

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação

Programa de Pós-Graduação *Stricto sensu*

Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos

NORTHON LEE DRUNKLER

UTILIZAÇÃO DE AMIDO DE MANDIOCA COMO ESPESSANTE
EM BEBIDA DE SOJA

PONTA GROSSA

2011

NORTHON LEE DRUNKLER

UTILIZAÇÃO DE AMIDO DE MANDIOCA COMO ESPESSANTE
EM BEBIDA DE SOJA

Dissertação apresentada como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Dr. Ivo Mottin Demiate

PONTA GROSSA

2011

Ficha catalográfica elaborada pelo Setor Tratamento da Informação BICEN/UEPG

D795u Drunkler, Northon Lee
Utilização de amido de mandioca como espessante em bebida de
soja / Northon Lee Drunkler. Ponta Grossa, 2011.
72f

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos),
Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Orientador : Profº Drº Ivo Mottin Demiate

1. Bebida de soja. 2. Amido de mandioca. 3. Propriedades físico-
químicas. 4. Propriedades reológicas. I. Demiate, Ivo Mottin. II. T.

CDD :633.34

TERMO DE APROVAÇÃO

NORTHON LEE DRUNKLER

UTILIZAÇÃO DE AMIDO DE MANDIOCA COMO ESPESANTE EM BEBIDA DE SOJA

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Orientador


Prof. Dr. Ivo Mottin Demiate - UEPG


Profa. Dra. Eliana Beleski Borba Carneiro - UEPG


Profa. Dra. Marly Sayuri Katsuda – UTFPR - Londrina

Ponta Grossa, 01 de julho de 2011.

À Juliana, minha querida.

AGRADECIMENTOS

- A Deus, por me iluminar em todos os momentos da minha vida;
- Ao programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela oportunidade de realizar esta pesquisa;
- Ao meu professor orientador Ivo Mottin Demiate, por toda a confiança a mim depositada desde o princípio e toda a atenção para a ajuda na realização dos trabalhos;
- A BRF – Brasil Foods S.A. por acreditar na proposta de desenvolvimento profissional e incentivo às parcerias com as instituições de ensino;
- A minha esposa Juliana, por todo o amor, compreensão e incentivo;
- A minha família: meu pai Frederico (*in memorium*), minha mãe Luzia e minha irmã Deisy, por sempre me apoiarem nas decisões mais importantes da minha vida;
- Aos meus familiares Leopoldo Tamagi (*in memorium*) e Antônia Tamagi, por todo carinho e ensinamentos;
- Ao meu amigo Cleverson Hilgenberg, pelo incentivo e por partilhar dos ideais necessários ao desenvolvimento tecnológico sustentável;
- À professora Eliana Beleski Borba Carneiro, pelos ensinamentos valiosos durante o trabalho;
- Ao pesquisador José Marcos Gontijo Mandarino, da EMBRAPA/CNPQ, pela realização das análises de isoflavonas;
- Ao técnico Nilson Biagini Mendes, pelo apoio na utilização do liofilizador do Laboratório Multiusuário/PROPESP - UEPG;
- À professora Ana Cláudia Barana, pelas sugestões e apoio durante o programa de mestrado;
- A professora Marly Katsuda, por aceitar participar da banca examinadora e acreditar nesta proposta de trabalho.

RESUMO

As bebidas a base de soja têm se mostrado como alternativas saudáveis na alimentação, e apresentam mercado em franca expansão no Brasil. O amido de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) tem baixo custo e alta disponibilidade no mercado brasileiro, e é amplamente utilizado na indústria alimentícia, devido às propriedades funcionais decorrentes do processo de gelatinização. Neste trabalho, primeiramente foram avaliadas as propriedades físico-químicas e reológicas de marcas de bebidas de soja a base de extrato de soja comercializadas em Ponta Grossa-PR. As marcas de bebidas de soja foram avaliadas quanto a quantidade de extrato seco total, lipídeos, pH, proteína, cinzas, sólidos solúveis e carboidratos. Para as análises necessárias para avaliar o comportamento reológico, tanto das amostras comerciais quanto das formulações desenvolvidas, foi utilizado o viscosímetro Brookfield, modelo LDVII+PRO (torque máximo de 673,7 dyne-cm). A viscosidade média foi determinada a 8 °C em rampas de velocidade que variaram de 50 a 200 rpm e 30 segundos de análise para cada velocidade; os valores de índice de consistência e índice de fluidez foram processados pelo *software* Wingather® mediante o uso da “Lei da Potência”. Foi utilizado o *spindle* 18, célula para pequenas amostras com capacidade de 15 mL utilizando-se um banho termostatizado acoplado. Os maiores valores para viscosidade, maior índice de consistência e menor índice de fluidez, foram encontrados nas amostras que apresentaram maior quantidade de extrato seco total e de sólidos solúveis. Após esta etapa inicial, foram desenvolvidas formulações com o objetivo de avaliar os efeitos do amido de mandioca e extrato de soja sobre a viscosidade e aceitação sensorial global, por intermédio de um planejamento fatorial 2², com três repetições no ponto central. Na análise sensorial, ficou constatado que as variáveis estudadas (amido de mandioca e extrato de soja) não exerceram efeito significativo ao nível de 5 % de probabilidade. A formulação 1, composta com a menor quantidade de amido de mandioca e de extrato de soja, foi a que apresentou a menor nota em relação aos demais tratamentos. Em relação à viscosidade, porém, as variáveis estudadas exerceram efeito significativo, onde o aumento de extrato de soja e amido na formulação resultou em um aumento da viscosidade do produto final. As análises físico-químicas realizadas nas formulações desenvolvidas foram: extrato seco total, lipídeos, pH, proteína, cinzas, sólidos solúveis, carboidratos e perfil de isoflavonas. Comparando os resultados das formulações desenvolvidas com os produtos comerciais, foi verificado que as características físico-químicas apresentaram valores próximos, bem como o comportamento reológico, onde para os dois estudos os fluídos foram determinados como não-Newtonianos e comportamento ligeiramente pseudoplástico, em concordância com outros estudos disponíveis na literatura. Sobre o perfil e quantidade de isoflavonas, as formulações desenvolvidas ofereceram propriedades similares a outros estudos, ou seja, com predominância das formas com glicosídeos conjugados sobre as formas agliconadas, onde os valores totais variaram de 126,82 a 265,34mg L⁻¹. O amido de mandioca foi adicionado em quantidades relativamente baixas para a composição dos tratamentos (0,2; 0,4; 0,6 %), sendo suficiente para que ocorresse uma variação positiva para o aumento da viscosidade e aceitação sensorial.

PALAVRAS-CHAVE: bebida de soja; amido de mandioca; propriedades físico-químicas; propriedades reológicas.

ABSTRACT

The soy-based beverages have been presented as healthy alternative foods, with a growing market in Brazil. The cassava starch (*Manihot esculenta*, Crantz) is a low cost and highly available raw material in the Brazilian market and is widely used in food industry due to its functional properties resulting from the gelatinization process. In this work, commercial samples of soybean beverages produced with soybean extract were evaluated in relation to physicochemical and rheological properties and, the results were similar to those reported in the literature. The samples were evaluated considering their pH, total and soluble solids, lipids, protein, ash, and carbohydrates. For analyzing the rheological behavior, of both the commercial samples and the developed formulations, a Brookfield viscometer, model LDVII + PRO (673.7 dyne-cm maximum torque) was used. The average viscosity was determined at 8 °C in speed ramps ranging from 50 to 200 rpm and 30 seconds of analysis at each speed; the values of consistency index and flow index were processed by the software Wingather[®] through the use of the power law model. The viscosimeter was equipped with the 18 spindle, small sample adaptor (15 mL volume) using an attached thermostated water bath. The highest values for viscosity, higher consistency index and lower fluidity index, were also found in the samples with the highest amount of total and soluble solids. New formulations were also developed with the aim of evaluating the effects of cassava starch and soybean extract concentrations on the apparent viscosity and sensory overall acceptance, using a 2² factorial design with three repetitions at the central point. Regarding the sensory analysis, the variables (cassava starch and soybean extract concentrations) had no significant effect at 5 % of probability. The treatment 1, which had a lower amount of both cassava starch and soybean extract showed the lowest score in relation to other treatments. Regarding apparent viscosity, however, these variables presented significant effect, where increasing soymilk and starch concentrations in the formulation resulted in an increased apparent viscosity of the final product. The physicochemical analysis carried out in the formulations included pH, total and soluble solids, lipids, protein, ash, and carbohydrates. Comparing the results of the developed formulations with those of the commercial products, it was possible to conclude that the physicochemical characteristics showed similar values, as well as the rheological behavior, and the beverages behaved as non-Newtonian slightly pseudoplastic fluids, in the same manner as already reported in other studies. The developed formulations were evaluated for the profile and amount of isoflavones, and the results were similar to those of other published studies, with predominance of conjugated glycosides over to the aglycone forms, and the total isoflavone contents ranged from 126.82 to 265.34 mg L⁻¹ of freeze-dried extract. The cassava starch was added in relatively low amounts to the developed beverages (0.2 to 0.6%), but was enough to cause positive changes increasing the apparent viscosity and the sensory acceptance.

KEY-WORDS: soy beverage; cassava starch; phisycal chemistry properties; reological properties.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Consumo de bebidas à base de soja em milhões de litros e mix do volume por regiões do Brasil, de 2003 a 2007.....	22
Tabela 2	Composição do ponto central das formulações desenvolvidas.....	36
Tabela 3	Planejamento experimental: efeito da concentração de amido de mandioca e extrato de soja sobre a análise sensorial, viscosidade e quantidade de isoflavonas.....	36
Tabela 4	Propriedades físico-químicas das cinco marcas de alimentos de soja estudadas.....	41
Tabela 5	Relação entre a viscosidade média das bebidas e a taxa de cisalhamento.....	43
Tabela 6	Viscosidades (em cP); índice de fluidez e coeficiente da reta, para todas as marcas a 8°C.....	45
Tabela 7	Propriedades físico-químicas das formulações desenvolvidas.....	46
Tabela 8	Resultado médio das análises sensoriais das formulações.....	48
Tabela 9	Viscosidade média dos tratamentos.....	50
Tabela 10	Viscosidades (em cP); índice de fluidez e coeficiente da reta, para todos os tratamentos a 8°C.....	54
Tabela 11	Perfil de distribuição de isoflavonas no extrato de soja.....	55
Tabela 12	Perfil de distribuição de isoflavonas no produto final (mg.100g ⁻¹).	55
Tabela 13	Efeito dos fatores estudados no planejamento fatorial completo 2 ² (4 ensaios, com 3 pontos centrais, totalizando 7 ensaios) para o atributo de aceitação sensorial global.....	58
Tabela 14	Efeito dos fatores estudados no planejamento fatorial completo 2 ² (4 ensaios, com 3 pontos centrais, totalizando 7 ensaios) para o atributo viscosidade.....	58
Tabela 15	ANOVA do planejamento fatorial completo 2 ² (4 ensaios, com 3 pontos centrais, totalizando 7 ensaios) para o atributo viscosidade.....	59
Tabela 16	Resultados dos ensaios microbiológicos dos tratamentos.....	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Representação da forma agliconada e glicosídica das isoflavonas.....	19
Figura 2	Bebidas não alcoólicas: refrescos com sabores de frutas sem gás; sucos e néctares; bebidas de soja: previsão 2008-2012 em milhões de litros.....	21
Figura 3	Estrutura química da amilose (a) e amilopectina (b).....	25
Figura 4	Fluxo entre duas placas paralelas.....	29
Figura 5	Tipos de comportamento de fluxo dos fluídos.....	30
Figura 6	Tipos de reômetros rotacionais.....	31
Figura 7	Fluxograma para a fabricação das formulações.....	37
Figura 8	Relações entre a viscosidade e a taxa de cisalhamento para todas as marcas, a 8 °C.....	43
Figura 9	Representação gráfica das notas das análises sensoriais dos tratamentos.....	49
Figura 10	Representação gráfica das viscosidades médias dos tratamentos.....	51
Figura 11	Relações entre a viscosidade e a taxa de cisalhamento para todos os tratamentos.....	53
Figura 12	Gráfico de superfície de resposta, efeitos das quantidades de extrato de soja e amido de mandioca sobre a viscosidade.....	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

β	Beta
°C	Graus Celsius
CLAE	Cromatografia líquida de alta eficiência
cP	Centipoise
DSC	Calorimetria exploratória diferencial
EST	Extrato seco total
ISF	Isoflavonas
k	Índice de consistência
Kg	Quilograma
L	Litro
mg	Miligrama
pH	Potencial hidrogeniônico
rpm	Rotações por minuto
UFC	Unidades formadoras de colônias

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVOS.....	15
2.1	Objetivo geral.....	15
2.2	Objetivos específicos.....	15
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
3.1	A soja.....	16
3.1.1	Proteínas da soja.....	16
3.1.2	Isoflavonas.....	17
3.2	Bebida de soja e mercado consumidor.....	20
3.3	Perfil sensorial de alimentos a base de soja e fatores antinutricionais.....	22
3.4	Amido de mandioca.....	24
3.5	Propriedades reológicas em alimentos.....	27
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	33
4.1	Avaliação físico-química e reológica dos alimentos de soja comercializados na cidade de Ponta Grossa-PR.....	33
4.1.1	Amostras e amostragem.....	33
4.1.2	Análises físico-químicas.....	33
4.1.3	Análises reológicas.....	34
4.1.4	Análises estatísticas.....	34
4.2	Produção de bebidas de soja.....	35
4.2.1	Ingredientes utilizados.....	35
4.2.2	Composição das formulações e planejamento experimental.....	35
4.2.3	Análises físico-químicas e reológicas.....	38
4.2.4	Análise sensorial.....	39
4.2.5	Análises microbiológicas.....	40
4.2.6	Análise estatística.....	40
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41

5.1	Avaliação físico-química e reológica dos alimentos de soja comercializados na região de Ponta Grossa – PR.....	41
5.2	Avaliação físico-química e reológica dos alimentos de soja desenvolvidos.....	45
5.2.1	Características físico-químicas das formulações desenvolvidas.....	45
5.2.2	Análise sensorial das formulações desenvolvidas.....	48
5.2.3	Comportamento reológico das formulações desenvolvidas.....	50
5.2.4	Análise de isoflavonas das formulações desenvolvidas.....	54
5.3	Resultados dos planejamentos experimentais.....	57
5.3.1	Avaliação da concentração de extrato de soja e amido de mandioca sobre a aceitação sensorial.....	57
5.3.2	Avaliação da concentração de extrato de soja e amido de mandioca sobre a viscosidade média.....	58
5.4	Análises microbiológicas.....	60
6	CONCLUSÕES.....	62
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
8	ANEXO.....	72

1 INTRODUÇÃO

A soja é um alimento reconhecido pelo seu alto valor nutricional, principalmente pela presença de uma quantidade satisfatória de aminoácidos essenciais e de isoflavonas. Diversos estudos relacionam a ingestão de soja e derivados a um decréscimo dos indicadores de riscos cardiovasculares, câncer, doenças hormonais, sintomas da menopausa e osteoporose.

Em relação às bebidas a base de soja, estudos realizados no Brasil vêm demonstrando uma relação positiva entre a porcentagem de proteína adicionada na bebida seja na forma de extrato ou isolada, sobre a quantidade de isoflavonas presentes no produto final. O mercado de bebida a base de soja vem crescendo a cada ano no Brasil, e as previsões para os próximos anos são animadoras, retrato da preocupação crescente dos brasileiros em relação a uma alimentação saudável.

Entretanto, alimentos protéicos a base de soja, incluindo as bebidas, apresentam algumas limitações em relação à aceitação. Diversos componentes voláteis indesejáveis podem estar presentes em produtos derivados da soja. Somado a isso, as características reológicas inaceitáveis em bebidas de origem protéica, resultado de tratamentos térmicos, os quais induzem à desnaturação, dissociação e agregação de proteínas, contribuem para certa restrição no consumo deste tipo de alimento.

Para contornar o problema da estabilização de bebidas, as gomas vêm sendo muito utilizadas, pois apresentam ótimas características emulsificantes, porém o seu custo é elevado. Uma alternativa são os amidos, que ao contrário das gomas, têm um custo menor, além de exibirem um balanço hidrofílico-lipofílico interessante. O amido de mandioca, em especial, apresenta algumas características como adesividade a baixas temperaturas, baixo ponto de gelatinização, baixo conteúdo de amilose e baixa tendência à retrogradação, quando comparado com outros amidos.

É necessário, então, o estudo de novas tecnologias, as quais permitam que as bebidas de soja, reconhecidas como alimentos que apresentam um alto valor nutricional, possam ser melhorados quanto ao seu perfil sensorial, ao mesmo tempo em que se agrega valor a este item de consumo com tendência de crescimento de mercado e aceitação popular.

Considerando as propriedades químicas do amido de mandioca, a sua disponibilidade e baixo custo no mercado interno e as formas de tecnologias

disponíveis para a produção de bebidas, este trabalho propõe desenvolver bebidas a base de soja com boa aceitação sensorial, mantendo as propriedades nutricionais que as caracterizam como alimento funcional, em sintonia com o que é produzido atualmente no mercado. Para tanto será empregado o amido nativo de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) como agente estabilizante nas formulações desenvolvidas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver bebidas a base de soja com formulações voltadas à utilização do amido de mandioca e melhoria da qualidade reológica e aceitação sensorial.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar a composição e qualidade físico-química de bebidas a base de soja existentes no mercado local de Ponta Grossa-PR;
- Utilizar o amido de mandioca em três formulações propostas, com 0,2%, 0,6% e 0,8% nas composições;
- Avaliar a qualidade sensorial e físico-química das formulações desenvolvidas, bem como o comportamento reológico;
- Comparar os dados físico-químicos e reológicos obtidos experimentalmente com os dados apresentados pelas amostras existentes no mercado.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A SOJA

A soja como alimento possui um perfil nutricional altamente saudável (ANJUM et al., 2006). Ela tem sido amplamente utilizada como fonte de óleo comestível e proteína para alimentação humana e animal (MONTEIRO et al., 2004). É uma boa fonte de proteína, fibra, gordura insaturada, vitaminas, minerais e fitoquímicos (DEWELL; HOLLENBECK; HOLLENBECK, 2006).

3.1.1 PROTEÍNAS DA SOJA

As proteínas da soja contêm uma quantidade suficiente de aminoácidos essenciais cumprindo as exigências nutricionais quando consumidas a um nível recomendado de ingestão, sendo consideradas equivalentes em qualidade em relação às proteínas de origem animal (ANJUM et al., 2006). Sobre a ingestão de proteínas de soja na alimentação humana, diversos estudos relacionam uma dieta baseada na ingestão de proteínas de soja a um decréscimo significativo no nível de colesterol (ANDERSON; JOHNSTONE; COOK-NEWELL, 1995; SONG et al., 2003; BRANDSCH; SHUKLA; AIRCHE, 2006).

A eficácia de proteínas de soja com isoflavonas na redução de colesterol em pacientes com altos níveis de lipídeos no sangue tem sido bem reportada. Em um trabalho realizado com 38 pacientes com histórico de colesterol elevado, por exemplo, verificou-se uma queda significativa de 9 % para colesterol, 13 % para LDL e 11 % para triglicerídeos, obtidos através de uma ingestão média diária de 47 g de proteínas de soja (ANDERSON, 2006; ERDMAN, 2000). Em outro trabalho de dieta por 24 semanas, realizado com 28 pacientes com perfil de elevado colesterol ($>3,36$ mmol.L⁻¹ LDL colesterol e com mais de 50 anos), foi constatado que o consumo do leite de soja ocasionou um decréscimo de 4 % do nível de colesterol LDL quando comparado com dietas baseadas em proteínas animais (carne bovina, frango e derivados do leite) (MATTHAN, 2007).

Em relação à osteoporose, ainda não existem estudos definitivos comprovando que as proteínas de origem vegetal e a proteína de soja isolada tenham um efeito significativo na melhoria da absorção de minerais nos ossos

(ANDERSON, JOHNSTONE, 2006; ERDMAN, 2000). Em recente estudo realizado na China, com mulheres sem histórico de fraturas ou câncer, entretanto, o consumo de alimentos a base de soja estaria relacionado a uma queda no risco de fraturas, principalmente em mulheres recém chegadas à menopausa (ZHANG et al., 2005). Num estudo sobre o efeito da relação proteína de soja/ proteína animal em dietas no metabolismo de cálcio em ratos, os pesquisadores concluíram que tratamentos que mesclaram proteína de soja com as de origem animal nas mesmas proporções (1:1) apresentaram os efeitos mais positivos na absorção de cálcio em relação às dietas isoladas de soja ou às dietas isoladas de proteína animal (YOON; HWANG, 2006).

Ainda sobre os benefícios da soja à saúde das mulheres, mais uma pesquisa foi realizada na China, a qual envolveu mais de 64.000 mulheres sem histórico de diabetes tipo 2 (*diabetes mellitus*), câncer ou doenças cardiovasculares, com idades entre 40 e 70 anos. Após quatro anos de estudo concluiu-se que o consumo de soja foi inversamente associado ao risco do diabetes tipo 2 (VILLEGAS et al., 2008).

3.1.2 ISOFLAVONAS

Os fitoesteróis têm se mostrado eficientes em relação à redução de lipídeos no sangue (LUKACZER, 2006). Entre os principais fitoesteróis encontrados na natureza, estão as isoflavonas. As isoflavonas são compostos fenólicos similares ao estrogênio (HARON et al., 2009; KARAN; HUI; PERERA, 2006). Os grãos de soja, bem como os alimentos de soja são fontes importantes de isoflavonas. Diversos estudos experimentais têm mostrado que a soja ou as isoflavonas possuem efeito anti-carcinogênico, assim como efeitos contra doenças hormonais, sintomas da menopausa e osteoporose. Em uma pesquisa publicada no Japão em 2003, foi encontrada uma relação significativa entre a ingestão de isoflavonas (25,3 mg/ dia) e uma redução de aproximadamente a metade do risco de desenvolvimento de câncer de mama, quando comparado a outras mulheres com consumo reduzido da referida substância (6,9 mg/ dia) (YAMAMOTO et al., 2003).

Para examinar a associação entre a ingestão de isoflavonas e o risco de infarto cerebral e do miocárdio, foi realizado no Japão um estudo com 40.462 pessoas, com idades entre 40 a 59 anos, no período de 1990 a 1992, as quais foram submetidas a uma dieta rica em isoflavonas neste período, e uma nova avaliação foi

feita em 2002. Foi constatado que para as mulheres houve uma redução do risco de infarto cerebral e do miocárdio. Para os homens, segundo esta pesquisa, a associação entre a dieta com isoflavonas e os riscos para a saúde não foram significativos (KOKUBO et al., 2007). Em outra pesquisa, foi constatado que a dieta a base de proteína de soja independentemente do conteúdo de isoflavonas, produziu resultados benéficos em relação aos indicadores de risco cardiovascular em homens jovens (McVEIGH et al., 2006).

Em relação ao câncer de próstata, estudos realizados na China em homens consumidores de produtos a base de soja e isoflavonas demonstraram uma redução do risco de adquirir a doença na medida em que aumentavam o consumo daqueles produtos (LEE et al., 2003). O estudo foi delineado da seguinte forma: para cada caso de câncer de próstata comprovado em uma determinada região, outros dois homens (entre 50 e 89 anos) com as mesmas características fisiológicas e que residiam na mesma região do caso positivo, eram estudados por um período de cinco anos. O estudo recrutou um total de 265 homens de 12 diferentes cidades da China.

Ainda não há um consenso sobre o nível ideal de ingestão de isoflavonas necessário para promover um efeito ótimo em relação à saúde (OTIENO; ROSE; SHAH, 2007). Contudo em países como a China e o Japão, regiões conhecidos pela baixa incidência de problemas relacionados à menopausa e seus sintomas, o consumo estaria em média de 30 a 40 mg por dia (CHEN et al., 1999; WAKAAL et al., 1999).

A distribuição de isoflavonas em produtos de soja disponíveis no mercado é determinada pela variedade de soja, pelas condições de processamento e a diluição com outros ingredientes não originários de soja (JACKSON et al., 2002; WANG, MURPHY, 1994).

Sobre a transferência de isoflavonas do extrato de soja para o produto final, Rodrigues e Moretti (2008), em recente estudo realizado no Brasil a respeito do teor de isoflavonas em bebida de soja elaborada a partir de 2% de extrato de soja, concluíram que o teor médio de isoflavonas ficou em 85,8 mg.L⁻¹ na bebida final. Valor próximo foi encontrado em outro trabalho também realizado no Brasil por Genovese e Lajolo (2002), onde foram avaliados teores de isoflavonas em nove tipos diferentes de bebidas de soja comercializadas no Brasil, no qual o teor de

isoflavonas encontrado foi de 82,9 mg.L⁻¹ em uma bebida produzida a partir de 2,5 % de proteína de soja.

De acordo com outra pesquisa realizada nos Estados Unidos, Setchell e Cole (2003), concluíram que o conteúdo médio total encontrado de isoflavonas em bebida de soja produzido a partir de proteína isolada de soja foi de 30,2 mg.L⁻¹, e foi significativamente menor que o conteúdo médio de isoflavonas de leite de soja produzido a partir de grãos integrais de soja, que foi 63,6 mg.L⁻¹.

As isoflavonas estão presentes na soja em duas formas principais, agliconadas e glicosídicas, conforme apresentado na Figura 1.

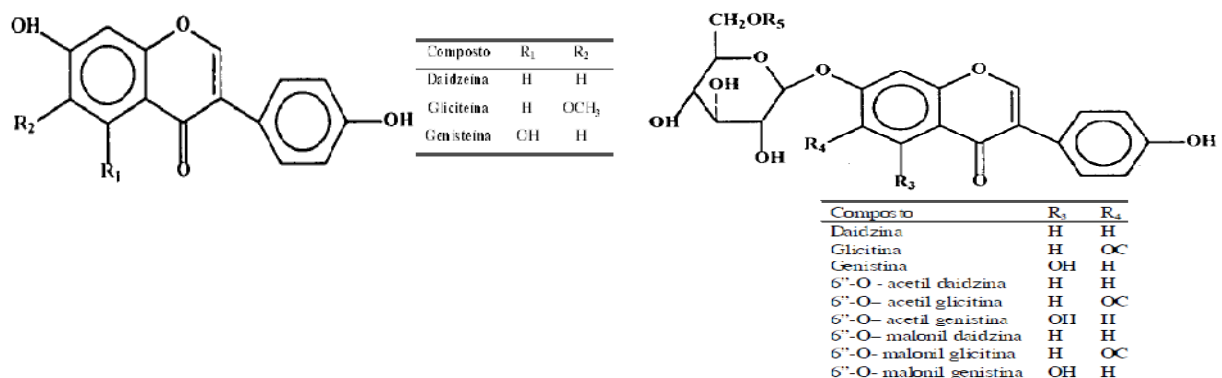


Figura 1. Representação da forma agliconada e glicosídica das isoflavonas (Fonte: Lui et al., 2003).

Sobre a absorção de isoflavonas de soja em seres humanos, Izumi et al. (2000) concluíram que a forma agliconada é absorvida mais rapidamente e em maiores quantidades do que a forma glicosídica no organismo humano. Isoflavonas glicosiladas sofrem hidrólise prévia a agliconas por ação de β -glicosidases intestinais antes de serem absorvidas pelo organismo humano (SETCHELL et al. 2003). É bem relatado que durante o processamento das sementes de soja, a produção máxima de agliconas ocorre a 45 °C em pH 5,5, e a inativação de β -glicosidases a 60 °C e pH abaixo de 4,3 e acima de 7 (MATSUURA; OBATA, 1993).

Dentre as metodologias utilizadas para extração e quantificação de isoflavonas em produtos a base de soja, aquela que utiliza solução aquosa de metanol a 70 - 80% e acetonitrila para a extração e cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) para quantificação é citada e recomendada em vários trabalhos (SONG et al., 1998; HARJO et al., 2007; WANG, SPORNS, 2000; GENOVESE, LAJOLO, 2002).

3.2 BEBIDA DE SOJA E MERCADO CONSUMIDOR BRASILEIRO

No Brasil, há duas Resoluções Técnicas nas quais as bebidas a base de soja estão enquadradas. Uma delas considera a bebida a base de soja como: “produto protéico de origem vegetal” (BRASIL, 2005). Nesta resolução, a principal exigência é que o extrato líquido de soja apresente teor mínimo de 3 % (g/ 100g) de proteínas.

Em outra resolução, do mesmo órgão competente (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), a bebida de soja está classificada como: “alimento com soja” (BRASIL, 2000). De acordo com esta resolução, o alimento com soja é o produto cuja principal fonte de proteínas é proveniente da soja. Os ingredientes obrigatórios são extrato de soja (integral e/ou desengordurado) e/ou proteína concentrada de soja e/ou proteína isolada de soja e/ou proteína texturizada de soja e/ou outras fontes protéicas de soja, excluindo o farelo tostado de soja. Os ingredientes opcionais podem ser açúcares, mel, sal (cloreto de sódio), água, leite e derivados, ovos, carnes e derivados, amidos e derivados, cereais e derivados, cacau e derivados, café, gorduras e óleos, coco e derivados, extrato de malte, polpas, sucos e concentrados de frutas, microorganismos para fins específicos e outros ingredientes isolados ou em combinação, que não descaracterizem o produto (BRASIL, 2000).

O consumo de bebidas não alcoólicas foi o principal responsável pelo crescimento do consumo de bebidas entre os brasileiros. O aumento no volume de bebidas ocorreu primeiramente por um forte crescimento das águas, refrigerantes, néctares e bebidas a base de soja, além da crescente preocupação como a incidência de obesidade e o maior interesse público pela saúde (ABIR, 2009).

A Figura 2 apresenta o consumo de bebidas de soja no Brasil desde 2003 e uma tendência de consumo até 2012 em comparação com refrescos sabor frutas, suco e néctares.

Milhões de litros

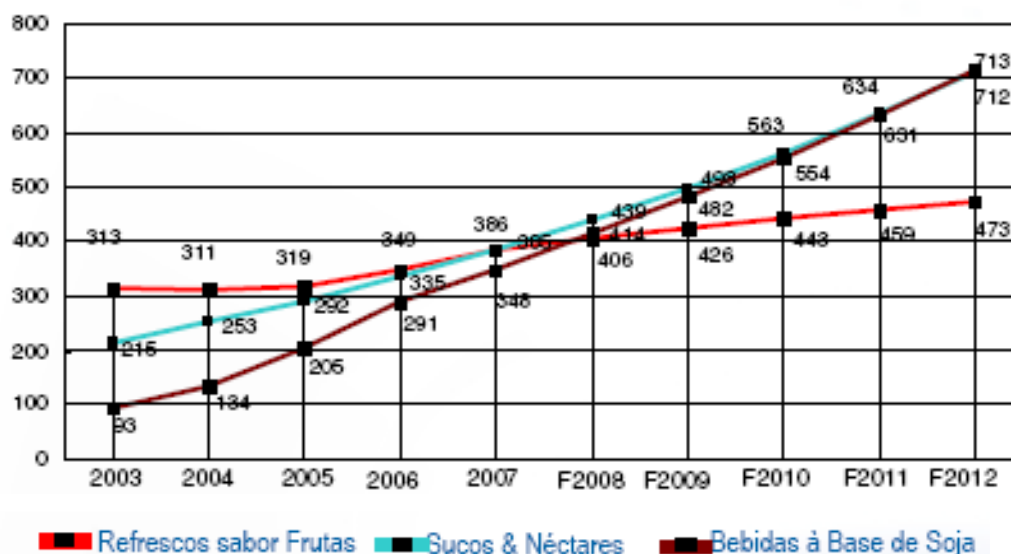


Figura 2. Consumo brasileiro de bebidas não alcoólicas: refrescos com sabores de frutas sem gás; sucos e néctares; bebidas de soja - previsão 2008-2012, em milhões de litros (Fonte: ABIR, 2009).

A Tabela 1 apresenta o consumo de bebidas à base de soja por regiões do Brasil de 2003 a 2007, em milhões de litros e em porcentagem, representando a participação de todas as regiões sobre o consumo total.

A região norte quase triplicou o seu mix de participação no consumo nacional. As regiões do Grande Rio de Janeiro e o interior de São Paulo respondem pelas maiores participações em volume consumido.

Tabela 1 – Consumo de bebidas à base de soja em milhões de litros e mix do volume por regiões do Brasil, de 2003 a 2007.

Ano	Regiões pesquisadas								
	Nordeste	Sudeste	Grande Rio de Janeiro	Grande São Paulo	Interior SP	Sul	Centro-oeste	Norte	Nacional
2007	17,39*	42,79	78,96	67,83	75,13	40,00	21,57	4,17	347,85
2006	13,26	34,96	67,01	62,49	59,73	33,21	17,77	2,91	291,35
2005	8,46	24,02	48,45	46,15	40,85	23,20	12,32	1,85	205,30
2004	5,09	15,41	32,90	31,96	25,19	14,74	7,91	0,80	134,00
2003	3,08	10,65	23,63	23,32	16,81	9,99	5,49	0,42	93,40

NOTA: * Volume em milhões de litros (Fonte: ABIR, 2009).

De acordo com a agência de pesquisa Nielsen, o consumo *per capita* de bebidas à base de soja - leite original ou saborizado - e soja com suco de frutas era de 700 mL em 2005 e subiu para 1,3 L em 2009 (TERZIAN, 2010).

3.3 PERFIL SENSORIAL DE ALIMENTOS À BASE DE SOJA E FATORES ANTINUTRICIONAIS

De acordo com ABNT (1993), o *flavor* é uma experiência mista, mas unitária de sensações olfativas, gustativas e táteis percebidas durante a degustação, e a textura como todas as propriedades reológicas e estruturais (geométrica e de superfície) de um alimento, perceptíveis pelos receptores mecânicos, táteis e eventualmente pelos receptores visuais e auditivos.

O *flavor* é o principal fator que limita a utilização de uma série de proteínas vegetais em alimentos. Em cereais e grãos integrais de boa qualidade, o *flavor* e a estabilidade não constituem problemas, mas quando alguns cereais são posteriormente processados em proteínas concentradas e/ou isoladas, *flavors* indesejáveis podem surgir a partir de deteriorações oxidativas de ésteres de lipídeos insaturados (RACKIS; SESSA; HONIG, 1979).

Os compostos mais importantes responsáveis pelo *flavor* em produtos de proteínas de soja são componentes voláteis derivados enzimaticamente ou termicamente de precursores não voláteis, tais como proteínas, peptídeos,

aminoácidos, carboidratos, lipídeos e vitaminas (GKIONAKIS; HELIOPOULOS, 2006).

A soja possui a enzima lipoxigenase, na forma de três isoenzimas (L-1, L-2 e L-3) e estas catalisam a peroxidação de ácidos graxos polinsaturados. Cada enzima pode estar envolvida na oxidação de substratos em diferentes modos de ação quando a soja é esmagada ou danificada, onde o produto da oxidação (peróxido) decompõe-se adicionalmente em aldeídos de comprimentos de cadeia média e álcoois, que são responsáveis pelo sabor de “feijão cru”, bem como em ácidos tri-hidroxiados, responsáveis pelo gosto amargo da soja, limitando sua utilização na forma de grãos e da proteína como ingrediente em certos produtos (ARAÚJO, 2001).

Os flavorizantes disponíveis para mascarar os maus sabores e o uso de soja em alimentos fermentados como o iogurte, apresentam um potencial positivo para mudar a opinião dos consumidores, em produtos contendo quantidades significativas de soja (WU et al., 2005).

O produto industrializado na forma de “leite de soja” pode ser encontrado no Brasil na forma original, aromatizado com diferentes sabores e, ainda, adoçado com sacarose ou edulcorantes como a sucralose (TASHIMA; CARDELLO, 2003).

A aceitação de extratos de soja aumenta quando associados com aditivos e/ou ingredientes como sucos de frutas que conferem características de sabor e aroma diferentes do extrato de soja na forma pura (CASÉ et al., 2002; RODRIGUES, MORETTI, 2008).

A soja possui aproximadamente 35 % de carboidratos. Rafinose e estaquinose são conhecidos por estarem relacionados à flatulência e desconforto abdominal, entretanto são considerados agentes prebióticos (MATEOS-APARICIO et al., 2008; LIU, 1999). Aproximadamente 6 % das proteínas de soja são constituídas pelos inibidores de tripsina e quimiotripsina de Bowman-Birk (ITQBB) (FRIEDMAN; BRANDON, 2001). Contudo, considerando-se a toxicidade dos fatores antinutricionais presentes em alimentos destinados ao consumo humano, em particular, inibidores de proteases e lectinas, deve ser ressaltado que a maior parte destas substâncias é inativada ou inibida quando são utilizados tratamentos térmicos adequados (SILVA; SILVA, 2000).

3.4 AMIDO DE MANDIOCA

Amido, um biopolímero de amilose e amilopectina, tem ganhado considerável interesse pelo baixo custo e por ser facilmente obtido em grandes quantidades a partir de cereais, tuberosas e legumes (HABITANTE et al., 2008).

A produção mundial de raiz de mandioca alcançou, no ano de 2009, 242 milhões de toneladas. Os destaques foram a Nigéria, com 45 milhões de toneladas, a Tailândia, 30,1 milhões de toneladas e o Brasil, responsável por 26,6 milhões de toneladas de raízes (ABAM, 2010).

Em março de 2010, o valor médio da tonelada de fécula de mandioca atingiu R\$ 1.563,81, o maior para o mês de março desde 2004, entretanto variações climáticas, como por exemplo, excesso de chuva, e ataques de pragas e problemas com bacteriose ainda são fatores limitantes ao aumento da produtividade e regulação de estoques internos, levando à necessidade de importação e queda dos preços no mercado interno (ABAM, 2010).

De acordo com Feitosa e Cunha (2009), os preços dos polissacarídeos importados em 2008 variaram consideravelmente: amido era o de custo mais baixo, a 0,40 US\$/kg; os demais polissacarídeos apresentaram os seguintes preços (em US\$/Kg): 1,8 (goma guar), 4,3 (alfarroba); 3,3 a 5,5 (celulose e seus derivados), 4,5 (goma arábica), 8,8 (pectina), 5,3 (goma xantana), preservadas as diferenças de diluição de cada uma dessas substâncias na composição de produtos na função espessante.

O amido está presente na maioria dos alimentos, e é responsável pela existência de propriedades tecnológicas características de grande parte dos alimentos processados (SHIMITZ et al., 2006). A amilose consiste de cadeias lineares, com massa molar entre 10^1 - 10^2 kg mol⁻¹, enquanto que a amilopectina possui estrutura ramificada, com massa molar entre 10^4 - 10^6 kg.mol⁻¹ (WHISTLER; DANIEL, 1983; COULTAT, 1996).

A Figura 3 representa a estrutura química da amilose e da amilopectina.

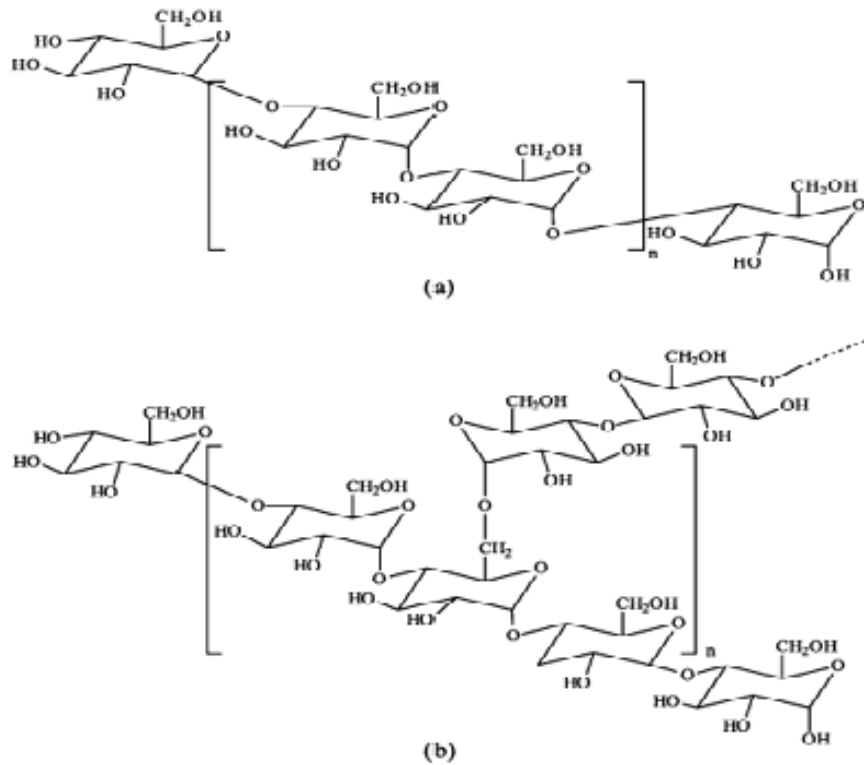


Figura 3. Estrutura química da amilose (a) e amilopectina (b) (Fonte: FRANCO; DAIUTO, DEMIATE, 2002).

O tamanho e forma dos grânulos de amido são característicos da planta de origem (FRANCO; DAIUTO; DEMIATE, 2002).

O amido começa a gelatinizar entre 60 e 70 °C, dependendo de sua origem. Diferentes amidos exibem diferentes densidades granulares que afetam a facilidade com que estes grânulos absorvem água. Após a gelatinização, as moléculas de amilose, devido à sua linearidade, tendem a se orientar paralelamente, aproximando-se o suficiente para que se formem ligações de hidrogênio entre hidroxilas de polímeros adjacentes. Com isso há diminuição de volume e a afinidade do polímero pela água é reduzida.

Os amidos são comumente utilizados como espessantes em alimentos líquidos, como sopas e molhos. As propriedades funcionais do amido resultam de sua gelatinização, a qual consiste da suspensão de grânulos em aquecimento acima da temperatura característica, causando inchamento irreversível dos grânulos (MARQUES; PÉRÉGO; LE MEINS, 2006). Suspensões aquosas de amido aquecidas a temperaturas abaixo da temperatura de gelatinização formam géis fracos depois do resfriamento (AGUILERA; ROJAS, 1997).

As variedades das proporções de amilose e amilopectina no amido, bem como sua estrutura, resultam em grânulos de amido com diferentes propriedades químicas e físicas (CHARLES et al., 2005).

O amido de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) tem propriedades específicas como adesividade a baixas temperaturas, baixo ponto de gelatinização, baixo conteúdo de amilose e baixa tendência a retrogradação, quando comparado com outros amidos (MOORE et al., 2005). Em recente estudo sobre as características estruturais e físico-químicas em amidos isolados de seis espécies de raízes e tubérculos, o amido de mandioca apresentou o menor teor de amilose, a menor temperatura inicial de gelatinização e o maior poder de inchamento dos grânulos (PERONI; ROCHA; FRANCO, 2006).

O amido de mandioca contribui para o aumento da capacidade de retenção de água em géis a base de concentrado protéico de soro de leite (LUPANO; GONZLEZ, 1999). O incremento da viscosidade aparente em soluções aquosas é proporcional ao aumento da concentração de amido de mandioca (CHE et al., 2008).

Em relação à quantidade, numa pesquisa realizada na qual foi mensurado o comportamento de soluções de amido de mandioca em caseinato de sódio, observou-se que em altas concentrações de amido, as forças do gel foram mais intensas (BERTOLINI; CREAMER; EPPINK, BOLAND, 2005).

Sobre os amidos modificados, a esterificação e hidroxipropilação do amido melhoram a capacidade de retenção de água, pois são estabelecidos novos sítios de ligação entre as moléculas de água e as macromoléculas presentes nos grânulos de amido (SHIMITZ et al., 2006).

O amido oxidado é produzido pela reação do amido com quantidade específica de reagentes e o controle de pH e temperatura (KUAKPETOON; WANG, 2001). Esta modificação tem sido muito utilizada na indústria alimentícia por resultar em amidos com baixa viscosidade, alta estabilidade, claridade do gel e propriedade de retenção de água. A oxidação do amido é utilizada principalmente na produção de balas de goma, coberturas de alimentos, agentes ligantes em produtos de confeitaria e emulsificantes (KONOO et al., 1996).

Em relação ao efeito do cloreto de sódio sobre a transição vítrea do amido de mandioca em alimentos com baixa umidade (abaixo de 20 %), Farahnaky et al. (2009) concluíram que a inclusão de NaCl em sistemas amiláceos reduz a temperatura de transição vítrea do amido, comprovado através da utilização de

calorimetria exploratória diferencial (DSC). Ainda de acordo com os mesmos autores, tem sido bem documentado que em sistemas polissacarídicos a transição vítrea é determinada pelo tamanho médio das suas moléculas e que a presença de pequenas moléculas (como glicose e sacarose, por exemplo) pode diminuir a massa molecular médio do sistema favorecendo a depressão da temperatura de transição vítrea. Portanto, em sistemas com baixa umidade, o cloreto de sódio poderia não se dissociar e seus íons permaneceriam como pares, e nesse caso o NaCl também atuaria como uma pequena molécula e dessa forma agindo como um fator plastificante. Tecnologicamente, esse comportamento é indesejável, pois a bebida de soja poderia apresentar um aspecto de produto alterado, além de a plastificação acarretar uma série de problemas em relação a equipamentos e dimensionamento de produção industrial.

3.5 PROPRIEDADES REOLÓGICAS EM ALIMENTOS

As características de dispersões podem ser determinadas através do conhecimento de como os colóides individuais interagem entre si. A força relativa de atração (Van der Waals, hidrofóbica) e repulsão (eletrostática) entre gotículas de líquido podem afetar o comportamento reológico, estabilidade física e características ópticas do sistema de emulsão. Portanto a estabilidade ótima de uma emulsão é alcançada através da máxima força de repulsão entre gotículas de emulsão, para prevenir alta aglomeração e sedimentação (MIRHOSSEINI et al., 2009).

Emulsões em bebidas de soja são do tipo “óleo em água” (MIRHOSSEINI et al., 2008b).

As emulsões e dispersões coloidais são instáveis termicamente sob o ponto de vista físico-químico, ocorrendo separação em duas fases imiscíveis ao longo do tempo (BORWANKAR; LOBO; WASAN, 1992). Os tratamentos térmicos induzem à dissociação, agregação e desnaturação de proteínas. As modificações em relação ao processo de agregação de proteínas refletem tanto na solubilidade quanto na capacidade de absorção de água (POPPO; SORENTINI; ANON, 2000).

Segundo a legislação brasileira, Portaria Nº 540 de 27 de outubro de 1997, do Ministério da Saúde, espessante é a substância que aumenta a viscosidade de um alimento. Ou ainda, funcionalidade referente à viscosidade, a qual consiste na resistência em fluir de um líquido. Já o estabilizante é a substância que torna

possível a manutenção de uma dispersão uniforme de duas ou mais substâncias imiscíveis em um alimento. Pode-se dizer que o estabilizante favorece e mantém as características físicas das emulsões e dispersões.

Além dos amidos, os quais serão discutidos posteriormente, os estabilizantes mais utilizados na indústria alimentícia incluem a carragena, os alginatos, a caseína, a goma guar, a goma Jataí, a goma xantana, e a carboximetil celulose sódica (CMC) (INGREDIENTS, 2010).

Emulsões em bebidas são freqüentemente estabilizadas por goma arábica, goma xantana ou amidos modificados (MIRHOSSEIN et al., 2008a). As gomas, entre as quais se destaca a arábica, apresentam, de forma geral, um bom balanço hidrofílico-lipofílico, o que indica ser um bom emulsificante em emulsões óleo-água (LARSSON; FRIBERG; SJÖBLOM, 1997). Segundo os mesmos autores, a melhor alternativa frente à utilização da goma arábica seriam os amidos modificados, derivados de degradação ácida ou digestão enzimática, seguida de reação de esterificação, conferindo alta viscosidade e balanço de grupos hidrofílicos e lipofílicos.

A goma xantana funciona muito bem como estabilizante em produtos à base de água, já que é uma goma solúvel e altamente higroscópica; também possui comportamento pseudoplástico quando em solução, capaz de manter estáveis o pH, a maciez e a estética visual do produto, destacando-se a sua elevada viscosidade em baixas concentrações, bem como sua estabilidade em ampla faixa de temperatura e de pH, mesmo na presença de sais (KATZBAUER, 1998). A pectina é formadora de soluções geleificantes, com capacidade de retenção de água, estabilizando as dispersões aquosas, porém com baixa viscosidade aparente (HUANG; KAKUDA; CUI, 2001); seu uso é favorável, uma vez que apresenta baixo custo de obtenção.

Em outro estudo realizado em 2008, foi comparada a estabilidade reológica de três tipos diferentes de néctares (dois com espessantes a base de amido e um com espessante a base de goma) em função do tempo destinado ao consumo depois de aberto à temperatura ambiente, e concluiu-se que a estabilidade dos néctares variou em função do tipo de espessante empregado, onde a bebida a base de goma apresentou menor estabilidade em relação às bebidas a base de amido, e um dos motivos seria que o amido continuaria absorvendo água e por consequência mantendo o poder espessante por mais tempo (GARCIA et al., 2008).

De acordo com Weingartner, Nelson e Erdman JR (1983), a adição de citrato de cálcio em bebida de soja pasteurizada causou um decaimento na viscosidade do produto final.

O conhecimento das propriedades reológicas dos alimentos é fundamental no dimensionamento e operacionalização de equipamentos envolvidos no seu processamento, bem como no controle de qualidade e na determinação da sua vida de prateleira (RODRIGUES; GOZZO; MORETTI, 2003).

A viscosidade descreve a propriedade física de um líquido de resistir ao fluxo induzido pelo cisalhamento. Isaac Newton foi o primeiro a expressar a lei básica da viscosimetria, descrevendo o comportamento de fluxo de um líquido ideal:

$$\tau = \eta \cdot \dot{\gamma}$$

(Tensão de cisalhamento = viscosidade . taxa de cisalhamento)

A Figura 4 apresenta o modelo de placas paralelas, que auxilia a definição da tensão de cisalhamento e a taxa de cisalhamento.

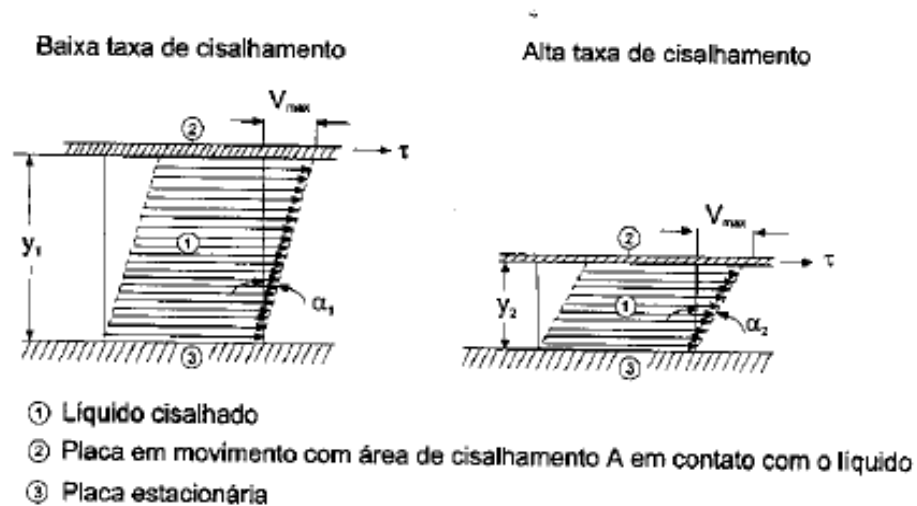


Figura 4. Representação esquemática do fluxo de um fluido entre duas placas paralelas (Fonte: SCHRAMM, 2006).

O fluido ideal é freqüentemente conhecido como *Newtoniano*. Para este tipo de fluido, quando uma taxa de cisalhamento é aplicada, o líquido continua a fluir normalmente, e mesmo após a remoção deste *stress*, não há uma recuperação

elástica do material, ou seja, não há um retorno da forma original (McCLEMENTES, 1999).

Dentre os fluidos não-Newtonianos, aqueles que exibem comportamento de fluxo pseudoplástico geralmente apresentam uma diminuição drástica na viscosidade quando a taxa de cisalhamento passa de níveis baixos para níveis mais altos, e após algum tempo o efeito do cisalhamento é reversível, quando as cadeias moleculares retornam ao seu estado natural de não orientação, gotas deformadas retornam à forma arredondada, e os agregados se reagrupam devido ao movimento Browniano (SCHRAMM, 2006).

A Figura 5 apresenta os vários tipos de comportamentos de fluxo.

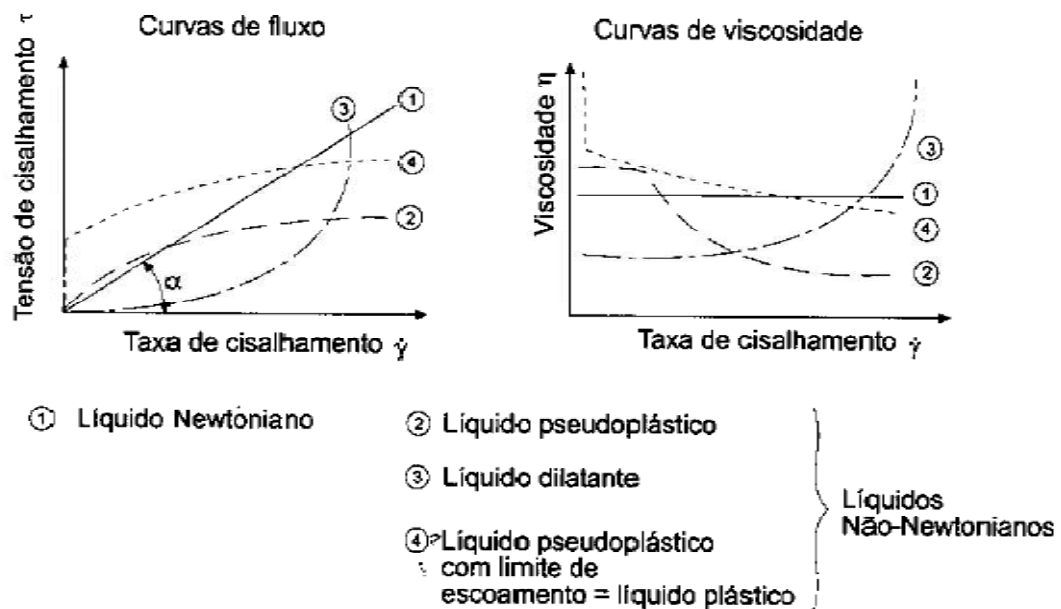


Figura 5. Tipos de comportamento de fluxo dos fluidos (Fonte: SCHRAMM, 2006).

Em algumas pesquisas realizadas em soluções aquosas de amido, o modelo da lei da potência sugeriu que o índice de consistência (k) aumenta com a adição de amido e diminui com o aumento da temperatura (CHE et al., 2008).

Em estudo realizado por Rodrigues, Gozzo e Moretti (2003), a diferença entre o comportamento reológico das bebidas de soja está diretamente relacionada com o índice de sedimentação e teor de sólidos proporcionado pela sua matéria-prima principal (extrato de soja, farinha integral ou isolado protéico de soja).

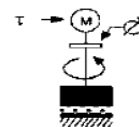
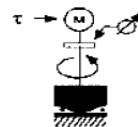
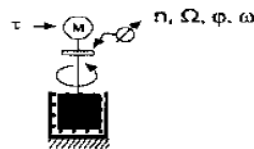
De acordo com Schramm (2006), os sistemas de medição tipo cilindros coaxiais em reômetros/ viscosímetros rotacionais resultam do “dobramento” de ambos os pratos do modelo de placas paralelas de Newton, conforme apresentado na Figura 6, formando um cilindro interno e outro externo. A amostra líquida é submetida a um cisalhamento por um tempo determinado, resultando em fluxos laminares, permitindo que os dados resultantes de testes de tensão de cisalhamento e viscosidade sejam tratados matematicamente em unidades físicas apropriadas. Ainda de acordo com o mesmo autor, os reômetros de tensão de cisalhamento constante (Constant Stress – CS) são mais indicados para fornecer medidas de viscosidade de fluídos não-Newtonianos do que os reômetros de taxa de cisalhamento constantes (Constante Rate – CR). A Figura 6 apresenta o modelo de reômetro com tensão controlada.

A. Reômetro com tensão controlada

Torque/tensão de cisalhamento fixas e deformação/taxa de deformação medidas

Sensor tipo Searle: o rotor gira

Pode ser convertido para o modo CR



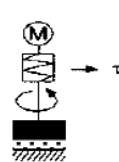
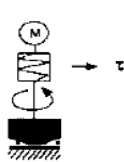
A taxa de cisalhamento é medida no eixo do rotor

O cilindro externo e as placas inferiores são estacionárias

Reômetro/Viscosímetros com taxa controlada (CR)

A taxa de cisalhamento é fixa e a tensão de cisalhamento medida

B1. Sensor tipo Searle: o rotor gira



O torque é medido no eixo do rotor

O cilindro externo e as placas inferiores são estacionárias

B2. Sensores tipo Couette: o cilindro externo ou as placas inferiores giram

o torque é percebido no cilindro interno que não gira ou no cone

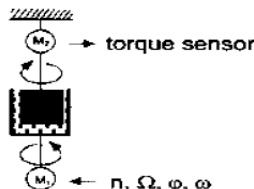


Figura 6. Tipos de reômetros rotacionais (Fonte: SCHRAMM, 2006).

Conforme apresentado na Figura 6 o cilindro externo – copo – é fixo, permitindo um fácil controle da temperatura através de um trocador de calor externo composto por um fluído térmico, um banho com temperatura constante e um

circulador. O cilindro interno - rotor - é movimentado por um motor especial "M" no qual devem estar presentes valores de torque definidos. A resistência da amostra colocada dentro do sistema de sensores atua com força contrária ao torque aplicado (ou tensão de cisalhamento), permitindo que o rotor gire somente com uma velocidade – taxa de cisalhamento – que é inversamente proporcional à viscosidade da amostra.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Avaliação físico-química e reológica das bebidas de soja comercializadas na cidade de Ponta Grossa-PR.

4.1.1 Amostras e amostragem

Foram coletadas três embalagens de cada marca de bebida de soja sabor “original”, produzidas a partir de extrato aquoso de soja, de cinco diferentes marcas disponíveis no município de Ponta Grossa - PR. As análises foram realizadas em triplicata.

As amostras apresentaram algumas características distintas entre si, como diferenças na composição química declarada no rótulo, nos ingredientes e na forma de preparação. Em comum, o fato de não terem sido adicionadas de polpa de frutas e de terem sido produzidas a partir de extrato de soja. Existem no mercado outras marcas de bebidas de soja produzidas a partir de proteína isolada de soja e que não foram incluídas neste estudo, pois foi constatada a limitada variedade de amostras comerciais deste gênero disponíveis para o estudo na região em questão.

De acordo com a lista de ingredientes contida nos rótulos, os espessantes empregados nas marcas comerciais foram: marca 1: goma carragena; marca 2: espessantes goma xantana e carragena; marca 3: goma carragena; marca 4: celulose microcristalina, carragena e carboximetilcelulose; marca 5: goma carragena.

4.1.2 Análises físico-químicas

Foram realizadas as análises de proteínas (método Kjehldal), resíduo mineral por incineração (cinzas), extrato seco total (perda por dessecação, secagem direta em estufa a 105 °C), sólidos solúveis (refratômetro Atago 2.1), lipídeos (método Soxhlet) e teor de carboidratos (ANVISA, 2003). Além destes ensaios, também foi realizada a medição dos valores de pH (Potenciômetro Mettler Toledo Seveneasy PHS-20). Todos estes ensaios, incluindo a metodologia para o preparo das amostras, foram realizados conforme os procedimentos e normas do Instituto Adolfo Lutz (2005).

As análises físico-químicas foram realizadas nos laboratórios da BRF – Brasil Foods S.A. em Carambeí-PR.

4.1.3 Análises reológicas

Os ensaios para avaliar o comportamento reológico das bebidas foram realizados com emprego de um viscosímetro Brookfield, modelo LDVII+PRO (Torque máximo de 673,7 dyne-cm). A viscosidade média foi determinada a 8 °C em rampas de velocidade que variaram de 50 a 200 rpm e 30 segundos de análise para cada velocidade. Os demais dados como porcentagem de torque, taxa de cisalhamento, índice de fluidez, da mesma forma foram determinados pelo referido aparelho e os dados compilados pelo *software* Wingather® for Windows® 2.2 (Brookfield Engineering Laboratories). Para a realização dos cálculos do índice de consistência e índice de fluidez foi empregado o modelo da “Lei da Potência” (SCHRAMM, 2006). Foi utilizado o *spindle* 18, adaptador para pequenas amostras com capacidade de 15 mL (modelo SC4-45Y) utilizando banho termostatizado acoplado (marca Nova Etica modelo 521-2D).

O índice de fluidez foi calculado por intermédio do modelo da “lei da potência”:

$$\tau = k D^n$$

Onde:

- τ = tensão de cisalhamento;
- D = taxa de cisalhamento;
- k = índice de consistência;
- n = índice de fluidez.

As análises reológicas foram realizadas nos laboratórios da BRF – Brasil Foods S.A. em Carambeí-PR.

4.1.4 Análise estatística

Os resultados das determinações físico-químicas foram compilados e avaliados pelo programa Statistica® versão 5.0 (STATISTICA, 1995), mediante análise de variância (ANOVA) e teste F, e aplicado o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para a comparação dos resultados médios das amostras.

4.2 Produção das bebidas de soja

4.2.1 Ingredientes utilizados

Os ingredientes utilizados foram o amido de mandioca marca Yoki adquirido no comércio local de Ponta Grossa-PR, aroma de leite e baunilha da marca Mane, obtido diretamente do fornecedor, cloreto de sódio da marca Cisne adquirido no comércio local de Ponta Grossa – PR e extrato de soja, da marca Olvebra[®] (Provesol FB). Trata-se de um extrato protéico obtido a partir da emulsão aquosa dos grãos descorticados de soja, submetido a tratamento térmico adequado para inativação dos fatores antinutricionais e microbiológicos. A fração solúvel é concentrada e, em seguida, seca por processo *spray-drying*. Foi utilizado o extrato Provesol FB[®], da marca Olvebra. Foi utilizada também maltodextrina, obtida através da conversão de amido de milho, marca Mor-rex 1910[®], da Corn Products Brasil e sacarose da marca Alto Alegre adquirido no comércio local de Ponta Grossa – PR.

4.2.2 Composição das formulações e planejamento experimental

As formulações têm a composição conforme apresentado na Tabela 2, correspondendo ao ponto central do planejamento experimental. A formulação desenvolvida foi baseada em trabalho desenvolvido por Rodrigues, Gozzo e Moretti (2008).

Para a avaliação da influência da quantidade de amido de mandioca e extrato de soja sobre as características sensoriais e reológicas, foi aplicado um planejamento fatorial 2^2 com três repetições no ponto central, apresentado na Tabela 3. Nestes planejamentos experimentais, foram variadas apenas as concentrações de extrato de soja, amido de mandioca e água em relação ao ponto central e as respostas avaliadas foram as características físico-químicas, sensoriais e o comportamento reológico das bebidas.

O planejamento fatorial fornece suporte empírico para que a metodologia de superfície de resposta possa correlacionar as variáveis independentes com as dependentes por meio de um número mínimo de ensaios. Associado a análise de superfície de resposta, o planejamento fatorial permite fornecer informações confiáveis do processo.

Tabela 2 – Composição do ponto central das formulações desenvolvidas

Ingredientes	Porcentagem (g/ 100g)
Água potável	86,98
Xarope sacarose	6,05
Extrato de soja	6,00
Amido de mandioca	0,40
Maltodextrina	0,29
Aroma de leite	0,10
Cloreto de sódio	0,09
Aroma baunilha	0,08

Tabela 3 – Planejamento experimental: efeito da concentração de amido de mandioca e extrato de soja.

Tratamento*	[Amido] (%)	[Extrato] (%)	x1	x2
1	0,2	4	-	-
2	0,6	4	+	-
3	0,2	8	-	+
4	0,6	8	+	+
5	0,4	6	0	0
6	0,4	6	0	0
7	0,4	6	0	0

* Planejamento fatorial 2² com três repetições no ponto central

Na Figura 7 é apresentado o fluxograma para a produção das formulações.

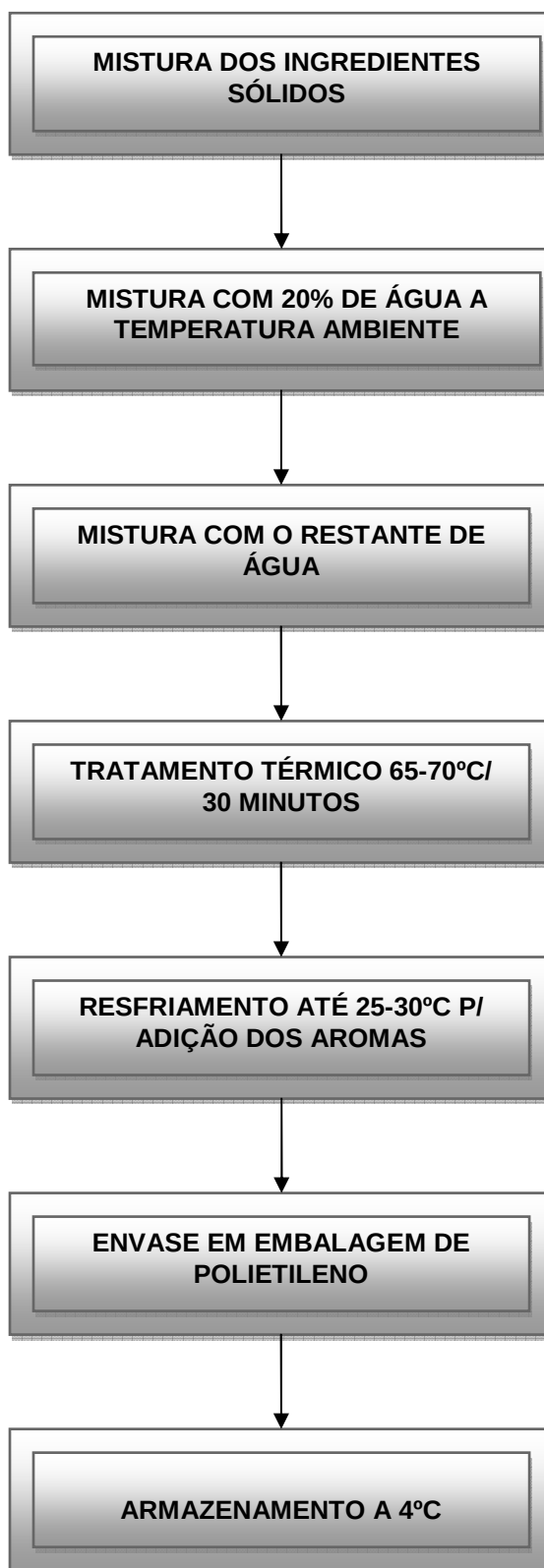


Figura 7. Fluxograma para a fabricação das formulações.

Para o preparo das formulações, foram utilizados agitador industrial, (marca Marconi, modelo MA 259); painéis em inox, capacidade 20 litros; banho termostático (marca Nova Ética, modelo 521 – 2D); banhos-maria em inox, capacidade 50 L (marca Nova Ética, modelo 500 - 6D).

Primeiramente, no agitador industrial misturam-se os ingredientes sólidos (extrato de soja, cloreto de sódio, açúcar, maltodextrina e amido de mandioca). Em seguida, transferiu-se a mistura para a panela em aço inox contendo aproximadamente 20 % do volume de água à temperatura ambiente utilizado no preparo da bebida. Procedeu-se uma agitação por 10 minutos com auxílio do agitador industrial. Encaminhou-se a mistura para outra panela de aço inox de 20 L contendo o restante da água e fez-se a homogeneização por mais 10 minutos. Iniciou-se o tratamento térmico a 65 - 70 °C por 30 minutos, através da troca de calor com da água do banho-maria com a panela em aço inox sob constante agitação. Resfriou-se até 25-30 °C e adicionaram-se os aromas de leite e baunilha. O resfriamento prosseguiu até 4 °C e armazenou-se em recipientes de polietileno sob temperatura de refrigeração, até a realização dos ensaios.

Esta formulação é referente à bebida a base de soja “sabor original”, que reúne as características do produto comumente conhecido como “leite de soja” sem adição de polpa ou essência de frutas, valorizada pela adição dos aromas naturais de baunilha e leite.

4.2.3 Análises físico-químicas e reológicas

As análises físico-químicas e reológicas realizadas foram as descritas nos itens 4.1.2 e 4.1.3, respectivamente.

Além destas, foram avaliados os teores de isoflavonas nas formulações desenvolvidas. A extração foi realizada com etanol a 70 % contendo 0,1 % de ácido acético, conforme preconizado por Carrão-Panizzi et al. (2002). A separação e quantificação foram feitas com base na técnica de Berhow (2002): realizadas em um sistema de cromatografia líquida de alta eficiência marca Waters, modelo 2690, com injetor automático de amostras. Utilizou-se, para tanto, uma coluna de fase reversa do tipo ODS C18 (YMC Pack ODS-AM Column) com 250 mm de comprimento de comprimento x 0,4 mm de diâmetro interno e partículas de 5 µm. Para a separação

das isoflavonas, adotou-se o sistema de gradiente linear binário tendo-se como fases móveis: 1) metanol contendo 0,025% de ácido trifluoroacético (TFA) (solvente A) e 2) água deionizada ultrapura contendo 0,025% de TFA (solvente B). A condição inicial do gradiente foi de 20% para o solvente A, que aos 40 minutos atingiu a concentração de 100% para, em seguida, retornar a 20% aos 41 minutos e permanecer nestas condições até os 60 minutos. Portanto o tempo total de corrida para cada amostra foi de 60 minutos. A vazão da fase móvel foi de $1,0 \text{ mL min}^{-1}$ e a temperatura durante a corrida 25°C . Para a detecção das isoflavonas, foi utilizado o detector de arranjo de foto diodo da marca Waters, modelo 996, ajustado para o comprimento de onda de 260 nm. Para a identificação dos picos correspondentes a cada uma das isoflavonas foram utilizados padrões de daidzina, daidzeína, genistina, e genisteína, da marca Sigma, solubilizados em metanol (grau HPLC), nas seguintes concentrações: $0,00625 \text{ mg.mL}^{-1}$; $0,0125 \text{ mg. mL}^{-1}$; $0,0250 \text{ mg.mL}^{-1}$; $0,0500 \text{ mg.mL}^{-1}$ e $0,1000 \text{ mg.mL}^{-1}$. Para a quantificação das 12 formas de isoflavonas, por padronização externa (área dos picos), foram utilizados os padrões, bem como o coeficiente de extinção molar de cada uma delas para o cálculo das outras formas (malonil e acetil). Os ensaios foram realizados no Laboratório de Análises Físico-Químicas da Embrapa/CNPSO em Londrina-PR.

4.2.4 Análise sensorial

As formulações utilizadas no planejamento experimental foram submetidas a testes sensoriais de aceitação utilizando-se escala hedônica de cinco pontos (5 = gostei muitíssimo até 1 = desgostei muitíssimo), conforme sugerido por GULARTE (2002). O atributo avaliado foi a aceitação sensorial global. As amostras foram servidas em frascos descartáveis de cor branca e codificadas com números de três dígitos escolhidos ao acaso, de forma a não influenciar os provadores (ABNT, 1998).

Os testes foram realizados com 50 provadores maiores de 18 anos, todos submetidos ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), tendo havido aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UEPG (Parecer número 57/10). Fizem parte da avaliação sensorial provadores não treinados, e participaram de livre e espontânea vontade para fim de apoio ao trabalho científico. A quantidade servida por tratamento foi em um copo de 200 mL para cada provador, sob temperatura de refrigeração. Os testes foram realizados

nas dependências do laboratório físico-químico da BRF – Brasil Foods S.A. em Carambeí-PR.

O questionário disponível no Anexo 1 foi aplicado aos julgadores.

4.2.5 Análises microbiológicas

Os tratamentos foram submetidos às análises microbiológicas no produto final, as quais avaliaram indiretamente as condições de higiene da matéria-prima, ingredientes e do processo de produção de forma geral. As análises microbiológicas compreenderam: contagem de coliformes a 45°C/ mL; contagem de *Bacillus cereus*/ mL; pesquisa de *Salmonella* sp/ 25mL . Todos os métodos seguiram as exigências do Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos (BRASIL, 2001), e estão de acordo com o Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Food (APHA, 1992).

4.2.6 Análise estatística

Os resultados das determinações físico-químicas foram compilados e avaliados pelo programa Statistica versão 5.0 (STATISTICA, 1995), mediante análise de variância (ANOVA) e teste F, e aplicado o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para a comparação dos resultados médios das amostras.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Avaliação físico-química e reológica dos alimentos de soja comercializados na região de Ponta Grossa - PR

Os resultados dos parâmetros físico-químicos de extrato seco total, lipídeos, pH, proteína, cinzas, sólidos solúveis e carboidratos estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Caracterização físico-química das cinco marcas de bebidas de soja comercializadas em Ponta Grossa - PR.*

Parâmetros	Marca 1	Marca 2	Marca 3	Marca 4	Marca 5
EST** (g/100g)	9,22 ± 0,26 ^{a1}	7,69 ± 0,37 ^{cb}	8,54 ± 0,58 ^{ba}	7,42 ± 0,17 ^c	6,48 ± 0,27 ^d
Lipídeos (g/100g)	0,96 ± 0,004 ^d	1,02 ± 0,02 ^{bc}	1,12 ± 0,005 ^b	1,31 ± 0,01 ^a	1,04 ± 0,03 ^c
pH	6,52 ± 0,005 ^c	7,29 ± 0,005 ^a	6,84 ± 0,005 ^b	7,28 ± 0,01 ^a	6,56 ± 0,05 ^c
Proteína (g/100g)	2,97 ± 0,06 ^b	3,11 ± 0,07 ^a	2,82 ± 0,02 ^c	2,46 ± 0,02 ^d	2,48 ± 0,05 ^d
Cinzas (g/100g)	0,41 ± 0,02 ^b	0,21 ± 0,02 ^e	0,54 ± 0,05 ^a	0,33 ± 0,05 ^c	0,29 ± 0,02 ^d
Sólidos solúveis (°Brix)	11,60 ± 0,17 ^a	8,27 ± 0,05 ^b	10,73 ± 0,05 ^c	8,50 ± 0,1 ^d	8,00 ± 0 ^e
Carboidratos (g/100g)	4,88 ± 0,05 ^a	3,34 ± 0,04 ^b	4,05 ± 0,02 ^a	3,31 ± 0,1 ^b	2,68 ± 0,03 ^c

* Média de três repetições, para cada tratamento ± desvio padrão.

**EST: Extrato Seco Total.

¹ Médias seguidas por letras iguais em cada linha indicam não haver diferença significativa ao nível de 5 % de probabilidade entre as marcas.

Foram considerados os valores dos rótulos das marcas analisadas para a discussão dos resultados.

Em relação ao extrato seco total (EST), os resultados demonstraram que houve diferença significativa entre as marcas, ao nível de 5 % de probabilidade. A marca que apresentou o menor EST foi a “5”, e esta mesma marca teve o menor teor de sólidos solúveis. A marca que apresentou o maior valor de EST também proporcionou a maior concentração de sólidos solúveis, como era esperado.

A quantidade de carboidratos não variou significativamente entre as marcas 1 e 3 e entre as marcas 2 e 4 respectivamente. A marca 5 diferenciou-se das demais e nela foi constatado o menor valor e foi também a marca com a menor quantidade de sólidos solúveis no produto final.

Sobre o teor de lipídeos, as marcas 2 e 5 não foram diferentes entre si, porém diferenciaram-se das demais ao nível de 5 % de probabilidade. Valores menores foram determinados por Rodrigues, Gozzo e Moretti (2008): 0,61 %, para bebida de soja adicionada de polpa de pêssego. Entretanto, os valores declarados nos rótulos dos produtos variaram de 1,4 % (marca 3) a 1,8 % (marca 1).

Os teores de cinzas e de sólidos solúveis variaram significativamente entre todas as marcas. Isto pode estar relacionado com as diferentes características e quantidades de sais empregados para a estabilização das bebidas e da própria composição do extrato de soja. Para a marca 2, os ingredientes declarados no rótulo são apenas água e extrato de soja, o que pode ajudar a explicar os menores valores encontrados para cinzas nesta marca.

No que diz respeito às proteínas, os resultados variaram significativamente entre as marcas, exceto entre as marcas 4 e 5. Entretanto, todas apresentaram uma quantidade satisfatória sob o ponto de vista nutricional e próximo do indicado nos rótulos. Em estudo sobre a transferência de isoflavonas para as bebidas de soja, realizado por Genovese e Lajolo (2002), onde foram avaliados teores de isoflavonas em nove tipos diferentes de bebidas de soja comercializados no Brasil, o teor de médio de isoflavonas encontrado foi de 82,9 mg L⁻¹, considerando-se bebidas produzidas a partir de 2,5 % de proteína de soja.

Os valores de pH encontrados também variaram significativamente entre as amostras, entretanto os resultados estão entre 6,5 e 7,2. Estes resultados são próximos ao apresentado por Abreu et al. (2007) para extrato de soja puro e indicam que as bebidas estudadas não apresentavam alterações que pudessem comprometer a qualidade das análises.

Quanto ao comportamento reológico das amostras, apresenta-se na Tabela 5 a relação entre a viscosidade média e a taxa de cisalhamento para todas as marcas.

Tabela 5 – Relação entre a viscosidade média das bebidas e a taxa de cisalhamento.*

Taxa de cisalhamento	Viscosidade marca 1 (cP)	Viscosidade marca 2 (cP)	Viscosidade marca 3 (cP)	Viscosidade marca 4 (cP)	Viscosidade marca 5 (cP)
66	$8,08 \pm 0,13^{c1}$	$10,6 \pm 0,17^a$	$6,68 \pm 0,02^d$	$8,58 \pm 0,06^{bc}$	$3,56 \pm 0,01^e$
132	$6,89 \pm 0,04^b$	$9,5 \pm 0,04^a$	$5,36 \pm 0,14^d$	$6,27 \pm 0,1^{cb}$	$2,33 \pm 0,03^e$
198	$6,05 \pm 0,06^b$	$8,73 \pm 0,16^a$	$4,75 \pm 0,03^d$	$5,84 \pm 0,07^{cb}$	$2,22 \pm 0,01^e$
264	$5,52 \pm 0,13^b$	$8,08 \pm 0,08^a$	$4,45 \pm 0,12^c$	$5,59 \pm 0,09^b$	$2,15 \pm 0,005^d$
198	$6,17 \pm 0,07^b$	$8,23 \pm 0,14^a$	$4,78 \pm 0,06^d$	$5,83 \pm 0,005^{cb}$	$2 \pm 0,005^e$
132	$6,54 \pm 0,06^b$	$9,29 \pm 0,07^a$	$5,78 \pm 0,16^{dc}$	$6,03 \pm 0,01^{cb}$	$2,24 \pm 0,01^e$
66	$7,23 \pm 0,04^c$	$9,09 \pm 0,07^a$	$6,28 \pm 0,14^{dc}$	$8,21 \pm 0,05^b$	$3,2 \pm 0,02^e$

* Média de três repetições, para cada tratamento + desvio padrão.

¹ Médias seguidas por letras iguais em cada linha indicam não haver diferença significativa ao nível de 5 % de probabilidade.

Na Figura 8 é apresentada a mesma relação de forma gráfica.

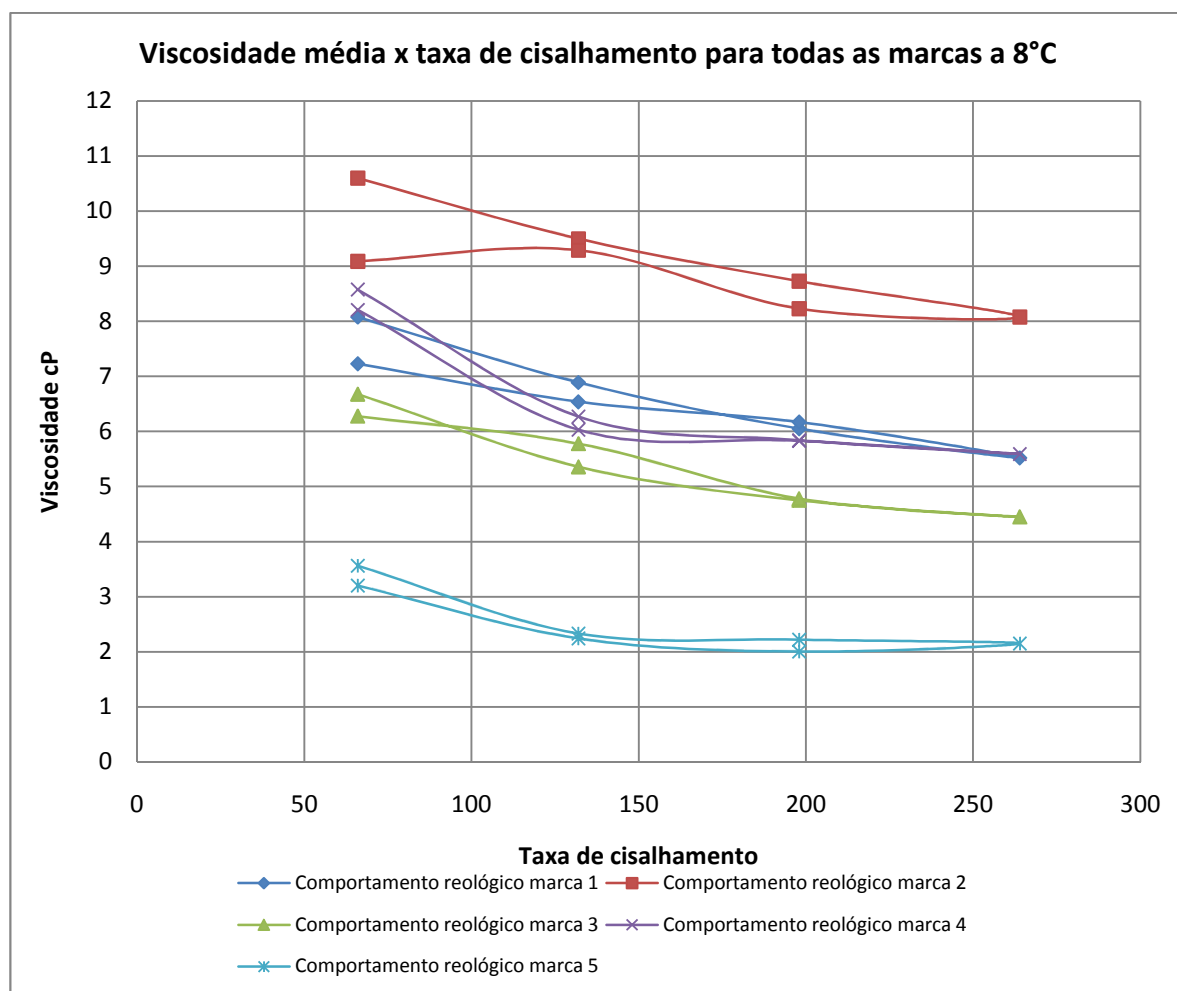


Figura 8. Relações entre a viscosidade e a taxa de cisalhamento para todas as marcas, a 8 °C.*

* Médias de três repetições para cada tratamento. Rampas de velocidade que variaram de 50 a 200 rpm e 30 segundos de análise para cada velocidade.

Conforme a Tabela 5 e a Figura 8, é possível verificar que as viscosidades dos produtos variam de acordo com a taxa de cisalhamento empregada, o que os caracterizam como fluídos não-Newtonianos.

Todas as marcas continham em sua composição carragena como espessante. Deshpande, Chinnan e Phillips (2008) relataram um aumento da viscosidade em bebida de soja quando utilizada a carragena como espessante. Entretanto a marca 2 possuía além da carragena a goma xantana e a marca 4 a carragena associada com celulose microcristalina e carboximetilcelulose. As marcas 2 e 4, mesmo não apresentando a maior quantidade de extrato seco no produto final, foram as marcas que se destacaram com as maiores viscosidades, e pode estar relacionado com a associação da carragena com outros espessantes. Em recente estudo, no qual foram avaliadas as propriedades reológicas de molho de soja a base de extrato de soja, os autores concluíram que os espessantes mais adequados para o aumento da viscosidade aparente deste produto foram a goma xantana e carboximetilcelulose (CAMPOS et al., 2009).

A Tabela 6 apresenta os valores para o índice de consistência na temperatura de trabalho, nas condições do teste às quais as amostras foram submetidas (rampa de 50 a 200 rpm), além dos respectivos, índice de fluidez e coeficiente da reta. O índice de fluidez foi calculado por intermédio do modelo da “lei da potência”:

$$\tau = k D^n$$

Onde:

- τ = tensão de cisalhamento;
- D = taxa de cisalhamento;
- k = índice de consistência;
- n = índice de fluidez.

Tabela 6 - Índice de consistência, índice de fluidez e coeficiente da reta, para todas as marcas a 8 °C.*

Comportamento reológico das amostras*			
Marcas	Índice de consistência (<i>k</i>)	Índice de fluidez (<i>n</i>)	R^2
Marca 1	22,5 ± 0,005 ^{c1}	0,81 ± 0,01 ^b	97,8 ± 0,02 ^a
Marca 2	36,8 ± 0,005 ^a	0,63 ± 0,02 ^d	90,0 ± 0,02 ^c
Marca 3	18,1 ± 0,01 ^d	0,81 ± 0,02 ^b	97,5 ± 0,01 ^a
Marca 4	31,1 ± 0,02 ^b	0,73 ± 0,02 ^c	97,2 ± 0,01 ^a
Marca 5	12,8 ± 0,01 ^e	0,89 ± 0,05 ^a	94,8 ± 0,04 ^b

* Média de três repetições, para cada tratamento ± desvio padrão.

¹ Médias seguidas por letras iguais em cada coluna indicam não haver diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados mostrados na Tabela 6 indicam que todas as marcas apresentaram índice de fluidez $n < 1$, ou seja, os fluidos com comportamento não-*Newtonianos* ligeiramente pseudoplástico. Este resultado está em concordância com a pesquisa de Rodrigues; Gozzo e Moretti (2003). Comparando os dados químicos das marcas com o perfil reológico na Tabela 6, constata-se que a marca 5, a qual possuía a menor quantidade de sólidos solúveis e EST também foi aquela com o menor índice de consistência.

5.2 Avaliação físico-química e reológica dos alimentos de soja desenvolvidos

5.2.1 Características físico-químicas das formulações desenvolvidas

As sete formulações desenvolvidas, conforme a distribuição demonstrada nas Tabelas 2 e 3, apresentaram os resultados mostrados na Tabela 7.

Tabela 7 – Propriedades físico-químicas das formulações desenvolvidas*.

Parâmetros	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4	Tratamento 5	Tratamento 6	Tratamento 7
EST** (g/ 100g)	10,51 ± 0,14 ^{fi}	11,4 ± 0,02 ^e	14,63 ± 0,23 ^b	15,1 ± 0,17 ^a	11,83 ± 0,06 ^{de}	12,48 ± 0,45 ^c	11,91 ± 0,38 ^{de}
Lipídeos (g/ 100g)	1,00 ± 0,01 ^b	0,37 ± 0,02 ^d	1,05 ± 0,02 ^b	0,720 ± 0,04 ^c	1,41 ± 0,01 ^a	1,44 ± 0,05 ^a	1,43 ± 0,03 ^a
pH	6,75 ± 0,00 ^a	6,66 ± 0,01 ^b	6,74 ± 0,00 ^a	6,68 ± 0,01 ^b	6,71 ± 0,00 ^a	6,75 ± 0,00 ^a	6,74 ± 0,00 ^a
Proteína (g/ 100g)	2,04 ± 0,01 ^d	2,09 ± 0,03 ^d	3,39 ± 0,1 ^b	3,94 ± 0,06 ^a	2,87 ± 0,02 ^c	2,98 ± 0,03 ^c	3,01 ± 0,04 ^c
Cinzas (g/ 100g)	0,28 ± 0,01 ^e	0,17 ± 0,01 ^f	0,43 ± 0,03 ^{ba}	0,48 ± 0,01 ^a	0,41 ± 0,02 ^{cb}	0,37 ± 0,02 ^{cb}	0,35 ± 0,02 ^{dc}
Sólidos solúveis (°Brix)	10,7 ± 0,00 ^d	9,57 ± 0,05 ^e	14,53 ± 0,05 ^a	14,63 ± 0,05 ^a	14,77 ± 0,05 ^a	13,73 ± 0,4 ^c	14 ± 0,1 ^b
Carboidratos (g/ 100g)	7,19 ± 0,13 ^c	8,77 ± 0,05 ^b	9,77 ± 0,18 ^a	9,93 ± 0,22 ^a	7,14 ± 0,08 ^c	7,69 ± 0,45 ^c	7,13 ± 0,40 ^c

* Média de três repetições, para cada tratamento ± desvio padrão.

** EST: extrato seco total.

¹ Médias seguidas por letras iguais em cada linha indicam não haver diferença significativa ao nível de 5 % de probabilidade.

As formulações desenvolvidas apresentaram maior quantidade de EST em relação às marcas avaliadas, conforme mostrado anteriormente na Tabela 4. As formulações 3 e 4, as quais continham maior quantidade de extrato de soja (8 %), foram as que apresentaram quantidades significativamente maiores do que as outras formulações. A formulação 1, com a menor quantidade de extrato de soja em sua composição (4 %) foi a que resultou em menor EST, ao nível de 95 % de confiabilidade. As formulações correspondentes ao ponto central do experimento (5, 6 e 7) não apresentaram diferenças significativas entre si, como esperado.

Em relação ao teor de lipídeos, as formulações correspondentes ao ponto central também não apresentaram diferenças significativas entre si e com valor significativamente maior em relação aos outros tratamentos. Os tratamentos 1 a 4 apresentaram quantidades de lipídeos variadas, entretanto não foi possível estabelecer uma relação significativa entre a adição de extrato de soja e o aumento e/ ou diminuição do teor de lipídeos. Pôde-se observar que houve uma grande variação nos resultados (0,37 a 1,05 %), onde os tratamentos 2 e 4 apresentaram resultados abaixo daqueles determinados para as marcas (Tabela 4), porém próximos aos encontrados por Rodrigues, Gozzo e Moretti (2008), de 0,61% em média para bebida de soja adicionada de polpa de pêssego. Nas formulações com maior quantidade de amido, observou-se menor quantidade de lipídeos determinada. Esse comportamento pode estar relacionado com a metodologia aplicada para

extração de lipídeos (Soxhlet), pois em trabalhos envolvendo a produção de compostos amido/ óleo altamente estáveis em soluções aquosas (Fantesk[®]) produzidos no processo *jet-cooking* (substâncias produzidas a partir da combinação de alta temperatura e pressão durante a passagem da mistura amido/óleo em pequenos orifícios causando a completa gelatinização e solubilização do amido e a mistura do amido com os lipídeos), Eskins et al. (1996) verificaram através de exames de microscopia eletrônica de varredura, a microencapsulação de óleo na matriz água/ amido em gotículas de 1-10 µm de diâmetro, com a conseqüente formação de complexos amilose/ lipídeos, facilitados pela presença de monoglicerídeos originados da desesterificação de triglicerídeos oriunda das altas temperaturas e cisalhamento característicos dos processo *jet-cooking*. De acordo com Fanta e Eskins (1995) e Fanta et al. (2009), o teor de amilose do amido utilizado no processo de produção do Fantesk[®] é fundamental para a quantidade de extração do óleo, em soluções preparadas com óleo de soja e amido de milho normal e ceroso (baixo teor de amilose) 8 extrações com hexano foram suficientes para extrair mais de 50% do óleo, enquanto que em soluções com óleo de soja e amido com alto teor de amilose, 8 ciclos de extrações foram suficientes para extrair apenas 14% do óleo.

No que diz respeito ao pH, os valores encontrados praticamente não variaram entre si ao nível de 95 % de confiabilidade, porém diferenciaram-se dos valores encontrados para as marcas analisadas. O fato das formulações terem sido produzidas a partir da mesma fonte de água potável e em processos de fabricação similares podem ajudar a explicar a pequena variação que houve entre os resultados de pH dos tratamentos e o mesmo princípio explicar a grande variação encontrada entre as marcas. Contudo, tanto em relação às formulações desenvolvidas, quanto em relação às marcas anteriormente estudadas, os valores de pH encontram-se próximo a neutralidade.

Sobre a quantidade de proteínas, os tratamentos 3 e 4, com maior proporção de extrato de soja (8 %) em sua composição, apresentaram a maior quantidade de proteínas no produto final, e como esperado os tratamentos 1 e 2 nas menores quantidades e os tratamentos do ponto central quantidades intermediárias. Pode-se afirmar que há uma relação positiva entre a adição de extrato de soja com o aumento do teor de proteínas no produto final. Os valores determinados para os tratamentos foram próximos aos encontrados para as marcas estudadas. Silva et al.

(2007) determinaram um valor médio de proteína de 2,69 % para bebida de soja integral produzida a partir de extrato de soja integral.

O teor de cinzas dos tratamentos referentes ao ponto central não variaram significativamente entre si. Os tratamentos 1 e 2, com menor quantidade de extrato de soja em sua composição, foram os tratamentos que apresentaram os menores teores de cinzas em relação aos demais tratamentos. A mesma relação pode ser empregada em relação à quantidade de sólidos solúveis. De maneira geral, os valores encontrados para cinzas foram próximos aos determinados para as marcas anteriormente estudadas. Já em relação aos sólidos solúveis, as formulações resultaram em quantidades mais elevadas em relação às marcas estudadas.

5.2.2 Análise sensorial das formulações desenvolvidas

A Tabela 8 apresenta os valores médios das análises sensoriais realizadas nos tratamentos.

Tabela 8 – Resultado médio das análises sensoriais das formulações*.

Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4	Tratamento 5	Tratamento 6	Tratamento 7
2,52 ± 0,99 ^{b1}	3,32 ± 0,91 ^a	3,52 ± 0,93 ^a	3,64 ± 1,02 ^a	3,18 ± 1,12 ^a	3,22 ± 0,86 ^a	3,26 ± 1,08 ^a

* Médias de cinquenta análises para cada tratamento ± desvio padrão.

¹ Médias seguidas por letras iguais em cada linha indicam não haver diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados apresentados na Tabela 8 demonstram que não há diferenças significativas entre os tratamentos 2 a 7. O tratamento 1 foi o único que se diferenciou dos demais, ao nível de 95 % de confiabilidade. Em função destes resultados, não é correto estabelecer uma relação entre o aumento de extrato de soja e/ ou amido de mandioca sobre a aceitação ou rejeição das formulações, no presente estudo. Mais adiante, serão mostrados os efeitos da adição de amido de mandioca e extrato de soja sobre a análise sensorial no planejamento experimental. A Figura 9 representa graficamente os resultados das análises sensoriais.

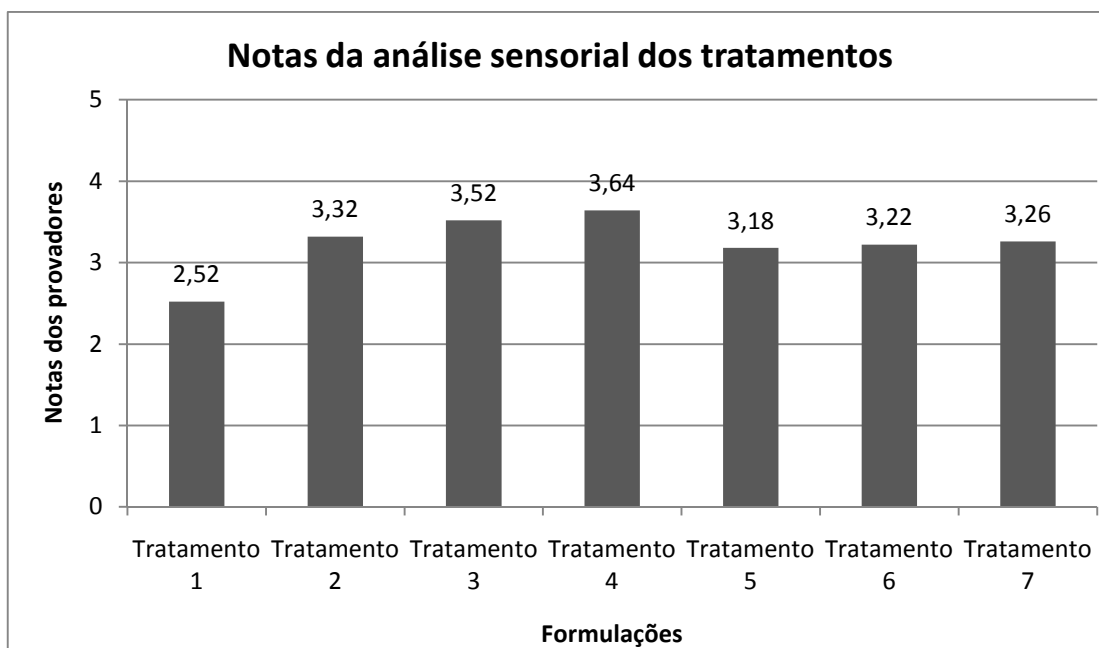


Figura 9. Representação gráfica das notas das análises sensoriais dos tratamentos.*

* Médias de cinquenta repetições para cada tratamento.

Como não houve diferença significativa em relação à aceitação sensorial entre os tratamentos 2 a 7, a qualidade do extrato de soja empregado nos testes pode ter sido determinante nesse caso, pois de acordo com Casé et al. (2002) a aceitação de extratos de soja na forma pura não é tão boa quanto nas bebidas, associados a aditivos e/ ou ingredientes como os sucos de frutas que conferem características de sabor e aroma diferentes do extrato de soja na forma pura. Os açúcares estão entre estes ingredientes responsáveis por conferir melhor aceitação de produtos alimentícios. A sacarose é adicionada para melhorar as características sensoriais do alimento, conferindo doçura do produto. A sacarose mascara o “sabor de feijão” da soja, aumentando a preferência dos provadores por extratos de soja adoçados (FAVARO et al., 2001). A quantidade de açúcar empregada foi igual para todos os tratamentos (6,056%) conforme Tabela 2, o que não significou uma maior aceitação sensorial em relação aos outros tratamentos, ao nível de 95 % de confiabilidade.

Em estudo realizado por Zaekel, Rodrigues e Silva (2010), no qual foram estudadas bebidas compostas por diferentes proporções de extrato de soja e extrato de arroz, aquelas formulações com maior quantidade de extrato de soja foram as que apresentaram a maior aceitação sensorial.

De acordo com Gularte (2002), os produtos são considerados aceitos em termos de suas propriedades sensoriais quando atingem índice de aceitabilidade de no mínimo 70 %. Partindo deste princípio, só as formulações 3 e 4 apresentariam as notas mínimas de aceitação.

O planejamento experimental que será apresentado no item 5.3 trará mais informações sobre os reais efeitos que o amido de mandioca e o extrato de soja deram sobre a aceitação do produto final.

5.2.3 Comportamento reológico das formulações desenvolvidas

A Tabela 9 apresenta os valores da viscosidade determinada nos tratamentos.

Tabela 9 – Viscosidade média dos tratamentos.*

TAXA CISALHAMENTO $1 \cdot s^{-1}$	Tratamento 1 cP	Tratamento 2 cP	Tratamento 3 cP	Tratamento 4 cP	Tratamento 5 cP	Tratamento 6 cP	Tratamento 7 cP
66	$3,80 \pm 0,02^e$	$8,18 \pm 0,01^c$	$10,86 \pm 0,01^b$	$27,99 \pm 0,03^a$	$5,83 \pm 0,04^d$	$6,03 \pm 0,03^d$	$5,97 \pm 0,01^d$
132	$3,37 \pm 0,01^e$	$6,82 \pm 0,01^c$	$9,58 \pm 0,04^b$	$24,44 \pm 0,04^a$	$4,80 \pm 0,02^d$	$4,94 \pm 0,02^d$	$5,11 \pm 0,01^d$
198	$3,15 \pm 0,02^e$	$6,27 \pm 0,01^c$	$8,91 \pm 0,02^b$	$21,89 \pm 0,01^a$	$4,34 \pm 0,01^d$	$4,65 \pm 0,02^d$	$4,56 \pm 0,02^d$
264	$2,93 \pm 0,01^e$	$5,98 \pm 0,005^c$	$8,68 \pm 0,03^b$	$19,09 \pm 0,02^a$	$4,25 \pm 0,01^d$	$4,44 \pm 0,01^d$	$4,01 \pm 0,03^d$
198	$3,36 \pm 0,01^e$	$6,17 \pm 0,01^c$	$9,02 \pm 0,01^b$	$20,48 \pm 0,03^a$	$4,64 \pm 0,01^d$	$4,60 \pm 0,02^d$	$4,60 \pm 0,01^d$
132	$3,64 \pm 0,02^e$	$6,39 \pm 0,03^c$	$9,54 \pm 0,02^b$	$22,33 \pm 0,02^a$	$4,96 \pm 0,01^d$	$4,91 \pm 0,02^d$	$4,96 \pm 0,03^d$
66	$4,27 \pm 0,01^e$	$7,66 \pm 0,04^c$	$10,23 \pm 0,03^b$	$27,18 \pm 0,01^a$	$5,55 \pm 0,02^d$	$5,16 \pm 0,01^d$	$5,91 \pm 0,01^d$

* Médias de três replicatas para cada tratamento.

¹ Médias seguidas por letras iguais em cada linha indicam não haver diferença significativa ao nível de 5 % de probabilidade.

De acordo com a Tabela 9, com exceção das três formulações do ponto central, todas as demais apresentaram diferenças significativas entre si. Os tratamentos 3 e 4 que apresentam maior quantidade de extrato de soja nas suas composições, maior quantidade de EST, proteínas e sólidos solúveis no produto final, foram os que apresentaram maior viscosidade, e dentre estes, o tratamento 4 também foi o que tem maior quantidade de amido de mandioca. Ao contrário, o tratamento 1 foi o que apresentou o menor valor para viscosidade e era o com a menor quantidade de amido e extrato de soja. Os tratamentos do ponto central continham em sua composição maior quantidade de extrato de soja do que o

tratamento 2, mas foi constatado que as formulações do ponto central apresentaram menor viscosidade que o tratamento 2. Este por sua vez continha em sua composição maior quantidade de amido de mandioca que os tratamentos do ponto central. Já o tratamento 3, com menos amido de mandioca na sua formulação que o tratamento 2, apresentou mais viscosidade que o tratamento 2.

Em estudo realizado por Zaekel, Rodrigues e Silva (2010), no qual foram estudadas bebidas compostas por diferentes proporções de extrato de soja e extrato de arroz, aquelas formulações que tinham em sua composição maior quantidade de extrato de soja não foram as que apresentaram a maior viscosidade.

O planejamento experimental, apresentado no item 5.3 traz mais informações sobre os efeitos das concentrações de amido de mandioca e de extrato de soja sobre a viscosidade do produto final.

Na Figura 10 há a representação gráfica dos resultados de viscosidade média das formulações.

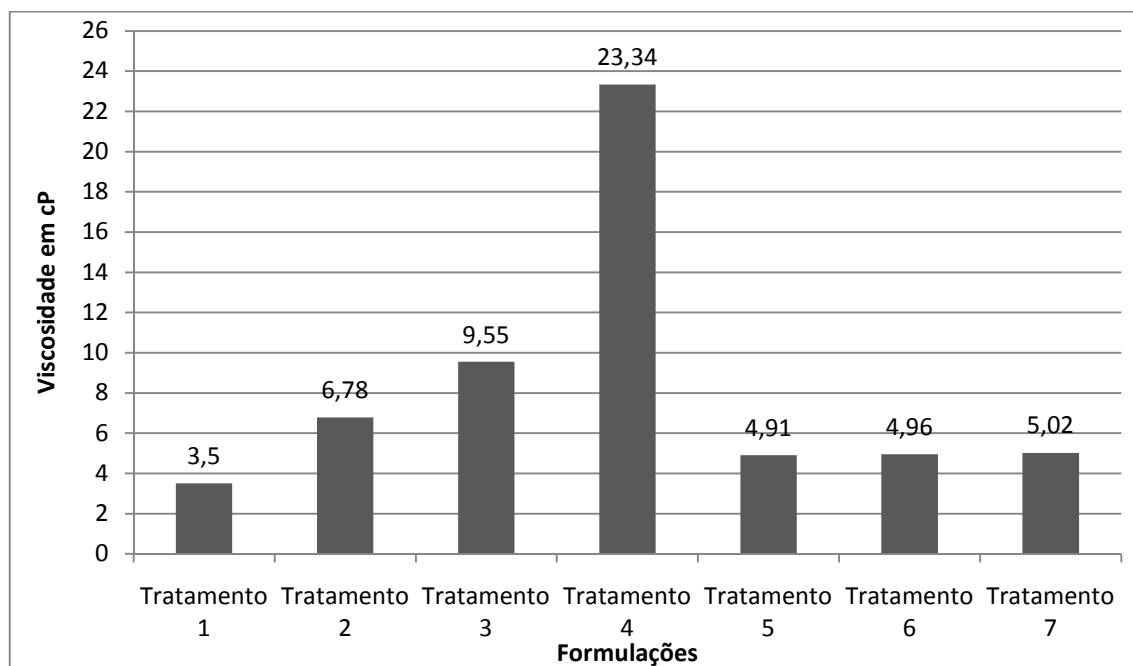


Figura 10. Representação gráfica das viscosidades médias dos tratamentos.*

* Média de três replicatas para cada tratamento.

A despeito de que no presente trabalho não houve variação do teor de sacarose nas formulações, estudos com extratos de soja com diferentes percentuais de sacarose, mostraram valores de viscosidade com variações de 11 a 43 cP (BARBOSA, 2007).

Assim como para as marcas estudadas, o tratamento 1 das formulações desenvolvidas, o qual apresentou menor quantidade de EST no produto final, foi o que apresentou a menor viscosidade, conforme a Tabela 9. O tratamento 2 foi o que apresentou a menor quantidade de sólidos solúveis, entretanto não foi o que apresentou a menor viscosidade. A quantidade maior de amido de mandioca empregada neste tratamento, em relação ao tratamento 1 pode ajudar a explicar este comportamento. Em estudo realizado por Rodrigues, Gozzo e Moretti (2003), a diferença entre o comportamento reológico de bebidas de soja está diretamente relacionado com o teor de sólidos proporcionados pela sua matéria-prima principal (extrato de soja, farinha integral ou isolado protéico de soja).

Ainda comparando a viscosidade das marcas estudadas e das formulações desenvolvidas, os produtos que apresentaram o maior teor protéico foram aqueles que apresentaram a maior viscosidade, conforme as Figuras 8 e 11.

De acordo com a Figura 11, é possível afirmar que as formulações desenvolvidas apresentaram comportamento reológico similar às marcas estudadas, ou seja, de fluido não-Newtoniano, pois houve variação na viscosidade do produto em função da alteração da taxa de cisalhamento.

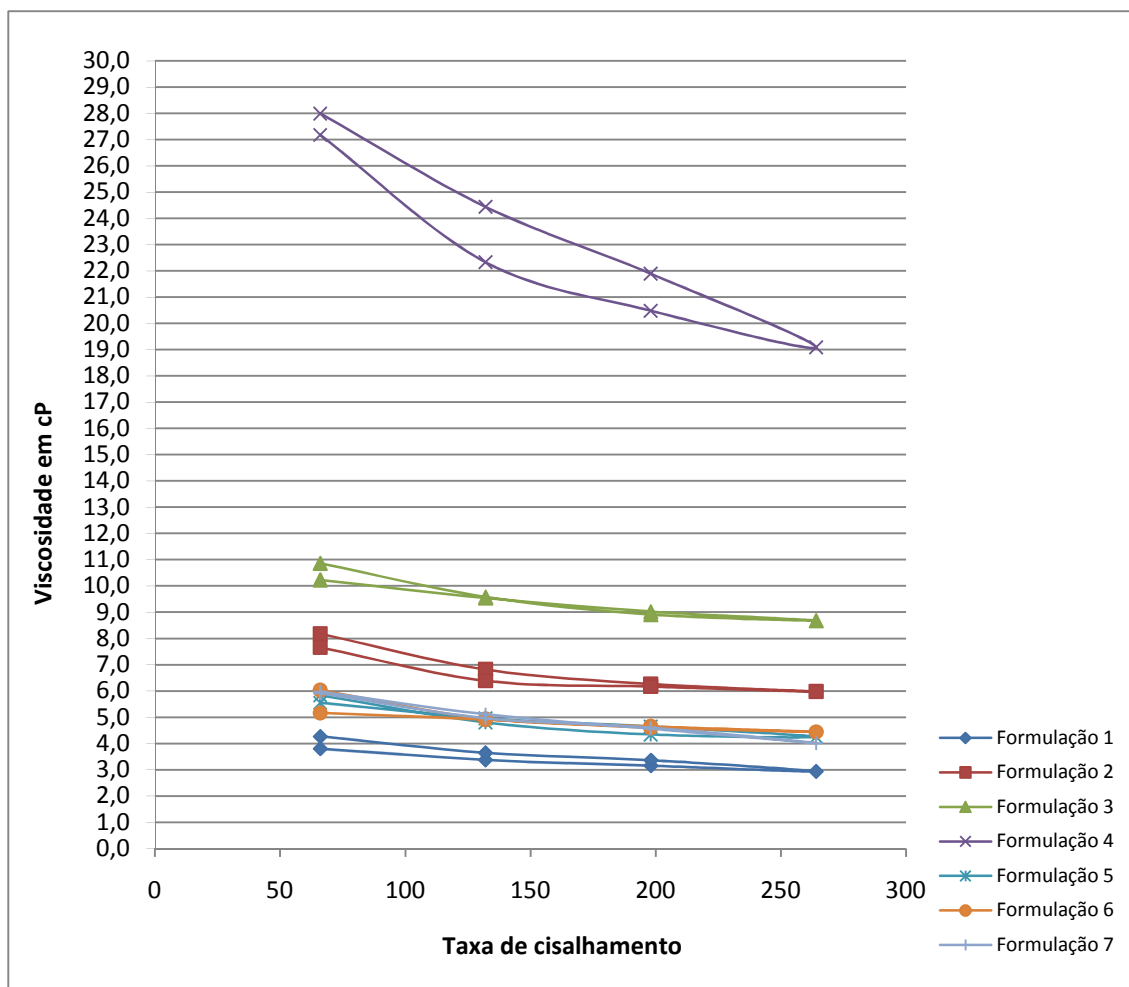


Figura 11. Relações entre a viscosidade e a taxa de cisalhamento para todos os tratamentos a 8°C

* Médias de três repetições para cada tratamento. Rampas de velocidade que variaram de 50 a 200 rpm e 30 segundos de análise para cada velocidade.

Tabela 10 - Índice de consistência, índice de fluidez e coeficiente da reta, para todos os tratamentos a 8 °C.*

Comportamento reológico das amostras			
Formulações	Índice de consistência (<i>k</i>)	Índice de fluidez (<i>n</i>)	R^2
1	$9,54 \pm 1,71^{1d}$	$0,85 \pm 0,02^a$	97,66
2	$18,80 \pm 0,45^c$	$0,78 \pm 0,02^b$	97,30
3	$20,06 \pm 1,27^b$	$0,83 \pm 0,02^a$	98,83
4	$28,79 \pm 0,99^a$	$0,71 \pm 0,02^c$	99,00
5	$10,57 \pm 2,28^d$	$0,84 \pm 0,02^a$	97,63
6	$10,93 \pm 1,43^d$	$0,84 \pm 0,03^a$	96,00
7	$10,08 \pm 0,20^d$	$0,87 \pm 0,005^a$	98,83

* Média de três repetições, para cada tratamento $\pm$ desvio padrão.

¹ Médias seguidas por letras iguais em cada coluna indicam não haver diferença significativa ao nível de 5 % de probabilidade.

Os resultados apresentados na Tabela 10 indicam que todos os tratamentos apresentaram índice de fluidez menor que um ($n < 1$), ou seja, os fluidos apresentaram-se como *não-Newtonianos* com comportamento ligeiramente pseudoplástico. Comportamento similar também foi observado em bebida de soja fermentada com 10 dias de estocagem a 4 °C (DONKOR; HENRIKSSON; SHAH, 2007). Os resultados da Tabela 10 indicam que as formulações apresentaram o mesmo comportamento reológico das marcas estudadas, conforme Tabela 6.

5.2.4 Análise de isoflavonas das formulações desenvolvidas

Na Tabela 11 está disponível a concentração de isoflavonas do extrato de soja utilizado na produção das bebidas de soja.

Tabela 11 – Perfil de distribuição de isoflavonas no extrato de soja (mg.100g⁻¹).

Isoflavonas (mg.100g⁻¹)	Extrato de soja
Daidzina	124.18
Glicitina	12.65
Genistina	103.97
6"-O-Malonil-Daidzina	81.12
6"-O-Malonil- Glicitina	13.44
6"-O-Malonil- Genistina	108.24
6"-O-Acetil- Daidzina	0,00
6"-O-Acetil-Glicitina	0,00
6"-O-Acetil-Genistina	0,00
Daidzeína	19.75
Gliciteína	0.00
Genisteína	13.64
Total ISF	479.98

Os resultados na Tabela 11 são maiores do que os apresentados por Rodrigues e Moretti (2009), 225,65 mg.100g⁻¹ e por Setchell e Cole (2003), 245 mg.100g⁻¹ em análises realizadas em proteína texturizada de soja.

Na Tabela 12 é apresentada a quantidade por tipos de isoflavonas presentes nas formulações desenvolvidas.

Tabela 12 – Perfil de distribuição de isoflavonas no produto final (mg.L⁻¹).

Isoflavonas (mg 100g⁻¹)	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4	Ponto central 1	Ponto central 2	Ponto central 3
Daidzina	37.83	33.08	72.86	70.53	54.54	60.67	60.69
Glicitina	5.58	3.57	7.89	7.37	5.66	6.40	6.18
Genistina	47.94	27.59	57.33	50.77	43.85	49.45	48.66
6"-O-Malonil-Daidzina	15.24	20.83	40.38	43.67	33.73	31.75	31.82
6"-O-Malonil- Glicitina	4.18	3.35	6.36	6.73	4.95	5.14	5.65
6"-O-Malonil- Genistina	17.81	29.04	55.43	58.86	46.18	45.22	45.28
6"-O-Acetil- Daidzina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6"-O-Acetil-Glicitina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6"-O-Acetil-Genistina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Daidzeína	2.47	5.48	15.44	11.23	8.75	9.34	9.10
Gliciteína	0.60	0.00	2.10	0.91	0.00	2.51	2.27
Genisteína	4.34	3.88	7.56	7.67	5.93	6.36	6.31
Total ISF	135.98	126.82	265.34	262.85	203.61	216.87	215.96

Os tratamentos 3 e 4, que continham maior quantidade de extrato de soja na formulação, foram os que apresentaram maior transferência de isoflavonas no produto final. Conforme esperado, as formulações 1 e 2 forneceram a menor quantidade de isoflavonas dentre todas, e as formulações do ponto central ficaram com os valores intermediários, e praticamente não variaram entre si. Rodrigues e Moretti (2009) determinaram uma quantidade média de isoflavonas totais presente na bebida protéica a base de extrato de soja e polpa de pêssegos de $85,8 \text{ mg.L}^{-1}$. Em bebida sabor original produzida a partir de extrato de soja sem adição de frutas, Genovese e Lajolo (2002) encontraram valor médio de $82,9 \text{ mg.L}^{-1}$. Valores similares também foram determinados por Setchell e Cole (2003), em uma pesquisa que reuniu mais de 40 marcas de bebidas de soja.

Analisando-se o perfil de distribuição das isoflavonas do produto final, percebe-se que as formas agliconadas (Daidzeína, Gliciteína e Genisteína) absorvidas diretamente pelo intestino, estão presentes em quantidades inferiores em relação às formas β -glicosídeos e malonil glicosídeos, ambas não absorvidas diretamente pelo intestino. Em nenhum dos tratamentos foram detectadas as formas acetil. Como não foi realizada a análise de isoflavonas no extrato de soja empregado no preparo das formulações com o objetivo de realizar um balanço de massa mais específico da transferência de isoflavonas de forma a avaliar a influência do processo na quantidade de isoflavonas do produto final, pode ser atribuído ao procedimento da produção da matéria-prima (extrato de soja) o comportamento apresentado na Tabela 12. Nesse caso, o alto conteúdo das formas β -glicosídeos, o conteúdo um pouco mais baixo das formas malonil e uma quantidade muito baixa das formas agliconadas, sugerem que a matéria prima passou por processos que foram responsáveis pela inativação parcial das enzimas β -glicosídeses.

Sobre a transferência de isoflavonas do extrato de soja para o produto final, Rodrigues e Moretti (2008), em recente estudo realizado no Brasil a respeito do teor de isoflavonas em bebida de soja elaborada a partir de 2 % de extrato de soja, concluíram que o teor médio de isoflavonas ficou em $85,8 \text{ mg L}^{-1}$ na bebida final, mas a quantidade dos tipos de isoflavonas foi similar ao apresentado na Tabela 12, ou seja, predominância das formas glicosídeas conjugadas sobre as formas agliconadas. Valor próximo foi encontrado em outro trabalho também realizado no Brasil por Genovese e Lajolo (2002), onde foram avaliados os teores de isoflavonas

em nove tipos diferentes de bebidas de soja comercializadas no Brasil, no qual o teor de isoflavonas encontrado foi de 82,9 mg L⁻¹ em uma bebida produzida a partir de 2,5 % de proteína de soja. Nesta mesma pesquisa, constatou-se que as bebidas de soja produzidas a partir de extratos de soja também apresentaram predominância das formas glicosídeas.

Apesar dos dois estudos anteriores relacionarem a quantidade de proteínas com a quantidade transferida de isoflavonas no produto final, é difícil estabelecer uma relação no produto final de: quantidade de proteínas/ quantidade de isoflavonas, pois a extensão de valores para a relação isoflavonas em alguns produtos a base de soja, entre eles a bebida de soja, é muito maior do que a incerteza associada à estimativa do conteúdo de proteínas (SETCHELL e COLE 2003).

De acordo com Lui et al. (2003), concentrados protéicos obtidos a partir de tratamento com ácido faz com que diminua a fração β -glicosídica e aumente a forma agliconada, o aquecimento promove a conversão das formas malonil glicosídeos a acetil glicosídeos. A fermentação em derivados de soja como missô e tempê produzem formas agliconadas como resultado da ação enzimática de hidrólise β -glicosídica, enquanto alimentos de soja como farinha de soja, tofu e concentrados protéicos de soja contém maior parte de conjugados β -glicosídeos (WANG, SPORNS, 2000).

5.3 Resultados dos planejamentos experimentais

5.3.1 Avaliação da concentração de extrato de soja e amido de mandioca sobre a aceitação sensorial

Com o objetivo de avaliar se as variáveis estudadas (amido e extrato aquoso de soja) exercem efeitos sobre a aceitação sensorial global de bebida a base de extrato de soja, foram calculados os efeitos, conforme demonstrado na Tabela 13.

Tabela 13 - Efeito dos fatores estudados no planejamento fatorial completo 2^2 (4 ensaios, com 3 pontos centrais, totalizando 7 ensaios) para o atributo de aceitação sensorial global

	EFEITO	ERRO PADRÃO	T (3)	P - VALOR
MÉDIA	3,381753	0,156202	21,64983	0,000216*
AMIDO	0,201660	0,313852	0,64253	0,566258
EXTRATO DE SOJA	0,401660	0,313852	1,27977	0,290620
AMIDO X EXTRATO DE SOJA	-0,086726	0,315238	-0,27511	0,801090

NOTA: * $p \leq 0,05$.

Pelos resultados obtidos é possível verificar que as variáveis estudadas, concentração de amido e de extrato aquoso de soja, na faixa avaliada, não exercem efeito significativo ao nível de 5 % de probabilidade. Porém, ao analisarmos somente o efeito, tanto o amido quanto o extrato de soja contribuem positivamente para o aumento da média, ou seja, quanto maior a concentração de ambos, dentro da faixa estudada, maior foi a nota.

5.3.2 Avaliação da concentração de extrato de soja e amido de mandioca sobre a viscosidade média

Com o objetivo de avaliar se as variáveis estudadas (amido e extrato de soja) exercem efeitos sobre a viscosidade aparente de bebida a base de extrato aquoso de soja, foram calculados os efeitos conforme mostrado na Tabela 14.

Tabela 14 - Efeito dos fatores estudados no planejamento fatorial completo 2^2 (4 ensaios, com 3 pontos centrais, totalizando 7 ensaios) para o atributo viscosidade*

	EFEITO	ERRO PADRÃO	T (3)	P - VALOR
MÉDIA	11,05404	0,312196	35,40734	0,000050
AMIDO	8,02227	0,627287	12,78884	0,001032
EXTRATO DE SOJA	10,78227	0,627287	17,18874	0,000429
AMIDO X EXTRATO DE SOJA	5,76758	0,630056	9,15408	0,002756

NOTA: * $p \leq 0,05$.

Devido ao fato de que os efeitos foram significativos sobre a resposta estudada, foi calculada a ANOVA, cujos resultados estão apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 – Análise de variância do planejamento fatorial completo 2^2 (4 ensaios, com 3 pontos centrais, totalizando 7 ensaios) para o atributo viscosidade

FONTE DE VARIAÇÃO	SQ ^a	GL ^b	QM ^c	F _{CALCULADO}
Regressão	285,111	3,000	95,037	196,705
Resíduos	1,4494	3,000	0,483	
Total	286,5609	6,000		

NOTA: $F_{3,3;0,05} = 9,27$ ^a = soma de quadrado ^b = graus de liberdade; ^c = quadrado médio.

Observando-se os resultados para análise de variância (Tabela 15), como $F_{\text{calculado}}$ foi maior que o F_{tabelado} foi possível construir a superfície de resposta da Figura 12.

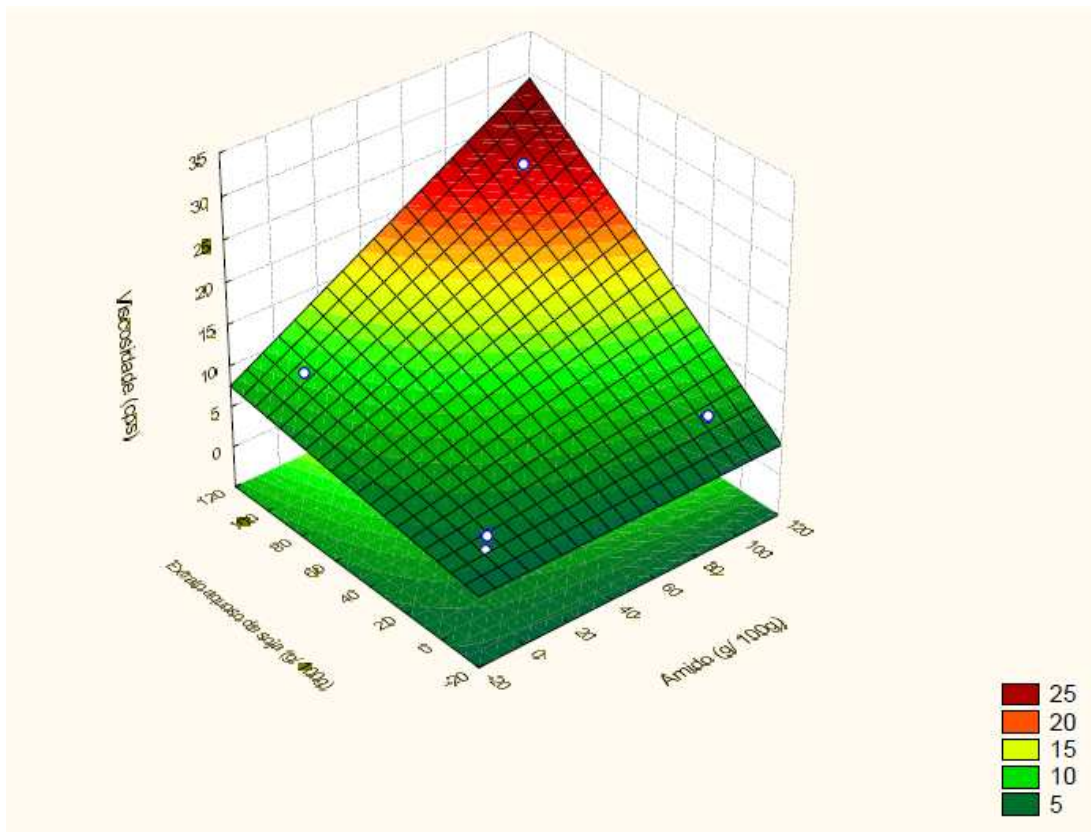


Figura 12. Gráfico de superfície de resposta - efeitos das concentrações de extrato de soja e de amido de mandioca sobre a viscosidade

Dentro da faixa de estudo, pode-se observar claramente na Figura 12 que na medida em que aumentamos a concentração de amido de mandioca e de extrato de soja nas formulações (tratamento 4), maior é a viscosidade no produto final. No

tratamento 2 (onde há só o aumento de amido e diminuição do extrato de soja) e no tratamento 3 (onde há só o aumento de extrato de soja e diminuição do teor de amido), também se observa dentro da faixa estudada uma relação positiva para o aumento da viscosidade para cada tratamento. Nas formulações do ponto central (5, 6 e 7) e na formulação com menor teor de amido e extrato ao mesmo tempo (tratamento 1) são observados os menores valores para a viscosidade.

5.4 Análises microbiológicas

Todos os tratamentos apresentaram resultados satisfatórios sob o ponto de vista microbiológico. Os resultados atestaram que os produtos estavam aptos para a degustação dos provadores na análise sensorial.

Tabela 16 – Resultados dos ensaios microbiológicos dos tratamentos*

Ensaio	Coliformes a 45°C (UFC/ mL)	<i>Bacillus cereus</i> (UFC/ mL)	<i>Salmonella</i> sp (Ausência ou Presença em 25 mL)
Padrões**:	max.10 UFC/ mL	max. 5.10 ² UFC/ mL	Ausência em 25 mL
1	<10	<50	Ausência
2	<10	<50	Ausência
3	<10	<50	Ausência
4	<10	<50	Ausência
5	<10	<50	Ausência
6	<10	<50	Ausência
7	<10	<50	Ausência

* Média de três repetições, para cada formulação.

** Padrões máximos permitidos pela Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, ANVISA.

Os ensaios microbiológicos demonstraram que as formulações produzidas estão de acordo com o preconizado pelo Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos (BRASIL, 2001), na categoria: alimento de soja, na qual as bebidas de soja estão enquadradas. Os resultados mostram que as bebidas

foram produzidas com cuidados higiênico-sanitários adequados, tais como: seleção de ingredientes; tratamento térmico preciso; cuidados na manipulação e conservadas em condições que propiciaram a ausência de alterações no produto final.

6 CONCLUSÕES

Em relação às análises realizadas nos produtos comerciais à base de extrato de soja na cidade de Ponta Grossa – PR, conclui-se que as marcas estudadas apresentaram de maneira geral resultados físico-químicos próximos aos publicados na literatura. Contudo, os resultados encontrados para lipídeos não estão em concordância com os valores declarados nos rótulos. O trabalho contribuiu para determinar algumas relações entre os teores de extrato seco total, sólidos solúveis e viscosidade, demonstrando que a diminuição da viscosidade pode estar relacionada com a quantidade de sólidos totais, além de sinalizar uma ligeira influência da goma carragena no aumento da viscosidade nas amostras estudadas. As viscosidades dos produtos variaram de acordo com a taxa de cisalhamento empregada, o que os caracterizam como fluídos não-Newtonianos. A taxa de fluidez foi menor que 1, (entre 0,63 a 0,89) como fluídos com característica levemente pseudoplástica.

O amido nativo de mandioca foi inserido nos tratamentos de forma satisfatória, não apresentando nenhum tipo de interferência negativa para o preparo das bebidas pasteurizadas, bem como no aspecto do produto final. Além disso, constatou-se que pequenas quantidades de amido utilizadas nas formulações (0,2 a 0,6 %) foram suficientes para que as bebidas apresentassem características sensoriais, físico-químicas e reológicas similares às bebidas comerciais.

Em relação às características físico-químicas das formulações desenvolvidas, notou-se que a quantidade de extrato seco no produto final, bem como o teor de proteínas, cinzas e sólidos solúveis estavam relacionados com a quantidade de extrato de soja empregado na produção de bebidas. As formulações com 6 e 8 % de extrato de soja na composição apresentaram pelo menos 2,87 % de proteínas no produto final. Sobre a aceitação sensorial global, apenas o tratamento 1, o qual possuía a menor quantidade de extrato de soja e amido de mandioca dentre todas as formulações, apresentou diferença significativa em relação aos outros, e a menor nota. Os demais tratamentos não apresentaram diferença significativa entre as notas e, portanto, não foi possível estabelecer uma relação entre a quantidade de amido de mandioca ou extrato de soja e a aceitação sensorial global, dentro da faixa de estudo.

A respeito do perfil reológico dos tratamentos desenvolvidos, aquele com a maior quantidade de extrato de soja e amido de mandioca, foi o que apresentou o

maior valor para a viscosidade, o maior índice de consistência e o menor índice de fluidez. Ao contrário, os tratamentos com menor quantidade de extrato de soja e amido de mandioca na sua composição apresentaram a menor viscosidade, o maior índice de fluidez e menor índice de consistência. Todos os tratamentos apresentaram índice de fluidez $n < 1$, ou seja, os fluidos apresentaram-se como não-Newtonianos com comportamento ligeiramente pseudoplástico, com índices de fluidez que variaram entre 0,71 a 0,87. Através da análise dos efeitos das variáveis amido e extrato de soja sobre a viscosidade do produto final, verificou-se que dentro da faixa de estudo, na medida em que as concentrações de amido de mandioca e extrato de soja foram aumentadas (tratamento 4), maior foi a viscosidade determinada no produto final.

O perfil de distribuição de isoflavonas das formulações desenvolvidas foi similar a vários outros estudos relacionados à bebida de soja, ou seja, com predominância das formas glicosídeos conjugados sobre as formas agliconadas. A quantidade total de isoflavonas dos tratamentos foi maior do que em outros estudos verificados. Entretanto, no presente estudo não foi possível demonstrar que a quantidade de extrato de soja empregado nos tratamentos foi decisiva para a variação do teor de isoflavonas no produto final.

Os resultados físico-químicos e reológicos apresentados para os tratamentos desenvolvidos estão em sintonia com os valores levantados das bebidas comerciais, cujas formulações apresentavam outros tipos de espessantes. Estudos relacionados à modificação de amido de mandioca para atender a características específicas das bebidas de soja podem ser realizados com o objetivo de melhorar a função espessante nestas bebidas, bem como a aceitação sensorial, a qual poderá ser realizada em populações amostrais maiores.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAM – Associação Brasileira do Produtores e Amido de Mandioca – Mandioca e derivados tem maior média semestral desde 2004. **Disponível em:** http://www.abam.com.br/includes/index.php?link_include=menu3/noticias.php&menu=3&item=1.>. Acesso em: 10 de novembro de 2010.

ABIR - Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não Alcoólicas - Consumo de todas as bebidas comerciais 2002-2007. **Disponível em:** <<http://www.abir.org.br/>>. Acesso em: 15 de junho de 2009.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12806**: análise sensorial de alimentos bebidas. Rio de Janeiro, 1993.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14141**: escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro, 1998.

ADOLFO LUTZ, Instituto. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Brasília: ANVISA, 4ª ed, 2005.

AGUILERA, J.M.; ROJAS, G.V. Determination of kinetics of gelation of whey protein and cassava starch by oscillatory rheometry. **Food Research International**, v. 30, n. 5 p. 349 – 357, 1997.

ANDERSON, J. W.; JOHNSTONE, B. M.; COOK-NEWELL, M. Meta-Analysis of the effects of soy protein intake of serum lipids. **The New England Journal of Medicine**, v. 333, n. 5, p. 276-282, abr. 1995.

ANJUM, F. M.; KHAN, M. I.; BUTT, M. S.; HUSSAIN, S.; ABRAR, M. Functional properties of soy hulls supplemented wheat flour. **Nutritional and Food Science**, v. 36, n.2, p. 82-89, 2006.

ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 2.ed. – Viçosa:UFV, 2001.

ANVISA. **Resolução - RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003**. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. D.O.U de 26/12/2003.

ANVISA. **Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001**. Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos

APHA. American Public Health Association. **Compendium of methods for the microbiological examination of food**, 3a Ed. USA, cap. 4, 1992.

BARBOSA, E. G. Prevalência de bactéria probiótica *L. acidophilus* – NCFM em extrato de soja fermentado e saborizado com sacarose e polpa de pêssego. 2007. 58f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Agroindustrial) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas - UFPEL, Pelotas, 2007.

BERHOW, M. A. **Modern analytical techniques for flavonoid determination. Flavonoids in the living cell.** New York: Klusher Academic, p. 61-76, 2002.

BERTOLINI, A.C.; CREAMER, L.K.; EPPINK, M.; BOLAND, M. Some rheological properties of sodium caseinate-starch gels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 2248-2254, 2005

BRANDSCH, C.; SHUKLA, A.; HIRCHE, F.; STANGL, G.I.; EDER, K. Effect of proteins from beef pork and turkey meat on plasma and liver lipidis of rats compared with casein and soy protein. **Nutrition**, v. 22, p. 1162-1170, 2006.

BORWANKAR, R.P.; LOBO, L. A.; WASAN, D. T. Emulsion stability-kinetics of flocculation and coalescence. **J. Colloid Interf. Sci.**, v. 69, p. 135-146, 1992.

BRASIL. Resolução RDC ANVISA/MS n. 91, de 18/10/2000. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Alimento com Soja. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 de outubro de 2000.

BRASIL. Resolução RDC ANVISA/MS nº. 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 jan. 2001.

BRASIL. Resolução RDC ANVISA/MS nº. 268, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos protéicos de origem vegetal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 set. 2005.

CAMPOS, D.C.P.; ANTONIASSI, R.; DELIZA, S.C.F.; FELBERG, I. Molho cremoso à base de extrato de soja: estabilidade, propriedades reológicas, valor nutricional e aceitabilidade do consumidor. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 4, 2009.

CARRÃO-PANIZZI, M.C.; FAVONI, S.P.G.; KIKUCHI, A. Extraction time for isoflavone determination. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 45, n. 4, p. 515-518, 2002.

CASÉ, F. V.; DELIZA, R.; ROSHENTAL, A.; WAKELING, I. Avaliação da aceitação pelo consumidor de “leite” de soja enriquecido com cálcio. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 18., 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2002 (CD-ROM).

CHARLES, A. L.; CHANG, Y. H.; KO, W. C.; SRIROTH, K.; HUANG, T. C. Influence of amylopectin structure and amylase content on the gelling properties of five cultivars of cassava starches. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 2717-2725, 2005.

CHE, L.; LI, D.; WANG, L.; OZKAN, N.; CHEN, X.D.; MAO, Z. Rheological properties of dilute aqueous solutions of cassava starch. **Carbohydrate Polymers**, v. 74, p. 385-389, 2008.

CHEN, Z.; ZHENG, W.; CUSTER, L. J. Usually dietary consumption of soy foods and their correlation with the excretion rate of isoflavonoids in overnight urine samples among Chinese women in Shanghai. **Nutrition and Cancer**, v. 33, p. 82-87, 1999.

CORRADINI, E.; LOTTI, C.; MEDEIROS, E. S. Estudo comparativo de amidos termoplásticos derivados do milho com diferentes teores de amilose. **Polímeros**, v. 15, n. 4, 2005.

COULTATE, T. P. Food: the chemistry of its components, **Royal Society of Chemistry Paperbaks**, cap. 3, p. 26, 1996.

CUNHA, P. L. R.; FEITOSA, J.P.A. Polissacarídeos da biodiversidade brasileira: uma oportunidade de transformar conhecimento em valor econômico. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 649-660, 2009.

DEWELL, A.; HOLLENBECK, P. L. W.; HOLLENBECK, C. B. Clinical Review: A Critical Evaluation of the Role of Soy Protein and Isoflavone Supplementation in the Control of Plasma Cholesterol Concentrations. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, v. 91, n. 3, p. 772-780, mar. 2006.

DONKOR, O.N.; HENRIKSSON, A.; VASILJEVIC, T.; SHAH, N.P. Rheological properties and sensory characteristics of set-type soy yogurt. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, p. 9868-9876, 2007.

ERDMAN JW Jr, for the AHA Nutrition Committee. Soy protein and cardiovascular disease: a statement for healthcare professionals from the Nutrition Committee of the AHA. **Circulation**, v. 102, p. 2555-2559, 2000.

ESKINS, K.; FANTA, G. F.; FELKER, F. C.; Baker, F. L. Ultrastructural studies on microencapsulated oil droplets in aqueous gel and dried film of a new starch-oil composite. **Carbohydrate Polymers**, v. 29, p. 233-239, 1996.

FANTA, G.F.; ESKINS, K. Stable starch-lipid compositions prepared by steam jet cooking. **Carbohydrate Polymers**, v. 28, p. 171-175, 1995.

FANTA, G.F.; FELKER, F.C.; BYARS, J.A.; KENAR, J.A.; SHOGREN, R.L. Starch-Soybean Oil Composites With High Oil: Starch Ratios Prepared By Steam Jet Cooking. **Starch/Stärke**, v. 61, p. 590-600, 2009.

FAVARO TRINDADE, C. S. et al. Development and sensory evaluation of soy milk based yoghurt. **Archivos Latinoamericano de Nutrición**, v. 51, n. 1, p. 100-104, 2001.

FRANCO, C. M. L.; DAIUTO, E. R.; DEMIATE, I. M. Propriedades Gerais do Amido. São Paulo : Fundação Cargill, v. 1, 2002. 221 p. (Série Culturas de tuberosas amiláceas latino americanas).

FRIEDMAN, M.; BRANDON, D. L. Nutrition and health benefits of soy proteins. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 49, n. 3, p. 1069-1086, 2001.

GALLAGHER, J.A., SATPATHY, R., RAFFERTY, K., HAYNATZKA, V. The effect of soy protein isolate on bone metabolism. **Menopause**, v. 11, p. 290-298, 2004.

GARCIA, J.M.; CHAMBERS, E.; MATTA, Z.; CLARK, M. Serving temperature viscosity measurements of néctar and honey thick liquids. **Dysphagia**, v. 23, p. 65-75, 2008.

GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Isoflavones in soy-based foods consumed in Brazil: levels, distribution, and estimated intake. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 21, p. 5987-5993, 2002.

GKIONAKIS, G. A.; HELIOPOULOS, G. Factor affecting the flavour binding properties of lactones whit soya protein. **British Food Journal**, v. 108, n. 6, p. 456-474, 2006.

GULARTE, M. A. **Manual de análise sensorial de alimentos**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 59p., 2002.

HABITANTE, A. M. B. Q.; SOBRAL, P. J. A.; CARVALHO, R. A.; FERIA, J. S.; BERGO, P. V. A. Phase transitions of cassava starch dispersions prepared with glycerol solutions. **Journal of Thermal Analysis and Colorimetry**, v. 93, n. 2, p. 559-604, 2008.

HARRISON, E., ADJEI, A., AMEHO, C., YAMAMOTO S., KONO S. The effect of soybean on bone loss in a rat model of postmenopausal osteoporosis. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology**, v. 44, p. 257-268, 1998.

HARJO, B.; WIBOWO, ZHANG, E.J.N.; LUO, K.Q.; NG, K.M. Development of Process Alternatives for Separation and Purification of Isoflavones. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v. 46, p. 181-189, 2007.

HARON, H.; ISMAIL, A.; AZLAN, PENG, L. S. Daidzein and genestein contents in tempeh and select soy products. **Food Chemistry**, v. 115, p. 1350-1356, 2009.

HUANG, X.; KAKUDA, Y.; CUI, W. Hydrocolloids in emulsions: particle size distribution and interfacial activity. **Food Hydrocolloids**, v. 15, p. 533-542, 2001.

INGREDIENTS, FOOD. **Estabilizantes**, n. 14, p. 42-48, Brasil, 2010.

JAEKEL, L.Z.; RODRIGUES, R.S.; SILVA, A. P. Avaliação físico-química e sensorial de diferentes proporções de extratos de soja e de arroz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 342-348, 2010.

KARAN, M. P. P. K.; HUI, L. S.; PERERA, C. O. Evaluation of the composition and concetration of isoflavones in soy based supplemets, health products and infant formulas. **Food Research International**, v. 39, p. 730-738, 2006.

KATZBAUER, B. Properties and applications of xanthan gum. **Polymer Degradation and Stability**, v. 59, p. 81-84, 1998.

KOKUBO, Y.; ISO, H.; ISHIHARA, J.; OKADA, K.; INOUE, M.; TSUGANE, S. Association of dietary intake of soy, beans, and isoflavones with risk of cerebral and myocardial infarctions in Japanese populations. **Circulation**, v. 116, p. 2553-2562, 2007.

KONOO, S.; et al. The emulsification of oxidized tapioca starches with sodium hypochlorite. **Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology**, v. 43, n. 8, p. 880-886, 1996.

KUAKPETOON, D.; WANG, Y. J. Characterization of Different Starches Oxidized by Hypochlorite. **Starch/Starke**, v. 53, n. 5, p. 211-218, 2001.

KUDOU, S.; FLEURY, Y.; WELTI, D.; MAGNOLATO, D.; UCHIDA, T.; KITAMURA, K.; OKUBO, K. Malonyl isoflavone glycosides in soybeans seeds (*Glycine max*, Merrill). **Agriculture and Biological Chemistry**, v. 55, n. 9, p. 2227- 2233, 1991.

LARSSON, K.; FRIBERG, S.; SJÖBLOM, J. **Food emulsions**. 4^a Ed. New York: Marcel Dekker Inc, 1997, 633p.

LEE, M.M.; GOMEZ, S.L.; CHANG, M, W.; WANG, R.T.; HSING, A.W. Soy and isoflavone consumption in relation to prostate cancer risk in China. **Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention**, v. 12, p. 665-668, 2003.

LIU, Z.S.; CHANG, S.K.C.; LI, L.T.; TATSUMI, E. **Effect of selective thermal denaturation of soybean proteins on soymilk viscosity and tofu's physical properties**. **Food Research International**, v. 37, n. 8, p. 815-822, 2004.

LIU, K. S. Chemistry and nutritional value of soybean components. IN: **Soybeans: chemistry, technology and utilization**. Gaithersburg : Aspen Publ. Inc., 1999.

LUI, M.C.Y.; AGUIAR, C.L.; ALENCAR, S.M. SCAMPARINI, A.R.P.; PARK, Y.K. Isoflavonas em isolados e concentrados protéicos de soja. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 206-212, 2003.

LUKACZER, D. Effect of low glycemic index diet with soy protein and phytosterol on CVD risk factor in postmenopausal women. **Nutrition**, v. 22, p. 104-113, 2006.

LUPANO, C.E.; GONZALEZ, S. Gelation of whey protein concentrate-cassava starch in acidic conditions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, p. 918-923, 1999.

MARQUES, P. T.; PÉRÉGO, C.; LE MEINS, J. F. Study of gelatinization process and viscoelastic properties of cassava starch: Effect of sodium hydroxide and ethylene glycol diacrylate as cross-linking agent. **Carbohydrate Polymers**, v. 66, p. 396-407, 2006.

MATEOS-APARICIO, I.; REDONDO-CUENCA, A.; VILLANUEVA-SUAREZ, M. J.; ZAPATA-REVILLA, M. A. Soybean, a promising health source. **Nutricion Hospitalaria**, v. 23, n.4, p. 305-312, 2008.

MATSUURA, M.; OBATA, A.; Glucosidases from soybeans hydrolyze daidzin and genistin. **Journal and Food Science**, v. 58, p. 144-147, 1993.

MATTHAN, N. R.; JALBERT, S. M.; AUSMAN, L. M.; KUVIN, J. T.; KARAS, R. H.; LICHTENSTEIN, A. H. Effect of soy protein from differently processed products on cardiovascular disease risk factors and vascular endothelial function in hypercholesteronemic subjects. **American Society for Nutrition**, v. 85, p. 960-966, 2007.

McVEIGH, B. L.; DILLINGHAM, B. L.; LAMPE, J. W.; DUNCAN, A. M. Effect of soy protein varying in isoflavone content on serum lipids in healthy young men. **American journal clinical nutrition**, v. 83, p. 244-251, 2006.

McCLEMENTES, D. J. **Food Emulsions – Principles, Practice and Techniques**. Boca Raton : CRC Press, 1999, 378 p.

MIRHOSSEIN, H.; TAN, C. P.; AGHLARA, A.; HAMID, N. S. A.; YUSOF, S.; CHERN, B. H. Influence of pectin and CMC on physical, turbidity loss rate, cloudiness and flavor release of orange beverage emulsion during storage. **Carbohydrate Polymers**, v. 73, p. 83-91, 2008b.

MIRHOSSEIN, H.; TAN, C. P.; HAMID, N. S. A.; YUSOF, S. Effect of Arabic gum xanthan gum and orange oil contents on potential conductivity, stability, size index and pH orange beverage emulsion. **Colloids and Surfaces**, v. 315, p. 47-56, 2008a.

MIRHOSSEINI, H.; TAN, C. P.; TAHERIAN, A. R.; BOO, H. C. Modeling the physicochemical properties of orange beverage emulsion as function of main emulsion components using response surface methodology. **Carbohydrate Polymers**, v. 75, p. 512-520, 2009.

MONTEIRO, M. R. P.; COSTA, N. M. B.; OLIVEIRA, M. G. A.; PIRES, C. V.; MOREIRA, M. A. Qualidade protéica de linhagens de soja com ausência de inibidor de tripsina Kunitz e das enzimas lipoxigenases. **Revista Nutrição**, v. 17, p. 195-205, abr./ jun. 2004.

MOORE, G. R. P.; CANTO, L. R.; AMANTE, E. R.; SOLDI, V. Cassava and corn starch in maltodextrin production. **Química Nova**, v. 28, p. 596-600, 2005.

OTIENO, D. O.; ROSE, H.; SHAH, N. P. Profiling and quantification of isoflavones in soy milk from soy protein isolate using extracted ion chromatography and positive ion fragmentation techniques. **Food Chemistry**, v. 105, p. 1642-1651, 2007.

PERONI, F. H. G.; ROCHA, T. S.; FRANCO, C. M. L. Some structural and physicochemical characteristics of tuber and root starches. **Food Science Technology International**, v. 12, p. 505-513, 2006.

POPPO, M. C.; SORENTINI, D. A.; ANON, M. C. Rheological study of dispersions prepared with modified soybean protein isolates. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 77, n.1, 2000.

RACKIS, J. J.; SESSA, D. J.; HONIG, D. H. Flavor problems of vegetable food proteins. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 56, 1979.

RODRIGUES, R. S.; MORETTI, R. H. Caracterização físico-química de bebida protéica elaborada com extrato de soja e polpa de pêssegos. **Boletim do Ceppa**, v. 26, n. 1, p. 101-110, 2008.

RODRIGUES, R. S.; GOZZO, A. M.; MORETTI, R. H. Comportamento reológico de extratos de grãos, farinha integral e isolado protéico de soja. **Boletim do Ceppa**, v. 21, p. 367-378, 2003.

SCHIMITZ, C. S.; SIMAS, K. N.; SANTOS, K.; JOÃO, J. R.; AMBONI, R. D. M. C.; AMANTE, E. R. Cassava starch functional properties by etherification-hydroxy propylation. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 41, p. 681-687, 2006.

SCHRAMM, G. **Reologia e reometria, fundamentos teóricos e práticos**. Karlsruhe : Artliber, 232 p., 2006.

SETCHELL, K.D.R.; BROWN, N.M.; ZIMMER-NECHEMIAS, L.; BRASHEAR, W.T.; WOLFE, B.E.; KIRSCHNER, A.S.; HEUBI, J.E. Evidence for lack of absorption of soy isoflavone glycosides in humans, supporting the crucial role of intestinal-metabolism for bioavailability. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 76, n. 2, p. 447-453, 2002.

SETCHELL, K.D.; COLE, S. Variations in Isoflavone Levels in Soy Foods and Soy Protein Isolates and Issues Related to Isoflavone Databases and Food Labeling. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 4146-4155, 2003.

SILVA, J.B.; PRUDÊNCIO, S.H.; FELBERG, I.; DELIZA, R.; CARRÃO-PANIZZI. Aceitabilidade de bebidas preparadas a partir de diferentes extratos hidrossolúveis de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 12, p. 1779-1784, 2007.

SILVA, M.R.; SILVA, M.A.A.P. Fatores antinutricionais: inibidores de proteases e lectinas. **Revista Nutrição**, v. 13, n. 1, p. 3-9, 2000.

SONG, T.; BARUA, K.; GWEN, B.; MURPHY, P.A. Soy isoflavone analysis: quality control and a new internal standard. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 68, p. 1474-1479, 1998.

SONG, T.; LEE, S. O.; MURPHY, P. A.; HENDRICH, S. Soy protein with or without isoflavones, soy germ and soy germ extract, and daidzein lessen plasma cholesterol levels in golden Syrian hamsters. **Experimental Biology and Medicine**, v. 9, p. 1062-1068, 2003.

STATISTICA for Windows, version 5.0 A. Tulsa: Statsoft, 1995

TASHIMA, E. H.; CARDELLO, H. M. A. B. Perfil sensorial de extrato hidrossolúvel de soja (*Glycine Max* L. Merril) comercial adoçado com sacarose e sucralose. **Boletim do Ceppa**, v. 21, n. 2, p. 409-428, 2003.

TERZIAN, F. Bebida de soja cai no gosto do brasileiro e vende R\$ 1 bilhão. **Brasil Econômico** Disponível em <http://www.brasileconomico.com.br/noticias/nprint/90040.html>. Acesso em 30 de agosto de 2010.

VILLEGAS, R.; GAO, Y.T.; YANG, G.; LI, H.L.; ELASY, T.A.; ZHENG, W.; SHU, X.O. Legume and soy food intake and the incidence of type 2 diabetes in the Shangai women's health study. **American Journal Clinical Nutrition**, V. 87, p. 162 – 167, 2008.

WANG H.J., MURPHY P.A. Isoflavone content in commercial soybean foods. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.42, p.1666–73, 1994.

WANG, J.; SPORNS, P. Maldi-tof MS Analysis of isoflavones in soy products. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 48, p. 5887-5892, 2000.

WAKAAI, K.; EGANI, I.; KATO, K.; KAMAMURA, T.; TAMAKOSHI, A.; LYN, Y.; NAKAYAMA, T.; WADA, M.; OHNO, Y. Dietary intake and sources of isoflavones among Japanese. **Nutrition and Cancer**, v. 33, p. 139-145, 1999.

WEINGARTNER, K. E., NELSON, A. I.; ERDMAN, J. W. Effects of Calcium Addition on Stability and Sensory Properties of Soy Beverage. **Journal of Food Science**, v. 48: p. 256–257, 1983.

WHISTLER, R. L.; DANIEL, J. R. "Starch", IN: **Encyclopedia of Chemical Technology**, v. 21, p. 492, Kit Otmer, 1993.

WU, Y.; MOLAISON, E.F.; POPE, J.F.; REAGAN, S. Attitudes and acceptability of soy-based yogurt by college students. **Nutrition & Food Science**, v. 35, n. 4, p. 253-257, 2005.

YAMAMOTO, S.; SOUBE, T.; KOBAYASHI, M.; SASAKI, S.; TSUGANE, S. Isoflavone and breast cancer risk in Japan. **Journal of the National Cancer Institute**, v. 95, n. 12, p. 906-913, jun. 2003.

YOON, G.A.; HWANG, H.J. Effect of soy protein/animal protein ratio on calcium metabolism of the rat. **Nutrition**, v. 22. p.414-418, 2006.

ZHANG, X.; SHU, X.O.; LI, H.; YANG, G.; LI, Q.; GAO, Y.T.; ZHENG, W. Prospective cohort study of soy food consumption and risk of bone fracture among postmenopausal women. **Archives of Internal Medicine**, v. 165, p. 1890 – 1895, 2005.

ANEXO I

Ficha de avaliação sensorial aplicada aos provadores na análise sensorial.

ESCALA HEDÔNICA

Avalie cada amostra usando a escala abaixo para descrever o quanto gostou ou desgostou do produto.

- 1 – Desgostei muitíssimo;
- 2 – Desgostei ligeiramente;
- 3 – Indiferente;
- 4 – Gostei ligeiramente;
- 5 – Gostei muitíssimo.

CÓDIGO	VALOR

COMENTÁRIOS: _____
