOS na formulação, que pode ser explicado pela captação da gordura pelas fibras. O teor de fibras não apresentou um aumento, era esperado pela inclusão do FOS. O pH e a atividade de água sofreram alterações com a adição dos produtos adicionados fossem na forma de pó. A amostra com cálcio apresentou um caráter um pouco mais básico à formulação. Com o enriquecimento, a pasta apresentou 295 mg de cálcio/100g de produto, representando uma redução de 53,5 % da quantidade existente.

A Tabela 3 refere-se à informação nutricional disponível na embalagem de uma pasta de soja comercializada no Rio de Janeiro. Ao compararmos com as formulações da pasta desenvolvida, podemos observar algumas inconsistências: o cálculo do valor energético não condiz com a regra de cálculo do mesmo, que é a seguinte: Proteína : 4 Kcal/g; Carboidrato : 4 kcal/g; Lipídeos: 9 kcal/g. Logo, de acordo com a regra o cálculo do valor energético seria de valor calórico : 78,8 Kcal na porção de 100g e não 123 Kcal, como está declarado (Manual da Rotulagem Nutricional Obrigatória – Ministério da Saúde Brasília 2005).

Comparando os rótulos deste produto rico em fécula com o produto desenvolvido com grãos de soja, é possível observar que a quantidade de proteínas é muito superior, sendo três vezes maior que no produto rico em fécula, que demonstra que o produto é nutricionalmente superior, já que a quantidade de proteína em um produto de soja é o atributo muito importante. Produtos de soja tem um balanceamento nutricional excelente com alto conteúdo de proteína, vitaminas, minerais e fitoestrogênios (isoflavonas) (BERNAL *et al*, 2017).

Comparando as formulações: Controle (alimento de referência) e o produto final Controle + Ca+ FOS de acordo com a portaria 54 (Anvisa 12/11/2012 Regulamento técnico sobre a Informação Nutricional Complementar), a mesma prevê algumas declarações que podem ser utilizadas pela nova formulação do produto rico em grãos de soja: “ **Reduzido em valor energético**” (-34,57%), “**Reduzido em gordura total (-381,29%)**” que demonstra que atributos podem ser influenciados pelo uso de novos ingredientes em formulações já existentes. A inulina apresenta-se como um oligossacarídeo com baixo valor calórico, adicionado a alimentos para consumidores que desejam diminuir a ingestão de calorias (MARTINS *et al*, 2013).

Tabela 5: Padrão microbiológico para amostra indicativa (RDC 12/MS)

| MICROORGANISMO | PADRÃO DE UFC PARA AMOSTRA INDICATIVA (RDC 12, MS) |
|--------------------------|--|
| Coliformes a 45°C/g | 10^2 |
| Estafilococcus coagulase | 5×10^3 |
| Bacillus Cereus/g | 5×10^3 |
| Salmonella sp/25 g | Ausência |

Foi realizada a quantificação de bolores, leveduras e de bactérias totais, que são métodos indiretos para avaliar se um alimento está próprio para consumo. Neste caso, foram utilizados conceitos da Portaria 451 de 19 de setembro de 1997, (revogada pela RDC 12). A mesma descrevia como avaliar qualidade microbiológica de alimentos, correlacionando as condições higiênica e higiênica-sanitárias. De acordo com a RDC 12, a pasta de soja foi enquadrada na categoria de tofu e similares. Nos resultados apresentadas na Tabela 4, verificou-se que nenhuma amostra, mesmo no final da vida de prateleira pré determinada, atingiu além das quantidades permitidas para a amostra indicativa. Este trabalho previa manter o “*shelf life*” do produto em 60 dias. De acordo com os resultados, as análises microbiológicas e os testes de estocagem e de avaliação das características sensoriais mostraram que o produto pode se manter viável por mais tempo, de até 75 dias pelo menos.

A escolha da embalagem com barreira à luz, a produção com foco em Boas Práticas de Fabricação, o uso de UV no envase e a escolha dos aditivos (conservantes, acidulantes) bem como a interação dos componentes da formulação, mantiveram a proteção e a conservação do alimento. O pH muito ácido impediu que as bactérias iniciais presentes, oriundas da matéria prima e do próprio ambiente se proliferassem.

É possível que com o passar do tempo, algumas alterações químicas comecem a comprometer o produto, o que determinaria possivelmente o “*shelf life*”. Granato e colaboradores (2010) avaliaram uma sobremesa à base de soja e suco de goiaba e obtiveram um total de 79 dias de vida de prateleira; o produto foi processado, mantido sob a temperatura de 7 ± 1 °C em embalagens individuais de polipropileno.

Ainda de acordo com os resultados da Tabela 4 é possível identificar que o FOS adicionado ao produto tinha uma carga de contaminação maior do que outras matérias-primas; A pesquisa de *Bacillus Cereus* não foi adiante, pois no gênero não se obtiveram placas características. O produto se manterá viável dentro do “*shelf life*” por mais de 60 dias, desde que mantido na cadeia de frio, na faixa de temperatura de de 0 a 10 °C.

3.3 Análise sensorial:

Em decorrência da existência do produto Controle à venda como marca própria de uma rede de supermercado no estado do Rio de Janeiro, foi realizado um teste triangular com intuito de avaliar se os provadores detectavam alterações entre a amostra Controle e a amostra Controle + Ca+FOS (Produto final). O teste foi conduzido com 87 provadores, sendo destes 42 identificaram a amostra. Desta forma ficou evidenciado que a inclusão de FOS e cálcio (lactato) nas quantidades regulamentadas para alegação de propriedade funcional (FOS) e enriquecimento (Ca) foi perceptível para os provadores. Nas fichas de análise sensorial no campo de comentários, alguns provadores mencionaram uma consistência mais leve, gordurosa. A inulina ligada à água produz uma textura e uma sensação na boca semelhante à gordura em alimentos (TONELLI et al, 2005).

Para os testes de estocagem e avaliação de características sensoriais no decorrer do período analisado, não houve quaisquer alterações.

3.4 Análises reológicas

O reômetro, para cada tipo de amostra, gerou gráficos e tabelas com vários parâmetros, as forças aplicados em cada ponto de medição, e o comportamento da amostra frente a elas. Na Tabela 6 estão apresentados as taxas de cisalhamento as quais as formulações foram submetidas e comportamento da viscosidade de cada uma delas.

Tabela 6: Comportamento das formulações de acordo com a taxa de cisalhamento aplicada.

| Pontos de medição | taxa de cisalhamento [1/s] | Pasta comercial FOS | Pasta de soja Ca+FOS | Pasta de soja Controle | Pasta de soja + Ca | Pasta comercial de soja rica em fécula |
|-------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|--------------------|--|
| | | Viscosidade [Pa·s] | Viscosidade [Pa·s] | Viscosidade [Pa·s] | Viscosidade | Viscosidade [Pa·s] |
| 1 | 0,0316 | 2.320 | 1.840 | 1.660 | 912 | 664 |
| 2 | 0,0398 | 2.040 | 1.660 | 1.430 | 877 | 551 |
| 3 | 0,0501 | 1.770 | 1.460 | 1.240 | 830 | 452 |
| 4 | 0,0631 | 1.510 | 1.270 | 1.070 | 773 | 367 |
| 5 | 0,0794 | 1.290 | 1.090 | 927 | 707 | 297 |
| 6 | 0,1 | 1.090 | 931 | 802 | 636 | 240 |
| 7 | 0,126 | 918 | 788 | 694 | 564 | 193 |
| 8 | 0,158 | 773 | 665 | 600 | 495 | 155 |
| 9 | 0,2 | 649 | 559 | 519 | 431 | 125 |
| 10 | 0,251 | 545 | 470 | 449 | 373 | 100 |
| 11 | 0,316 | 458 | 395 | 388 | 322 | 80,9 |

| | | | | | | |
|----|-------|------|------|------|------|------|
| 12 | 0,398 | 384 | 332 | 336 | 277 | 65,3 |
| 13 | 0,501 | 322 | 280 | 291 | 239 | 52,8 |
| 14 | 0,63 | 270 | 236 | 251 | 205 | 42,7 |
| 15 | 0,795 | 226 | 199 | 217 | 176 | 34,7 |
| 16 | 1 | 189 | 168 | 188 | 151 | 28,3 |
| 17 | 1,27 | 159 | 142 | 163 | 129 | 23,2 |
| 18 | 1,59 | 133 | 121 | 140 | 111 | 19,1 |
| 19 | 2,02 | 112 | 103 | 121 | 94,8 | 15,8 |
| 20 | 2,51 | 93,9 | 88,6 | 105 | 81,2 | 13,1 |
| 21 | 3,13 | 78,1 | 76,7 | 91,6 | 69,9 | 11 |
| 22 | 3,89 | 65,4 | 66,7 | 79,1 | 59,7 | 9,44 |
| 23 | 4,88 | 55,3 | 58 | 69,1 | 51,3 | 8,04 |
| 24 | 6,23 | 45,9 | 50,3 | 59,6 | 43,7 | 7,01 |
| 25 | 7,87 | 38,2 | 44,2 | 52 | 37,3 | 6,13 |
| 26 | 9,93 | 33,6 | 39,1 | 44,8 | 31,7 | 5,41 |
| 27 | 12,4 | 27,8 | 35 | 38,7 | 27 | 4,88 |
| 28 | 15,6 | 23,4 | 31,5 | 33,3 | 23,3 | 4,43 |
| 29 | 19,1 | 20,5 | 28,9 | 28,6 | 20,5 | 4,06 |
| 30 | 24,1 | 17,3 | 26,4 | 24,7 | 17,3 | 3,8 |
| 31 | 31,8 | 14 | 23,9 | 21,1 | 14,5 | 3,59 |

Nas figuras de 09 a 19 são demonstrados os gráficos gerados a partir da tabela 6;

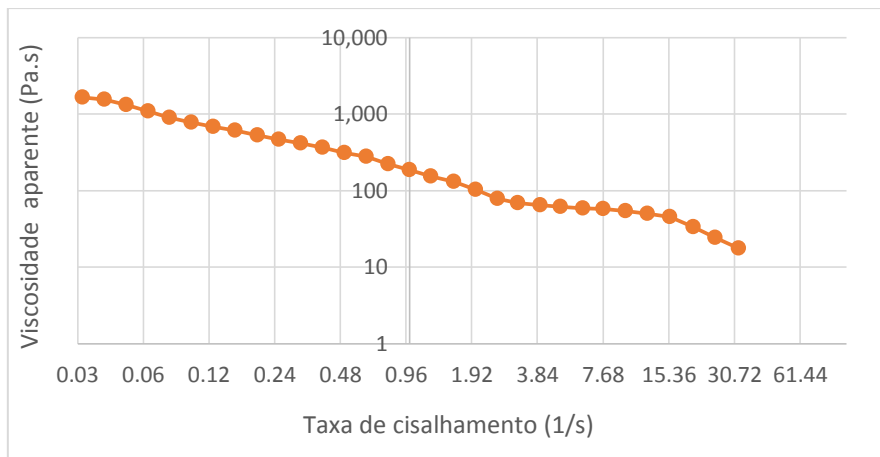


Figura 9: Curva de escoamento logarítmico da Pasta de soja Controle

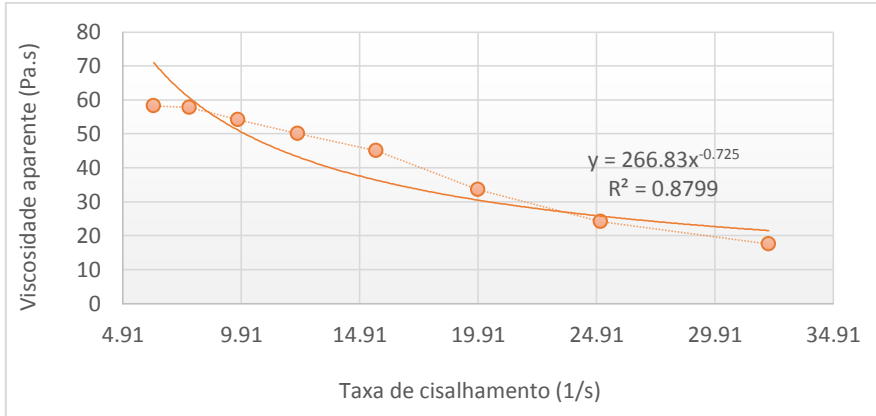


Figura 10: Relação entre viscosidade aparente e taxa de deformação da Pasta de soja Controle a 25°C

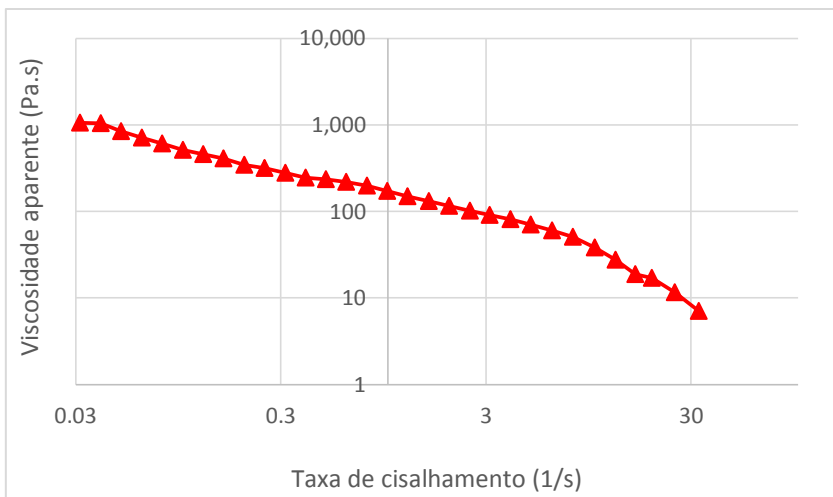


Figura 11: Curva de escoamento logarítmico da Pasta de soja Controle adicionada de Cálcio

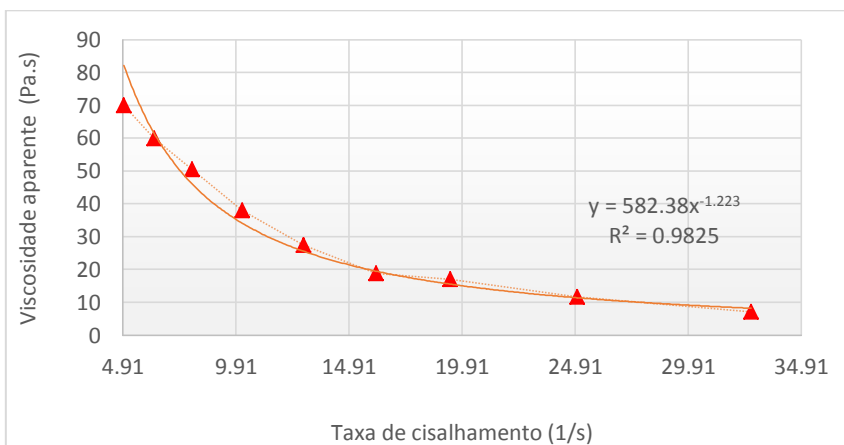


Figura 12: Relação entre viscosidade aparente e taxa de deformação da Pasta adicionada de cálcio a 25°C

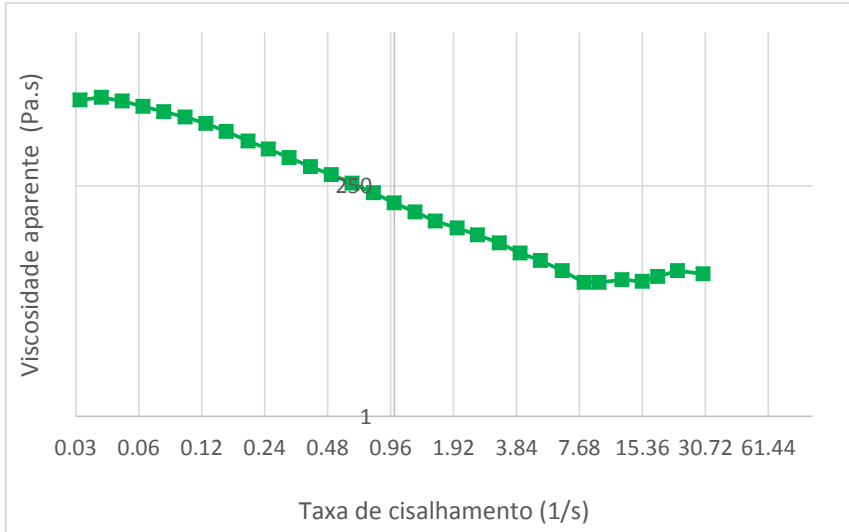


Figura 13: Curva de escoamento logarítmo da Pasta de soja Controle adicionada de Frutooligossacarídeos

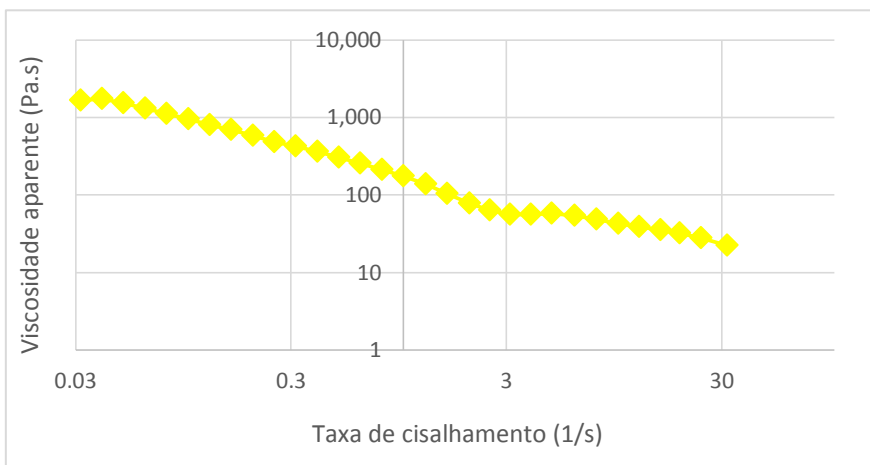


Figura 14: Curva de escoamento logarítmo da Pasta de soja Controle adicionada de Cálcio e Frutooligossacarídeos

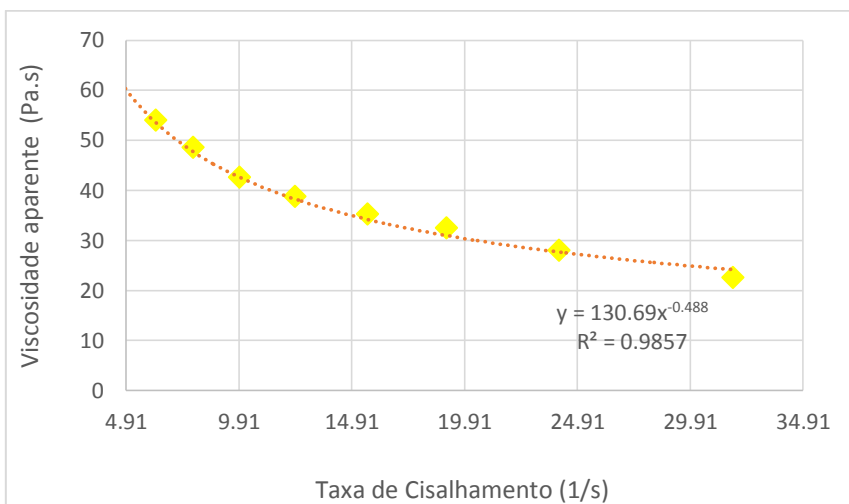


Figura 15: Relação entre viscosidade aparente e taxa de deformação da Pasta de soja adicionada de cálcio e FOS 25°C

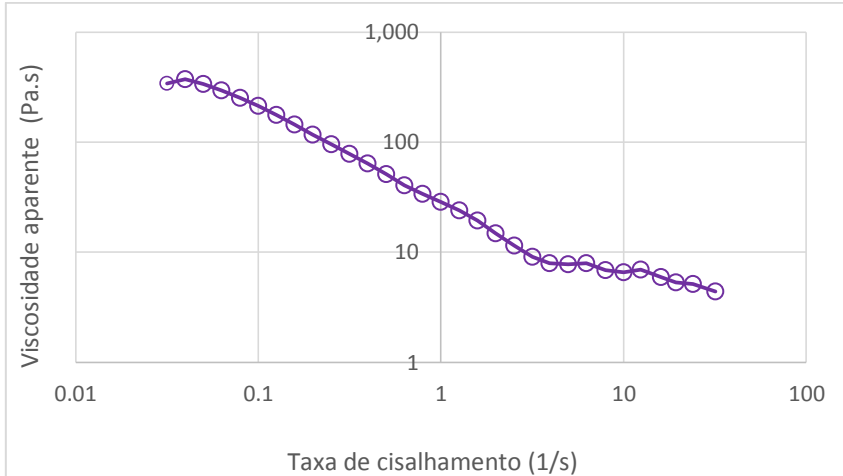


Figura 16: Curva de escoamento logarítmico da Pasta de soja á base de Fécúla

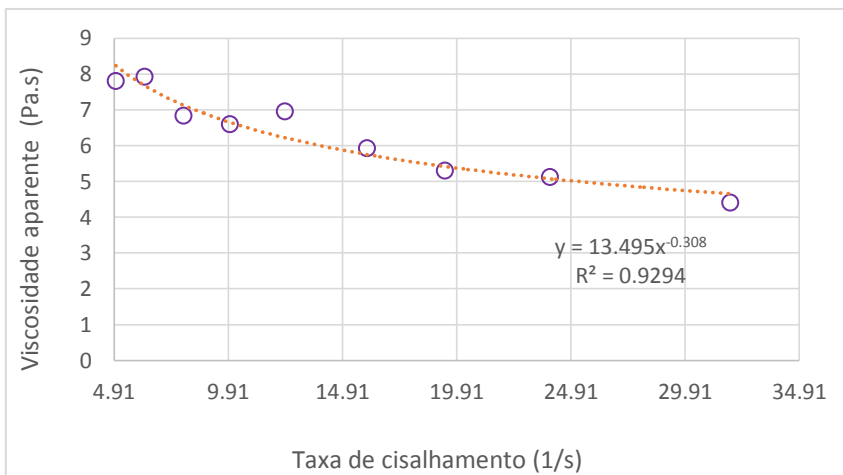


Figura 17. Relação entre viscosidade aparente e taxa de deformação da Pasta de soja á base de Fécúla a 25°C

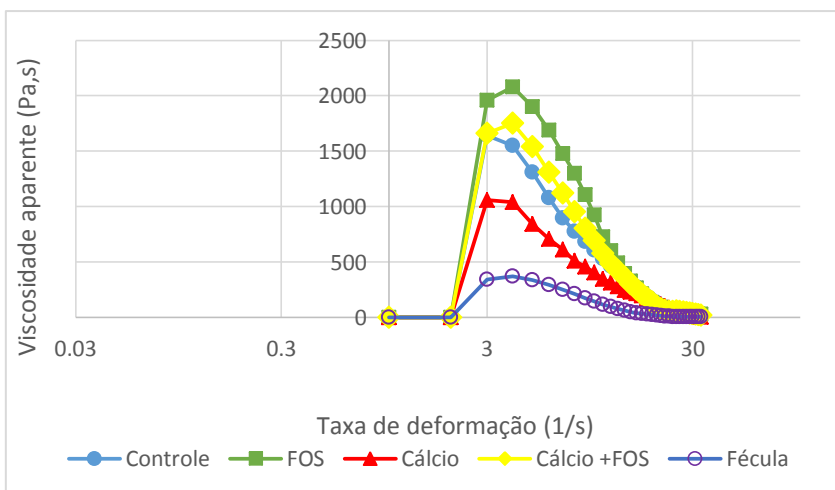


Figura 17: Comparativo das curvas de escoamento logarítmico das formulações á base de grãos de soja versus á base de fécúla

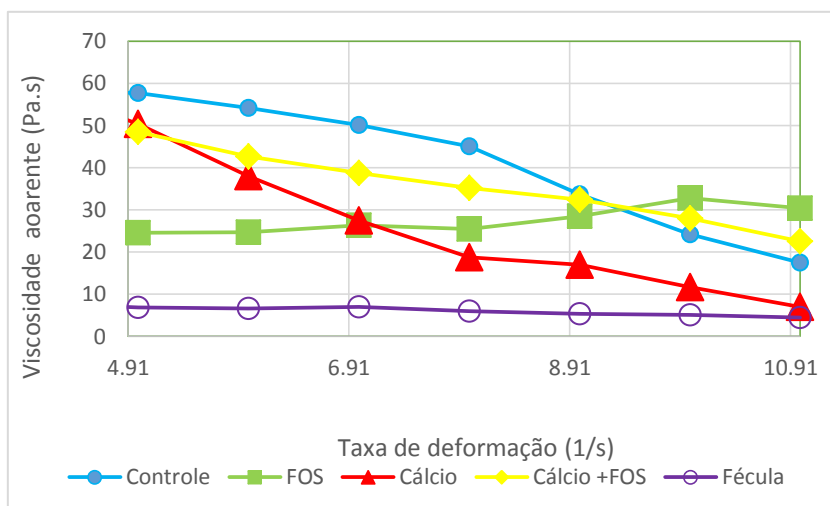


Figura 18 Relação entre viscosidade aparente e taxa de deformação das formulações das Pastas a 25°C

As amostras dos produtos ricos em soja, com exceção da amostra rica em fécula adquirida em um supermercado na cidade do Rio de Janeiro, foram processados utilizando as mesmas matérias-primas inclusive com os mesmos lotes de fabricação, em escala piloto, buscando minimizar interferências externas. Na formulação do produto Controle tem-se os seguintes ingredientes em ordem decrescente : água, soja em grão , tomate seco, preparado de soja , óleo de soja, fécula de mandioca, lecitina de soja em pó, goma xantana em pó, ácido láctico, sal, alho em pó, lactato de sódio, sorbato de potássio, Para a formulação do produto final Controle + FOS+ cálcio , após a inclusão dos ingredientes passou a ter a seguinte ordem água, soja em grãos, tomate seco, preparado de soja, óleo de soja, frutoligossacarídeo (rafilose P95) , fécula de mandioca, lecitina de soja em pó, goma xantana em pó, ácido láctico, lactato de cálcio, sal, alho em pó, lactato de sódio, sorbato de potássio. Esta comparação das ordens dos ingredientes, mostra que a inclusão de FOS é significativo dentro da amostra. O comportamento reológico pode ser afetado por muitos fatores, dentre eles: métodos de processamento, variedade, temperatura , métodos analíticos e técnicas instrumentais (MUNIZAGA e CÁNOVAS, 2005).

Todas as formulações tiveram o gráfico ajustado para o modelo de Potência, com exceção ao Pasta Controle + FOS.

Tanto a pasta comercial com maior quantidade de fécula, tanto a pasta desenvolvida com grãos de soja, apresentaram comportamento pseudoplástico de acordo com as Figuras 9 a 19. No caso da amostra do produto Controle, e suas variações com a adição de FOS e cálcio, a formulação possui um grande percentual de grãos de soja, que pode explicar este comportamento. Os pesquisadores Forster e Ferrier (1979) já relataram em seus estudos a

respeito de leite de soja oriundo de grãos tem um comportamento não-newtoniano pseudoplástico (OGUNTUNDE e AKINTOYE, 1990). O comportamento da soja tem valores altos de coeficiente de consistência, de acordo de sua composição proteica e as paredes celulares (WANG *et al*, 2000).

Após a estabilização do efeito de deformação, todas as pastas passam a apresentar um comportamento próximo do Newtoniano. A inclusão do cálcio provocou uma queda considerável de aproximadamente de 40 Pas.s na viscosidade, como demonstrado na Figura 18.

Os resultados das análises físico-químicas (Tabela 3) e o teste rotacional (Tabela 6) indicam que ocorreram algumas alterações com a inclusão do Ca (lactato) e FOS (rafilose P95) em conjunto, ou isoladamente.. Houve um aumento de 1,0 % nos teores de cinza, de 5,6% na umidade e diminuição de 6,3 % nos carboidratos. Este aumento na umidade do produto pode ter contribuído para uma maior fluidez da amostras que explicaria a diminuição no valor da viscosidade aparente inicial.

O produto pasta com grãos de soja (Controle) é uma emulsão de água em óleo, que com a inclusão de outros ingredientes foi alterada para manter sua estabilidade. É de conhecimento que o cálcio adicionado a uma emulsão que contenha extrato de soja, afeta sua estabilidade (MÁRQUES e WAGNER, 2010). Pesquisadores estudaram interação de sais de cálcio em emulsões de água em óleo e concluíram que a interação do cálcio com as proteína de soja tem efeito sobre a reologia das emulsões preparadas com extrato de soja. A sinergia do cálcio com as proteínas pode gerar um aumento na rigidez do filme interfacial, afetando a viscosidade aparente das emulsões. No estudo de Márques e Wagner (2010), o cálcio aumentou a viscosidade aparente, devido a coagulação de proteínas de soja.

De forma geral, o teor de umidade com a inclusão de cálcio e FOS foi o parâmetro físico-químico mais afetado. A pasta controle teve uma medição de umidade de 38,1% ; com a inclusão do FOS, o teor de umidade aumentou significativamente para 58,1%, o que pode ser explicado pelo fato dos oligossacarídeos terem comportamento das fibras dietéticas que absorvem água (MARTINS *et al*, 2013). Esta água disponível para ligação com o FOS possivelmente é o fator importante para o aumento da viscosidade aparente da amostra, embora os teores de lipídeos declinaram em 11,5% o que sugere que há uma ligação destes com o FOS. A formulação com FOS apresentou uma diminuição de 1,86% no teor de proteínas. Em estudos com suplementação de inulina em iogurte de soja não se obteve nenhuma influência relevante da inulina no índice protéico (MARTINS *et al*, 2013).

Na Tabela 6, no início do procedimento de medição com aplicação de uma taxa de cisalhamento de $0,0316 \text{ s}^{-1}$ e velocidade de 0,0741 por minuto, as viscosidade aparentes se comportaram da seguinte forma: a amostra com cálcio apresentou o menor valor 912 Pa.s, a amostra com cálcio e FOS apresentaram 1840 Pa.s, amostra com FOS apresentou 2320 Pa.s e a amostra Controle teve uma viscosidade aparente de 1660 Pa.s. O maior valor para a amostra com FOS isoladamente se deve ao FOS ser um espessante natural. “A inulina modifica a textura e estabiliza emulsões, esta função está associada à capacidade de aumento da viscosidade em uma solução tendo com resultado a formação de corpo e “moutfell”

(SANCHES, 2010). É perceptível a interferência do cálcio na viscosidade, tanto isoladamente quanto em conjunto com FOS.

Na última medição que seria o ponto do reômetro mais próximo ao que representa a percepção dos alimentos no momento do consumo, tem-se uma taxa de cisalhamento de $31,8 \text{ s}^{-1}$, uma velocidade de 74,6 por minuto e as seguintes medições de viscosidade aparente: para o cálcio o valor 14,5 Pa.s, para FOS 14 Pa.s, para o FOS e cálcio de 23,9 Pa.s e o controle 21,1 Pa.s. De acordo com Araciba e colaboradores (2015), os parâmetros reológicos se correlacionam com a espessura oral, justificado pelo fluxo na boca ser uma combinação de cisalhamento e distribuição. Umbelino e colaboradores (2001) estudaram o enriquecimento do iogurte de soja com lactato de cálcio e obtiveram uma viscosidade aparente de 2,933 Pa.s.

Durante todo o processo de medição, a amostra com cálcio apresentou as menores medidas de viscosidade aparente, a amostra com FOS, apresentou uma queda mais brusca em sua viscosidade aparente. O cálcio em conjunto com o FOS manteve um equilíbrio no comportamento de queda da viscosidade aparente.

Sanches estudou o comportamento reológico de soluções de FOS, inulina com baixo peso molecular, com diferentes temperaturas e concentrações. Todas apresentaram comportamento newtoniano. A temperatura influenciou mais que a concentração das soluções com exceção das soluções com 10% de concentração, na temperatura de 25°C (SANCHES, 2010).

A viscosidade aparente inicial da pasta comercial rica em fécula foi muito menor quando comparada a qualquer das formulações ricas em soja em grãos, no ponto mais próximo da taxa de cisalhamento do consumo, a viscosidade aparente foi de 4.4 Pa.s. Sem a presença de percentuais significativos de grãos de soja é possível ter uma textura mais cremosa.

Nenhuma das formulações das pastas processadas com grãos de soja apresentou uma viscosidade aparente próxima do produto comercial rico em fécula.

Rasaq e colaboradores (2011), relataram em seus estudos sobre tapioca de três variedades, que suas características de fluxo são não-newtoniano, pseudoplástico, nas três variedades, independente do teor de sólidos das mesmas e na faixa de temperatura de $30-70^{\circ}\text{C}$ (RASAQ *et al*, 2011).

O amido é um polímero solúvel que tem propriedades viscoelásticas e pode, quando adicionado a um alimento, promover dispersões viscosas, formação de géis e soluções, e pode facilmente modificar sua textura, podendo ser usados como espessantes (TONELLI *et al*, 2005).

5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

O produto obteve ganhos em termos de proteína ao ser comparado ao que é vendido à base de fécula. Quanto à vida de prateleira, o produto refrigerado atingiu os 60 dias para “*shelf-life*”. Apesar do produto Controle ter um teor maior de proteínas do que produto final Controle + Ca+ FOS, ainda sim a quantidade de proteína é relevante, além dos benefícios do aumento das fibras, a presença do cálcio é fundamental para a saúde dos ossos e FOS ingrediente probiótico que ajuda na absorção do cálcio.

Conclui-se que as pasta desenvolvida com grãos de soja (Controle + Ca+FOS) é reologicamnte muito diferente da pasta a base de fécula. Com os reogramas é possível simular com outras formulações ou aditivos o comportamento do produto, e comparar com produtos concorrentes .

A viscosidade aparente deste produto, na taxa de cisalhamento final aplicada para a amostra Controle + Ca +FOS foi muito próxima da amostra já existente no mercado rica em grãos, no entanto a alteração da viscosidade aparente do produto mostrou que o consumidor pode realmente ser sensível a alterações reológicas como demonstra estudos de psicoreologia.

5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ARANCIBIA, C; BAYARI, S; COSTELL, E; Effect of hydrocolloid on rheology and microestrutre of high-protein soy dessert. **J Food Sci. Technolol** v 52, p 6435-6444, 2015.

ARUOMA, O. I. Functional nutraceuticals. **Toxicology**. 278:2–5, 2010.

BERNAL-M.L,O; ALVES F,L,G,J; TEIXEIRA; FERREIRA P.F.W; FILHO, M,F; Stability and functionality of synbiotic soy food during shelf-life. **Journal of Functional Foods**, **35** 134-145 (2017).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62 DAS de 26/08/2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC n. 269, 22 de setembro de 2005. O Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n 31 de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de alimentos adicionados de nutrientes essenciais. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília., 30 mar,1998, seção I-E, pág 4.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n 451 de 19 de setembro de 1997. Regulamento técnico Princípios gerais para o estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos. Revogada pela Resolução nº12 de 02/01/0.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária RDC nº278 de 22 de setembro de 2005. Aprova as categorias de alimentos embalados dispensados e com obrigatoriedade de registro.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária Resolução RDC nº 359 de 12/12/03. Regulamento técnico que estabelece as porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução. RDC n. 12, 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 10 jan. 2001. p.45-53.

BRAGA, A. C. C. ; RODRIGUES, A. M. C. ; SILVA, L. H. M. . Efeito da temperatura e do tamanho de partículas no comportamento reológico do suco de abacaxi pérola (*Ananas comosus* L. MERR.).

BRANDSTÄTTER, M; Viscosity measurement of food with the Ball measuring System for the RheolabQC, www.anton-paar.com/br acessado em 23/03/17 às 15:19 horas.

CORRADINI, C; LANTANO, C; CAVAZZA A; Innovative analytical tools to characterize prebiotic carbohydrates of functional food interest. **Anal Bioanal Chem** (2013) 405:4591-4606.

ENNIS, M.J; CHRISTENSEN, R.H. B; Precision of measurement in Tetrad testing. **Food Quality and Preference**. v 32,p 98-106, 2014.

HEINRICH, M., DHANJI, T., CASSELMAN, I. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) — A phytochemical and pharmacological assessment of the species' health claims. **Phytochemistry Letters**.4:10-21, 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 62, SDA de 26 DE AGOSTO DE 2003 Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água (MAPA).

LIMA, E.C.S, CARDOSO M.H. Bebida de soja (*Glycine max*) e Acerola (*Malpighia Punicifolia*) adicionada com cálcio. **Alim. nutr.**, Araraquara, v 23, n.4, p 467-473, 2012.

MÁRQUEZ A-L; WAGNER J,R; rheology double (w/o/w) emulsions prepared with soybean milk and fortified with calcium. **Journal of Texturics** 41 (2010) 651-671.

MARTINS, H, G; KWIATKOWSKI, A; BRACHT, L; STRUTKOSKE, Q, L, C; HAMINIUK, I, W, C; Perfil físico-químico, sensorial e reológico de iogurte elaborado com extrato hidrossolúvel de soja e suplementado com inulina. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v 15, n.1, p 93-102, 2013.

MATTOS, C, M; Elaboração de uma barra de cereal com ingredientes prebióticos e isenta de glúten. Dissertação de mestrado, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, 2015.

MATTAR, R. E MAZO, D.F.C. Intolerância à lactose: mudanças de paradigmas com a biologia molecular. **Revista Associação Médica Brasileira**, n.56, vol.2, p.230-236, 2010.

MESA, D. M, SILVÁN, M.JOSE, OLZA, GIL, A, DEL CASTILHO, D.M. Antioxidant properties of soy protein-fructooligosaccharide glycation systems and its hydrolyzates. **Food Research Internacional**, n.41, p 606-615, 2008.

MUNIZAGA, G.T.; CÁNOVAS, G.V.B. Rheology for the food industry. *Journal of Food Engineering*, v.67, p.147-156, 2005.

OGUNTUNDE, A.O; AKINTOYE, O, A; Measurement and Comparasion of Density, Specific Heat and Viscosity of Cow's Milk and Soymilk. **Journal of Food Engineering** 13 (1991) 221-230.

RASAQ- A; ADEBOWALE, A; LATEEF, O; SANNI. Effects of solid content and temperature on viscosity of tapioca meal. **J Food Sci Technol (may-June 2013) 50 (3) 573-578 DOI 10.1007/s13197-011-0363-7.**

SANCHES M.F; Caracterização física de soluções de inulina e FOS por análise de textura e comportamento reológico. **Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal Santa Catarina para obtenção de título em Engenharia Química.**

SILVA, M.A.A..P; Métodos de avaliação sensorial dos alimentos. Universidade Estadual de Campinas. (2008).

TEIXEIRA, L.V; Análise sensorial na Indústria de Alimentos. **Rer. Inst.Latic. “Cândido Tostes”**. n 366, p. 12-21, 2009.

TOKUNAGA, T; Novel physiological function of fructooligosaccharides. **BioFactors**, v 21 p 84-89 (2004).

TONELI, L.C.T.J; MURR, X. E.F; PARK, J.K. Estudo da reologia de polissacarídeos utilizados na industria de alimentos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. v.7,n 2, p.181-204,2005.

UDANI, J.K.; SINGH, B.B.; SINGH, V.J.; BARRETT, M.L. Effects of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) berry preparation on metabolic parameters in a healthy overweight population: a pilot study. **Nutrition Journal**. 10:45-47, 2011.

UMBELINO, D. C., ROSSI. E. A., CARDELLO, H. M.A.B., LEPERA, J.S. Aspectos tecnológicos e sensoriais do “iogurte” de soja enriquecido com cálcio. **Ciênc. Tecnol. Aliment**. vol 21 nº 3, 2001.

WANG, S.H; MAIA, H,L;SILVA,L,F; CABRAL, C,L; Estudos das propriedades reológicas e sensoriais após reconstituição dos mingaus desidratados de arroz e soja. **Ciênc. Tecnol. Aliment**. v,20 n,1 Campinas, abr. 2000.

VASQUES, T.C; Reologia do suco de goiaba : efeito da diluição e do tamanho da partícula. Dissertação para obtenção do título de Mestre em Engenharia de alimentos. **Universidade Federal de Santa Catarina**, 2003.

ZAKIR, M.M; FREITAS, I,R; Benefícios á saúde humana do consumo de isoflavonas presentes em produtos derivados da soja. **Journal of Bionergy and Food Science**, v.2, p 107-116, 2015.

5-CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos do trabalho foram alcançados, foi desenvolvida uma pasta de grãos de soja, adicionada de cálcio, e com alegação de propriedade funcional, tanto para a presença de isoflavonas, quanto para a presença de frutoligossacarídeo.

Com o estudo dos parâmetros físico-químicos, foi possível mensurar e comparar com um concorrente do mercado com uma formulação rica em lecitina, o ganho nutricional da pasta, principalmente quanto à quantidade de proteína.

A análise sensorial demonstrou que a inclusão de FOS e cálcio foi percebida pelos consumidores. O comportamento reológico das amostras mostrou como cada tipo de ingrediente adicionado altera os parâmetros, em especial a viscosidade.

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALEJANDRO, R.M; GRANATO, D. LAJOLO, M.F; GENOVENESE, I.M; Nutritional Aspects of Second Generation Soy Foods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v,59,p 5490-5497, 2011.

AL- WAHSH, I. A; HORNER,H.T; PALMER, R.G; REDDY, M.B; MASSEY, L.K; Oxalate and Phytate of Soy Foods. **Journal of Agricultural and food Chemistry**, v 53 p 5670-5674, 2005.

AÑÓN, M.C, LAMBALLERIE de M, SPERONI. F.Effect of high pressure on solubility and aggregability of calcium-added soybean proteins. **Innovative food science and emerging techonologies**, v16, p155-162, 2012.

ARANCIBIA, C; BAYARI, S; COSTELL, E; Effect of hydrocolloid on rheology and microestrutre of high-protein soy dessert. **J Food Sci. Technolol** v 52, p 6435-6444, 2015.

ARUOMA, O. I. Functional nutraceuticals. **Toxicology**. 278:2–5, 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL GHEMISTS. Official Methods of Analysis of the Association of Official Anaytical Chemists. 16 ed, v.2. Arlington: A.O.A.C., 1995, Chapter 50,p.14. (method 985.35).

BERNAL-M.L,O; ALVES F,L,G,J; TEIXEIRA; FERREIRA P.F.W; FILHO, M,F; Stably and funcionality of synbiotic soy food during shelf-life. **Journal of Functional Foods**, 35 (2017) 134-145.

BOATTO, A.D, MESOMO, C.M; MADRONA; S.G, BRANCO; G.I; MATUMOTO-PINTO, T.P; Desenvolvimento e caracterização de queijo tipo petit suisse de soja comum e de soja livre de de lipoxigenase enriquecido com cálcio. **Ciência e tecnologia de tecnologia de alimentos**, v 30 (3), p 766-770, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62 DAS de 26/08/2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária Resolução nº18, 30 de abril de 1999. Regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária Resolução RDC nº 359 de 12/12/03. Regulamento técnico que estabelece as porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária Resolução RDC nº54, 12 de novembro de 2012. Regulamento técnico sobre Informação Nutricional Complementar.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária Portaria nº278 22 de maio de 2005. Aprova o regulamento interno da Comissão da Biossegurança em Saúde.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária RDC nº278 de 22 de setembro de 2005. Aprova as categorias de alimentos embalados dispensados e com obrigatoriedade de registro.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária RDC nº27 de 13 de janeiro de 1998. Aprova o reglamento técnico referente a informações nutricionais e complementar.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC n. 269, 22 de setembro de 2005. O Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n 31 de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de alimentos adicionados de nutrientes essenciais. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília., 30 mar, 1998, seção I-E, pág 4.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n 451 de 19 de setembro de 1997. Regulamento técnico Princípios gerais para o estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos. Revogada pela Resolução nº12 de 02/01/0.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução. RDC n. 12, 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 10 jan. 2001. p.45-53.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria 398, de 30 de abril de 1999. Regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 03 mai. 1999.

BRASIL FOOD TRENDS, 2020, disponível em: www.brazilfoodtrends.com.br, acesso em 21/06/2017 às 22:14 horas.

BRAGA, A. C. C. ; RODRIGUES, A. M. C. ; SILVA, L. H. M. . Efeito da temperatura e do tamanho de partículas no comportamento reológico do suco de abacaxi pérola (*Ananas comosus* L. MERR.)

BRANDSTÄTTER, M; Viscosity measurement of food with the Ball measuring System for the RheolabQC, www.anton-paar.com/br acessado em 23/03/17 às 15:19 horas.

CAMPOS, D.C.P, ANTONIASSI, R. DELIZA. R., FREITAS, S. C., FELBERG I. Molho cremoso à base de extrato de soja: estabilidade, propriedades reológicas, valor nutricional e aceitabilidade do consumidor. **Ciência e tecnologia de tecnologia de alimentos**. vol.29 nº4, 2009.

MUNIZAGA, G.T.; CÁNOVAS, G.V.B. Rheology for the food industry. *Journal of Food Engeneering*, v.67, p.147-156, 2005.

CASÉ, F; DELIZA, R; ROSENTHAL, A; MANTOVANI, D; FELBERG, I; Produção de “leite” de soja enriquecido com cálcio. **Ciência e tecnologia de tecnologia de alimentos**. , v 25, p86-91, 2005.

COELHO, L.F; Isolamento e seleção de microorganismos e desenvolvimentos de tecnologia para produção de ácido láctico. Tese apresentada ao Instituto de Biociências da UNESP, Rio Claro,2011.

CORRADINI, C; LANTANO, C; CAVAZZA A; Innovative analytical tools to characterize prebiotic carbohydrates of functional food interest. **Anal Bioanal Chem** (2013) 405:4591-4606.

CUNHA, C.P; FELBERG, I; GODOY, R.L.O; PEREIRA, J.N.;OLA, D.R.; PACHECO, S.;BRAZ FILHO, R. Avaliação da estabilidade das isoflavonas em extrato de soja, **VI CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA**, CUIABÁ, 2012.

DOMINGUEZ, A.L; RODRIGUES, R, L; LIMA M.N; TEIXEIRA, J.T; An overview of recente developments on Frutooligosaccharide production and aplications. **Food bioprocess technology**, vol 7, 324-337, 2014.

EMBRAPA. <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1> acessado em 05/09/2017 as 22:31 horas ;

ENNIS, M.J; CHRISTENSEN, R.H. B; Precision of measurement in Tetrad testing.**Food Quality and Preference**. v 32,p 98-106, 2014.

EKE,J; ACHINEWHU, S, C; SANNI, O; Functional properties of cassava tapioca grits. **International Joournal of Food Properties**, **13:427-440, 2010**.

FELBERG, I, DELIZA, R. GONÇALVES, E.B.; ANTONIASSI. R., FREITAS.S.C, CABRAL, L.C. Bebida mista de extrato de soja integral e castanha-do-Brasil: Caracterização físico-química, nutricional e aceitabilidade do consumidor. **Alim. nutr.**, Araraquara, vol 15, n.2, p 163-174, 2004.

GALÁN, M.G; DRAGO, S, R; Effects of soy protein and calcium levels on mineral bioaccessibility and protein digestibility from enteral formulas. **Plant foods hum nutr** v 69 p 283-289 (2014).

GEVONESE, I, M; ALEZANDRO, R, M; GRANATO, G; LAJOLO, M, F; Nutrition Aspects of Second Generation Soy Foods, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**

GOES-FAVONI, P, S; BELÉIA, D,A;CARRÃO-PANIZZI,C, M; MANDARINO,G,JM; Isoflavonas em produtos comerciais de soja, **Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas**, vol 24 (4) 582-586, 2004.

GRANATO, D; MASSON M, L; FREITAS, S, R, J; Stability studies and shelf life estimation of a soy-based dessert, **Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas**, vol 30 (3) , p 797-807, 2010.

HAYAT, H; ELSATTAR, A; AMAR; M;H; HALEEM, A; Production of soybean butter using diferente technological tratments. *Food Science and Tecnology* v69, pag 40-46, 2016

HAULY, O, M, C; FUCHS, R; PRUDENCIO, S; Suplementação de iogurte de soja com FOS características. **Revista Nutrição Campinas**, vol 18 (5), October, 2005.

HEANEY. Bioavailability of the calcium in fortified soy imitation milk, with some observations on method **American Journal Clinical Nutrition**, vol 71, 1166-9, 2000.

HEINRICH, M., DHANJI, T., CASSELMAN, I. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) — A phytochemical and pharmacological assessment of the species' health claims. **Phytochemistry Letters**.4:10-21, 2011.

HELOU, B,M,C; Revisão e atualização em fisiologia e fisiopatologia renal, papel do cálcio na sinalização celular. **Journal Brasileiro de Nefrologia**, 1996, 18 (11) 155-158.

HOOSHMAND, S., JUMA,S., ARJMANDI, H.B., Combination of Genistin and Fructooligosaccharides Prevent Bone Loss in Ovarium Hormone Deficiency. **J med food.**, v 12,p 320-325,2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 62, SDA de 26 DE AGOSTO DE 2003 Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água (MAPA)

KAGAWA, A. Standard table of food composition in Japan. Tokyo: **University of Nutrition for women**, p. 104-105, 1995.

LI, q, XIA Y; ZHOU, L; XIE, J; Evaluation on the rheological, textural, microstrutural and sensory properties of soy cheese spreads, **Food and Bioproducts Processing** v 91 p 429-439, 2013.

LIMA, E.C.S, CARDOSO M.H. Bebida de soja (*Glycine max*) e Acerola (*Malpighia Punicifolia*) adicionadacom cálcio. **Alim. nutr.**, Araraquara, v 23, n.4, p 467-473, 2012.

LOPEZ-FERNANDEZ, A; LAMOTHE, M; DENAYROLLES, M; Removing isoflavones from modern soyfood: Why about you? **Food Chemistry** v 210, p 286-294, 2016.

MÁRQUEZ, A.L; SALVATORE. G.N;OTERO ,R.G;WAGNER, J.R; PALAZOLO,G.G; Impacto of freeze-thaw treatment on the stability of calcium-fortified soy beverages. **Food Science and Technology** v 62, p 474-481, 2015.

MÁRQUEZ A-L; WAGNER J,R; rheology double (w/o/w) emulsions prepared with soybean milk and fortified with calcium. **Journal of Texturics** 41 (2010) 651-671

MARTINS, H, G;KWIATKOWSKI, A; BRACHT,L;STRUTKOSKE, Q,L,C; HAMINIUK,I,W,C; Perfil físico-químico, sensorial e reológico de iogurte elaborado com extrato hidrossolúvel de soja e suplementado com inulina. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v 15, n.1, p 93-102, 2013.

MATOS, C, M; Elaboração de uma barra de cereal com ingredientes prebióticos e isenta de glúten. Dissertação de mestrado, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, 2015.

MATTAR, R. E MAZO, D.F.C. Intolerância à lactose: mudanças de paradigmas com a biologia molecular. **Revista Associação Médica Brasileira**, n.56, vol.2, p.230-236, 2010.

MESA, D. M, SILVÁN, M.JOSE, OLZA, GIL,A, DEL CASTILHO, D.M. Antioxidant properties of soy protein-fructooligosaccharide glycation systems and its hydrolyzates. **Food Research Internacional**, n.41, p 606-615, 2008.

MESSINA, M; Soy foods, isoflavones, and the health of postmenopausal women. **The American Journal of Clinical Nutrition** , 432S-30S, 2014.

MIGUEL, P.R., MARMITT, T.;SCHLABITZ, C, HAUSCHILD,F.A.D., SOUZA,C.F.V., Desenvolvimento e Caracterização de “iogurte” de soja sabor morango produzido com extrato de soja desengordurado enriquecido com cálcio. **Alim. nutr.**, Araraquara, vol 21, n.1, p 57-63, 2010.

MILLER, M. Measuring the flow curve of meat sauce containing meat chunks,2014.
www.anton-paar.com/br acessado em 23/03/17 às 15:19 horas.

MOORE, N; CHAO, C;YANG,L;STORM, H; HEMKER,M;SAAVEDRA J.M; Effects of fructo-oligosaccharide-supplemented infant cereal: a double-blind, randomized trial. **British Journal of Nutrition** vol 90, 581-587, 2003.

MUNHOZ, L, C; SILVA T, V; TELEGINSKI F.;POPOSKI M.;SANJINEZ-ARGANDONA, E, J; Elaboração de sorvete de soja e de uma cobertura crocante a partir de okara, **Ambiência Guarapuava** , v.6 n.3 p. 493,500, 2010.

NEMITZ, M.C; ARGENTA, D.F; KOESTER,L.S;BASSANI, V.L; POSER, G.L; TEIXEIRA, H.F; The internacional scenario of patentes concerning isoflavones. **Trends in Food Science & Technology** v 49 p 85-95, 2016.

OGUNTUNDE, A.O; AKINTOYE,O, A; Measurement and Comparasion of Density, Specific Heat and Viscosity of Cow’s Milk and Soymilk. **Journal of Food Engineering** 13 (1991) 221-230.

PASSOS, L.M.L; PARK, K.Y. Fructooligosacarídeos : implicações na saúde humana e utilização em alimentos. **Ciência Rural** v.33,n 2, Abril 2003.

PATHOMRUNGSIYOUNGGUT, P; LEWIS, J. M; GRANDISON, S, A; Effects of calcium-chelating agents and pasteurisation on certain properties of calcium- fortified soy milk. **Food Chemistry** , v 118, p 808-804, 2010.

PIMENTEL, B, M, V, C; FRANCKI, M,V,GOLLÜCHE, B.P.A; Alimentos Funcionais: Introdução às principais substâncias biostivas em alimentos. Livraria Varela, 2005.

QINGHUI, L; YUELAN, X; LI,ZHOU; JINLI,X; Evaluation of the reological, textural, microstrutural and sensory properties of soy cheese spreads. **Food and Bioproducts Processing**,v 91, p 429, 439, 2013.

RASAQ- A; ADEBOWALE, A; LATEEF, O; SANNI. Effects of solid contente and temperature on viscosity of tapioca meal. **J Food Sci Technol (may-June 2013) 50 (3) 573-578 DOI 10.1007/s13197-011-0363-7.**

SANCHES M.F; Caracterização física de soluções de inulina e FOS por análise de textura e comportamento reológico.**Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal Santa Catarina para obtenção de título em Engenharia Química.**

SILVA, M. R; SILVA, M.A.A.P. Aspectos nutricionais de fitatos e taninos. **Rev Nutr. Campinas-** v12(1):5-19, jan/abr.,1999.

SILVA, N; JUNQUEIRA,A,C,V;SILVEIRA, A.F.N; . V, **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos, São Paulo, Ed. Livraria Valéria, 1997. Impresso em 2001.**

SILVA, S.O; OLIVEIRA, E.F.;OLIVEIRA,G.B.A.;SILVA,J.B.; CAMPOS-FILHO,P.J.;MANSARNOJ.M.G.;CARRÃO-PANIZZI, M.CA.; Composição centesimal e solubilidade da proteína de cultivares de soja especiais para alimentação humana no processamento de extrato solúvel de soja. **III JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 2013.**

SILVA, L.T.S. **Thermophysical Properties and Rheological Behavior of Buffalo milk and Whey.** Itapetinga–BA: UESB, 2014. 65p. (Dissertation–Master in Food Engineering).

SILVA, M.A.A.P; Métodos de avaliação sensorial dos alimentos. Universidade Estadual de Campinas. (2008).

STEEF,J, F; Rheological Methods in Food Processo Engineering, 2edition, East Lansing Freeman Press 1996, 412p.

TEIXEIRA, L.V; Análise sensorial na Indústria de Alimentos. **Rer. Inst.Latic. “Cândido**

Tostes". n 366, p. 12-21, 2009.

THOMPSON, D, B;HUANG,C;SIEGLAFF, C; Rheological behavior of soluble polysaccharidefractions from soybeans. **Food Hydrocolloids** vol .1 n° 4 p333-337, 1987.

TOKUNAGA, T; Novel physiological function of fructooligosaccharides. **BioFactors**, v 21 p 84-89 (2004).

THIELE,M;GAJJAR,M; The influence of geometry on yield stress measurement on chocolat. www.anton-paar.com/br acessado em 23/03/17 às 15:19 horas.

TONELI, L,C.T.J; MURR, X. E.F; PARK, J.K. Estudo da reologia de polissacarídeos utilizados na industria de alimentos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. v.7,n 2, p.181-204,2005.

UDANI, J.K.; SINGH, B.B.; SINGH, V.J.; BARRETT, M.L. Effects of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) berry preparation on metabolic parameters in a healthy overweight population: a pilot study. **Nutrition Journal**. 10:45-47, 2011.

UMBELINO, D. C., ROSSI. E. A., CARDELLO, H. M.A.B., LEPERA, J.S. Aspectos tecnológicos e sensoriais do “iogurte” de soja enriquecido com cálcio. **Ciência tecnologia alimentos** vol 21 n° 3, 2001.

WEI,P; LIU, M;CHEN, Y;CHEN, D; Systematic review of soy isoflavone supplements on osteoporosis in women. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, p 243-248, 2012.

VANDERPLAST,Y; CASTRELLON,G,P; RIVAS, R; GUTIÉRREZ,J, C; GARCIA, D,L; JIMENEZ, E, J; ANZO, A; HEGAR,B;ALARCON, P; Systematic Review with Meta-Analysis Safety of soya-based infant formulas in children. **British Journal of Nutrition**, vol 111, 1340-1360, 2014.

VEGA, R; ZUNINGA- HANSEN, M.E; The effect of processing conditions on the stability of fructooligosaccharides in acidic food products. **Food Chemistry** v 173, p 784-789 (2015).

VILLALVA, H.M.M; Modificação química para obtenção de um isolado proteico de soja com solubilidade semelhante à da caseína humana. **Dissertação de Mestrado , Universidade Federal de Viçosa**, 2008.

VIERA, J.C; MONTENEGRO, F.M; LOPEZ, A.S; PENA, R, S; Influência da adição de fécula de mandioca nas características do pão tipo chá. **B Ceppa** v 26, n1, p 37-48 (2010).

YEO. S; LIONG, M; Angiotensin I- converting enzyme inhibitory activity and bioconversion of isoflavones by probiotics in soy milk supplemented with prebiotics. **International Journal of Food Science and Nutrition** v 61 (2), p 161-181, 2010.

ZAKIR, M.M; FREITAS, I,R; Benefícios á saúde humana do consumo de isoflavonas presentes em produtos derivados da soja. **Journal of Bionergy and Food Science**, v.2, p 107-116, 2015.

ZULKURNAIN, M; GOH, M; KARIM.A.A; LIONG; .Development of a soy-based cream cheese. **Journal of Texture Studies** v.39,p 635-654, 2008.

07-APÊNDICE

ANEXO 1

| SITUAÇÃO DA PESQUISA | | | | | | | | | |
|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Marcar Todas | <input checked="" type="checkbox"/> Não Aprovado no CEP | <input checked="" type="checkbox"/> Recurso Submetido ao CEP | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Aprovado | <input checked="" type="checkbox"/> Pendência Documental Emitida pela CONEP | <input checked="" type="checkbox"/> Recurso Submetido à CONEP | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Em Apreciação Ética | <input checked="" type="checkbox"/> Pendência Documental Emitida pelo CEP | <input checked="" type="checkbox"/> Recurso não Aprovado no CEP | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Em Edição | <input checked="" type="checkbox"/> Pendência Emitida pela CONEP | <input checked="" type="checkbox"/> Retirado | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Em Recepção e Validação Documental | <input checked="" type="checkbox"/> Pendência Emitida pelo CEP | <input checked="" type="checkbox"/> Retirado pelo Centro Coordenador | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Não Aprovado - Não Cabe Recurso | | | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Não Aprovado na CONEP | | | | | | | | | |

| LISTA DE PROJETOS DE PESQUISA: | | | | | | | | | |
|--------------------------------|----------------------|--------|--------------------------|---|---|--------|-------------------|----------|------|
| Tipo | CAAE | Versão | Pesquisador Responsável | Comitê de Ética | Instituição | Origem | Última Apreciação | Situação | Ação |
| P | 51975715.7.0000.5268 | 1 | Luciana Cardoso Nogueira | 5268 - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - IFRJ | INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO | PO | PO | Aprovado | |

ANEXO 2

MODELO DE FICHA DO TESTE TRIANGULAR

Nome : _____ sexo: _____ idade _____

Data ____/____/2017

Por favor, prove as amostras codificadas de pasta de soja de tomate seco da esquerda para a direita, lavando o palato entre as trocas das amostras. Duas amostras são iguais e uma diferente. Identifique a amostra diferente e circule seu código

235

449

420

Comentários: _____

9. DADOS COMPLEMENTARES

Data Series Information

Name: pasta de soja - controle 1
 Number of Intervals: 2
 Application: RHEOPLUS/32 V3.61 21006070-33024
 Device: MCR302 SN81105724; FW3.65; Slot(7,-1)
 Measuring
 Date/Time: 30/12/2011; 09:41
 Measuring System: BM12/Q1-SN45673; d=0 mm
 Accessories: TU1=TEKM90-C-SN82053352

Calculating
 Constants:

0,42666
 - Csr [min/s]: 7
 - Css [Pa/mNm]: 15
 - Start Delay Time
 [s]: 5,897
 - Substance Density [rho]: 1.000
 - Measurement
 Type: 6
 - Axial Compliance [m/N]: 1,00E-06
 - Position [m]: 1,00E-06

Interval: 1
 Number of Data Points: 31

Time Setting: 31 Meas. Pts.
 Meas. Pt. Duration 4 ... 0,076 s log

Measuring Profile:

Shear Rate $d(\gamma)/dt = 0,03162 \dots 31,62 \text{ 1/s log; } |\text{Slope}| = 10 \text{ Pt. / dec}$

| Meas. Pts. | Shear Rate [1/s] | Shear Stress [Pa] | Viscosity [Pa·s] | Speed [1/min] | Temperatur e [°C] | Torque [μNm] | Status [] |
|---------------|------------------------|-------------------------|---------------------|------------------|-------------------------|-----------------|--------------|
| 1 | 0,0316 | 51,8 | 1.640 | 0,0741 | 24,8 | 3.450 | Dy_auto |
| 2 | 0,0398 | 61,7 | 1.550 | 0,0933 | 24,8 | 4.110 | Dy_auto |
| 3 | 0,0501 | 65,8 | 1.310 | 0,117 | 24,8 | 4.390 | Dy_auto |
| 4 | 0,0631 | 68,4 | 1.080 | 0,148 | 24,8 | 4.560 | Dy_auto |
| 5 | 0,0794 | 71,3 | 897 | 0,186 | 24,8 | 4.750 | Dy_auto |
| 6 | 0,1 | 77,6 | 777 | 0,234 | 24,8 | 5.180 | Dy_auto |
| 7 | 0,126 | 86,2 | 685 | 0,295 | 24,8 | 5.750 | Dy_auto |
| 8 | 0,158 | 96 | 606 | 0,371 | 24,8 | 6.400 | Dy_auto |
| 9 | 0,2 | 106 | 529 | 0,468 | 24,8 | 7.040 | Dy_auto |
| 10 | 0,251 | 116 | 464 | 0,589 | 24,8 | 7.760 | Dy_auto |
| 11 | 0,316 | 132 | 416 | 0,741 | 24,8 | 8.770 | Dy_auto |
| 12 | 0,398 | 144 | 362 | 0,933 | 24,8 | 9.600 | Dy_auto |
| 13 | 0,501 | 156 | 311 | 1,17 | 24,8 | 10.400 | Dy_auto |
| 14 | 0,631 | 174 | 276 | 1,48 | 24,8 | 11.600 | Dy_auto |

| | | | | | | | |
|----|-------|-----|------|------|------|--------|-------------------|
| 15 | 0,798 | 178 | 223 | 1,87 | 24,8 | 11.900 | Dy_auto |
| 16 | 1 | 187 | 187 | 2,34 | 24,8 | 12.500 | Dy_auto |
| 17 | 1,25 | 192 | 154 | 2,93 | 24,8 | 12.800 | Dy_auto |
| 18 | 1,59 | 207 | 130 | 3,73 | 24,8 | 13.800 | Dy_auto |
| 19 | 2,01 | 205 | 102 | 4,71 | 24,8 | 13.600 | Dy_auto |
| 20 | 2,53 | 197 | 77,9 | 5,92 | 24,8 | 13.100 | Dy_auto |
| 21 | 3,13 | 215 | 68,5 | 7,35 | 24,8 | 14.300 | Dy_auto WMa,Dy |
| 22 | 3,96 | 254 | 64,2 | 9,28 | 24,8 | 16.900 | _ |
| 23 | 4,91 | 303 | 61,7 | 11,5 | 24,8 | 20.200 | _ |
| 24 | 6,2 | 361 | 58,3 | 14,5 | 24,8 | 24.100 | _ |
| 25 | 7,71 | 445 | 57,7 | 18,1 | 24,8 | 29.700 | _ |
| 26 | 9,77 | 529 | 54,1 | 22,9 | 24,8 | 35.300 | _ |
| 27 | 12,3 | 618 | 50,1 | 28,9 | 24,8 | 41.200 | _ |
| 28 | 15,6 | 704 | 45 | 36,7 | 24,8 | 47.000 | _ |
| 29 | 19,9 | 668 | 33,6 | 46,6 | 24,8 | 44.500 | Dy_auto |
| 30 | 25,1 | 606 | 24,2 | 58,8 | 24,8 | 40.400 | Dy_auto |
| 31 | 32,2 | 562 | 17,5 | 75,4 | 24,8 | 37.400 | Dy_auto |

Interval: 2
Number of Data Points: 0

Time Setting: 2 Meas. Pts., Reject
Meas. Pt. Duration 5 s

Measuring Profile:
Shear Rate $d(\gamma)/dt = 0.1/s$

Data Series Information

Name: pasta de soja - FOS 1
Number of Intervals: 2
Application: RHEOPLUS/32 V3.61 21006070-33024
Device: MCR302 SN81105724; FW3.65; Slot(7,-1)
Measuring
Date/Time: 30/12/2011; 10:25
Measuring System: BM12/Q1-SN45673; d=0 mm
Accessories: TU1=TEKM90-C-SN82053352

Calculating
Constants:

0,42666
- Csr [min/s]: 7
- Css [Pa/mNm]: 15

- Start Delay Time
[s]: 6,006
- Substance Density [rho]: 1.000
- Measurement
Type: 6
- Axial Compliance [m/N]: 1,00E-06
- Position [m]: 1,00E-06

Interval: 1
Number of Data Points: 31

Time Setting: 31 Meas. Pts.
Meas. Pt. Duration 4 ... 0,076 s log

Measuring Profile:
Shear Rate $d(\gamma)/dt = 0,03162 \dots 31,62 \text{ 1/s log; } |Slope| = 10 \text{ Pt. / dec}$

| Meas. Pts. | Shear Rate [1/s] | Shear Stress [Pa] | Viscosity [Pa·s] | Speed [1/min] | Temperatur e [°C] | Torque [μNm] | Status [] |
|------------|------------------|-------------------|------------------|---------------|-------------------|--------------|-----------|
| 1 | 0,0316 | 61,8 | 1.960 | 0,0741 | 25,2 | 4.120 | Dy_auto |
| 2 | 0,0398 | 82,9 | 2.080 | 0,0933 | 25,2 | 5.530 | Dy_auto |
| 3 | 0,0501 | 95 | 1.900 | 0,117 | 25,3 | 6.330 | Dy_auto |
| 4 | 0,0631 | 106 | 1.690 | 0,148 | 25,3 | 7.090 | Dy_auto |
| 5 | 0,0794 | 118 | 1.480 | 0,186 | 25,3 | 7.850 | Dy_auto |
| 6 | 0,1 | 130 | 1.300 | 0,234 | 25,3 | 8.650 | Dy_auto |
| 7 | 0,126 | 140 | 1.110 | 0,295 | 25,3 | 9.320 | Dy_auto |
| 8 | 0,158 | 146 | 924 | 0,371 | 25,3 | 9.770 | Dy_auto |
| 9 | 0,2 | 145 | 729 | 0,468 | 25,3 | 9.690 | Dy_auto |
| 10 | 0,251 | 151 | 602 | 0,589 | 25,3 | 10.100 | Dy_auto |
| 11 | 0,316 | 156 | 494 | 0,741 | 25,3 | 10.400 | Dy_auto |
| 12 | 0,398 | 158 | 398 | 0,933 | 25,3 | 10.600 | Dy_auto |
| 13 | 0,501 | 164 | 328 | 1,17 | 25,3 | 11.000 | Dy_auto |
| 14 | 0,631 | 169 | 268 | 1,48 | 25,3 | 11.300 | Dy_auto |
| 15 | 0,798 | 168 | 211 | 1,87 | 25,3 | 11.200 | Dy_auto |
| 16 | 1 | 166 | 166 | 2,35 | 25,3 | 11.100 | Dy_auto |
| 17 | 1,26 | 170 | 134 | 2,96 | 25,3 | 11.300 | Dy_auto |
| 18 | 1,58 | 171 | 108 | 3,71 | 25,3 | 11.400 | Dy_auto |
| 19 | 2 | 183 | 91,6 | 4,69 | 25,3 | 12.200 | Dy_auto |
| 20 | 2,5 | 192 | 76,9 | 5,87 | 25,3 | 12.800 | Dy_auto |
| 21 | 3,19 | 204 | 63,9 | 7,47 | 25,3 | 13.600 | Dy_auto |
| 22 | 4,02 | 200 | 49,8 | 9,41 | 25,3 | 13.300 | Dy_auto |
| 23 | 5 | 208 | 41,6 | 11,7 | 25,3 | 13.800 | Dy_auto |
| 24 | 6,38 | 208 | 32,6 | 14,9 | 25,3 | 13.900 | Dy_auto |
| 25 | 8,11 | 200 | 24,6 | 19 | 25,3 | 13.300 | Dy_auto |
| 26 | 9,57 | 236 | 24,7 | 22,4 | 25,3 | 15.700 | Dy_auto |
| 27 | 12,3 | 323 | 26,3 | 28,7 | 25,3 | 21.500 | WMA,Dy |

| | | | | | | WMa,Dy |
|----|------|-----|------|------|------|----------------|
| 28 | 15,4 | 391 | 25,4 | 36,1 | 25,3 | 26.100 _ |
| 29 | 18,3 | 521 | 28,5 | 42,9 | 25,3 | 34.700 Dy_auto |
| 30 | 22,7 | 742 | 32,7 | 53,2 | 25,3 | 49.500 Dy_auto |
| 31 | 30,1 | 915 | 30,4 | 70,5 | 25,3 | 61.000 Dy_auto |

Interval: 2
Number of Data Points: 0

Time Setting: 2 Meas. Pts., Reject
Meas. Pt. Duration 5 s

Measuring Profile:
Shear Rate $d(\gamma)/dt = 0 \text{ 1/s}$

Data Series Information

Name: pasta de soja - lactato de cálcio 1
Number of Intervals: 2
Application: RHEOPLUS/32 V3.61 21006070-33024
Device: MCR302 SN81105724; FW3.65; Slot(7,-1)
Measuring Date/Time: 30/12/2011; 10:54
Measuring System: BM12/Q1-SN45673; d=0 mm
Accessories: TU1=TEKM90-C-SN82053352

Calculating Constants:

0,42666
- Csr [min/s]: 7
- Css [Pa/mNm]: 15
- Start Delay Time [s]: 6,786
- Substance Density [rho]: 1.000
- Measurement Type: 6
- Axial Compliance [m/N]: 1,00E-06
- Position [m]: 1,00E-06

Interval: 1
Number of Data Points: 31

Time Setting: 31 Meas. Pts.
Meas. Pt. Duration 4 ... 0,076 s log

Measuring Profile:
Shear Rate $d(\gamma)/dt = 0,03162 \dots 31,62 \text{ 1/s log; } |\text{Slope}| = 10 \text{ Pt. / dec}$

| Meas. Pts. | Shear Rate [1/s] | Shear Stress [Pa] | Viscosity [Pa·s] | Speed [1/min] | Temperatur e [°C] | Torque [μNm] | Status [] |
|------------|------------------|-------------------|------------------|---------------|-------------------|--------------|-----------|
|------------|------------------|-------------------|------------------|---------------|-------------------|--------------|-----------|

| | | | | | | | |
|----|--------|------|-------|--------|------|--------|---------|
| 1 | 0,0316 | 33,6 | 1.060 | 0,0741 | 24,8 | 2.240 | Dy_auto |
| 2 | 0,0398 | 41,4 | 1.040 | 0,0933 | 24,8 | 2.760 | Dy_auto |
| 3 | 0,0501 | 42,4 | 845 | 0,117 | 24,8 | 2.820 | Dy_auto |
| 4 | 0,0631 | 44,7 | 709 | 0,148 | 24,8 | 2.980 | Dy_auto |
| 5 | 0,0794 | 48,5 | 611 | 0,186 | 24,8 | 3.240 | Dy_auto |
| 6 | 0,1 | 51,3 | 513 | 0,234 | 24,8 | 3.420 | Dy_auto |
| 7 | 0,126 | 57,6 | 457 | 0,295 | 24,8 | 3.840 | Dy_auto |
| 8 | 0,158 | 64,5 | 407 | 0,371 | 24,8 | 4.300 | Dy_auto |
| 9 | 0,199 | 69 | 346 | 0,467 | 24,8 | 4.600 | Dy_auto |
| 10 | 0,251 | 79,4 | 316 | 0,589 | 24,8 | 5.290 | Dy_auto |
| 11 | 0,316 | 88,3 | 279 | 0,741 | 24,8 | 5.890 | Dy_auto |
| 12 | 0,398 | 97,5 | 245 | 0,933 | 24,8 | 6.500 | Dy_auto |
| 13 | 0,498 | 116 | 233 | 1,17 | 24,8 | 7.750 | Dy_auto |
| 14 | 0,626 | 137 | 219 | 1,47 | 24,8 | 9.160 | Dy_auto |
| 15 | 0,79 | 156 | 197 | 1,85 | 24,8 | 10.400 | Dy_auto |
| 16 | 0,994 | 170 | 171 | 2,33 | 24,8 | 11.300 | Dy_auto |
| 17 | 1,25 | 187 | 150 | 2,93 | 24,8 | 12.500 | Dy_auto |
| 18 | 1,58 | 208 | 132 | 3,7 | 24,8 | 13.900 | Dy_auto |
| 19 | 1,99 | 229 | 115 | 4,66 | 24,8 | 15.300 | Dy_auto |
| 20 | 2,51 | 254 | 101 | 5,87 | 24,8 | 16.900 | Dy_auto |
| 21 | 3,13 | 282 | 90,1 | 7,35 | 24,8 | 18.800 | Dy_auto |
| 22 | 3,96 | 320 | 80,7 | 9,29 | 24,8 | 21.300 | Dy_auto |
| 23 | 4,96 | 347 | 70 | 11,6 | 24,8 | 23.200 | Dy_auto |
| 24 | 6,3 | 376 | 59,8 | 14,8 | 24,8 | 25.100 | Dy_auto |
| 25 | 7,97 | 401 | 50,4 | 18,7 | 24,8 | 26.800 | Dy_auto |
| 26 | 10,2 | 388 | 38 | 23,9 | 24,8 | 25.800 | Dy_auto |
| 27 | 12,9 | 354 | 27,4 | 30,3 | 24,8 | 23.600 | Dy_auto |
| 28 | 16,1 | 301 | 18,7 | 37,8 | 24,8 | 20.000 | Dy_auto |
| 29 | 19,4 | 330 | 17 | 45,6 | 24,8 | 22.000 | Dy_auto |
| 30 | 25 | 290 | 11,6 | 58,5 | 24,8 | 19.300 | Dy_auto |
| 31 | 32,7 | 230 | 7,02 | 76,8 | 24,8 | 15.300 | Dy_auto |

Interval: 2

Number of Data Points: 0

Time Setting: 2 Meas. Pts., Reject
Meas. Pt. Duration 5 s

Measuring Profile:
Shear Rate $d(\gamma)/dt = 0 \text{ 1/s}$

Data Series Information

Name: pasta comercial de soja 1

Number of Intervals: 2

Application: RHEOPLUS/32 V3.61 21006070-33024

Device: MCR302 SN81105724; FW3.65; Slot(7,-1)

Measuring Date/Time: 30/12/2011; 08:58

Measuring System: BM12/Q1-SN45673; d=0 mm
 Accessories: TU1=TEKM90-C-SN82053352

Calculating Constants:

- Csr [min/s]: 0,426667
 - C_{ss} [Pa/mNm]: 15
 - Start Delay Time [s]: 6,084
 - Substance Density [rho]: 1.000
 - Measurement Type: 6
 - Axial Compliance [m/N]: 1,00E-06
 - Position [m]: 1,00E-06

Interval: 1
 Number of Data Points: 31

Time Setting: 31 Meas. Pts.
 Meas. Pt. Duration 4 ... 0,076 s log

Measuring Profile:

Shear Rate $d(\gamma)/dt = 0,03162 \dots 31,62 \text{ 1/s log; } |\text{Slope}| = 10 \text{ Pt. / dec}$

| Meas. Pts. | Shear Rate [1/s] | Shear Stress [Pa] | Viscosity [Pa·s] | Speed [1/min] | Temperature [°C] | Torque [μNm] | Status [] |
|------------|------------------|-------------------|------------------|---------------|------------------|--------------|-----------|
| 1 | 0,0316 | 10,8 | 341 | 0,0741 | 24,8 | 718 | Dy_auto |
| 2 | 0,0398 | 14,8 | 372 | 0,0933 | 24,8 | 986 | Dy_auto |
| 3 | 0,0501 | 16,9 | 338 | 0,117 | 24,8 | 1.130 | Dy_auto |
| 4 | 0,0631 | 18,6 | 295 | 0,148 | 24,8 | 1.240 | Dy_auto |
| 5 | 0,0794 | 20,1 | 253 | 0,186 | 24,8 | 1.340 | Dy_auto |
| 6 | 0,1 | 21,3 | 213 | 0,234 | 24,8 | 1.420 | Dy_auto |
| 7 | 0,126 | 22,3 | 177 | 0,295 | 24,8 | 1.480 | Dy_auto |
| 8 | 0,158 | 22,9 | 144 | 0,371 | 24,8 | 1.520 | Dy_auto |
| 9 | 0,199 | 23,4 | 117 | 0,467 | 24,8 | 1.560 | Dy_auto |
| 10 | 0,251 | 24 | 95,5 | 0,589 | 24,8 | 1.600 | Dy_auto |
| 11 | 0,316 | 24,7 | 78 | 0,741 | 24,8 | 1.640 | Dy_auto |
| 12 | 0,398 | 25,3 | 63,6 | 0,933 | 24,8 | 1.690 | Dy_auto |
| 13 | 0,502 | 25,7 | 51,2 | 1,18 | 24,8 | 1.710 | Dy_auto |
| 14 | 0,632 | 25,5 | 40,3 | 1,48 | 24,8 | 1.700 | Dy_auto |
| 15 | 0,794 | 26,8 | 33,8 | 1,86 | 24,8 | 1.790 | Dy_auto |
| 16 | 0,999 | 28,6 | 28,6 | 2,34 | 24,8 | 1.910 | Dy_auto |
| 17 | 1,26 | 30,3 | 24 | 2,95 | 24,8 | 2.020 | Dy_auto |
| 18 | 1,59 | 30,6 | 19,3 | 3,73 | 24,8 | 2.040 | Dy_auto |
| 19 | 2 | 29,7 | 14,8 | 4,69 | 24,8 | 1.980 | Dy_auto |
| 20 | 2,52 | 28,9 | 11,5 | 5,91 | 24,8 | 1.930 | Dy_auto |
| 21 | 3,18 | 28,9 | 9,09 | 7,45 | 24,8 | 1.920 | Dy_auto |
| 22 | 3,93 | 31,1 | 7,91 | 9,22 | 24,8 | 2.070 | Dy_auto |
| 23 | 4,98 | 38,9 | 7,8 | 11,7 | 24,8 | 2.590 | Dy_auto |

| | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|-------|---------|
| 24 | 6,25 | 49,5 | 7,92 | 14,6 | 24,8 | 3.300 | Dy_auto |
| 25 | 7,96 | 54,3 | 6,83 | 18,7 | 24,8 | 3.620 | Dy_auto |
| 26 | 9,98 | 65,8 | 6,6 | 23,4 | 24,8 | 4.390 | Dy_auto |
| 27 | 12,4 | 86,4 | 6,95 | 29,1 | 24,8 | 5.760 | WMa,Dy_ |
| 28 | 16 | 95 | 5,92 | 37,6 | 24,8 | 6.340 | WMa,Dy_ |
| 29 | 19,4 | 102 | 5,3 | 45,4 | 24,8 | 6.830 | Dy_auto |
| 30 | 24 | 123 | 5,12 | 56,3 | 24,8 | 8.200 | Dy_auto |
| 31 | 31,9 | 141 | 4,4 | 74,9 | 24,8 | 9.370 | Dy_auto |

Data Series Information

Name: pasta de soja - calcio + fos 1
Number of Intervals: 2
Application: RHEOPLUS/32 V3.61 21006070-33024
Device: MCR302 SN81105724; FW3.65; Slot(7,-1)
Measuring Date/Time: 30/12/2011; 11:25
Measuring System: BM12/Q1-SN45673; d=0 mm
Accessories: TU1=TEKM90-C-SN82053352

Calculating Constants:

- Csr [min/s]: 0,426667
- Css [Pa/mNm]: 15
- Start Delay Time [s]: 7,083
- Substance Density [rho]: 1.000
- Measurement Type: 6
- Axial Compliance [m/N]: 1,00E-06
- Position [m]: 1,00E-06

Interval: 1
Number of Data Points: 31

Time Setting: 31 Meas. Pts.
Meas. Pt. Duration 4 ... 0,076 s log

Measuring Profile:
Shear Rate d(gamma)/dt = 0,03162 ... 31,62 1/s log; |Slope| = 10 Pt. / dec

| Meas. Pts. | Shear Rate [1/s] | Shear Stress [Pa] | Viscosity [Pa·s] | Speed [1/min] | Temperature [°C] | Torque [µNm] | Status [] |
|------------|------------------|-------------------|------------------|---------------|------------------|--------------|-----------|
| 1 | 0,0316 | 52,6 | 1.660 | 0,0741 | 24,9 | 3.500 | Dy_auto |
| 2 | 0,0398 | 69,6 | 1.750 | 0,0933 | 24,9 | 4.640 | Dy_auto |
| 3 | 0,0501 | 77,2 | 1.540 | 0,117 | 24,9 | 5.150 | Dy_auto |
| 4 | 0,0631 | 82,8 | 1.310 | 0,148 | 24,9 | 5.520 | Dy_auto |
| 5 | 0,0794 | 88,9 | 1.120 | 0,186 | 24,9 | 5.930 | Dy_auto |
| 6 | 0,1 | 95,3 | 953 | 0,234 | 24,9 | 6.350 | Dy_auto |
| 7 | 0,126 | 101 | 803 | 0,295 | 24,9 | 6.740 | Dy_auto |

| | | | | | | | |
|----|-------|-----|------|-------|------|--------|---------|
| 8 | 0,158 | 110 | 692 | 0,371 | 24,9 | 7.310 | Dy_auto |
| 9 | 0,2 | 116 | 580 | 0,468 | 24,9 | 7.720 | Dy_auto |
| 10 | 0,251 | 122 | 486 | 0,589 | 24,9 | 8.140 | Dy_auto |
| 11 | 0,316 | 134 | 423 | 0,741 | 24,9 | 8.920 | Dy_auto |
| 12 | 0,398 | 145 | 364 | 0,933 | 24,9 | 9.650 | Dy_auto |
| 13 | 0,501 | 154 | 306 | 1,17 | 24,9 | 10.200 | Dy_auto |
| 14 | 0,63 | 161 | 255 | 1,48 | 24,9 | 10.700 | Dy_auto |
| 15 | 0,795 | 169 | 213 | 1,86 | 24,9 | 11.300 | Dy_auto |
| 16 | 1 | 176 | 175 | 2,35 | 24,9 | 11.700 | Dy_auto |
| 17 | 1,27 | 176 | 139 | 2,97 | 24,9 | 11.800 | Dy_auto |
| 18 | 1,59 | 164 | 103 | 3,74 | 24,9 | 10.900 | Dy_auto |
| 19 | 2,02 | 157 | 77,9 | 4,73 | 24,9 | 10.500 | Dy_auto |
| 20 | 2,51 | 159 | 63,6 | 5,88 | 24,9 | 10.600 | Dy_auto |
| 21 | 3,13 | 175 | 56 | 7,33 | 24,9 | 11.700 | Dy_auto |
| 22 | 3,89 | 219 | 56,4 | 9,12 | 24,9 | 14.600 | WMa,Dy_ |
| 23 | 4,88 | 280 | 57,4 | 11,4 | 24,9 | 18.700 | WMa,Dy_ |
| 24 | 6,23 | 336 | 54 | 14,6 | 24,9 | 22.400 | WMa,Dy_ |
| 25 | 7,87 | 382 | 48,5 | 18,4 | 24,9 | 25.500 | WMa,Dy_ |
| 26 | 9,93 | 423 | 42,6 | 23,3 | 24,9 | 28.200 | WMa,Dy_ |
| 27 | 12,4 | 480 | 38,7 | 29,1 | 24,9 | 32.000 | WMa,Dy_ |
| 28 | 15,6 | 549 | 35,2 | 36,6 | 24,9 | 36.600 | WMa,Dy_ |
| 29 | 19,1 | 619 | 32,4 | 44,7 | 24,9 | 41.300 | Dy_auto |
| 30 | 24,1 | 675 | 28 | 56,6 | 24,9 | 45.000 | Dy_auto |
| 31 | 31,8 | 715 | 22,5 | 74,6 | 24,9 | 47.600 | Dy_auto |