

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
UNESP**

FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
ALIMENTOS E NUTRIÇÃO
ÁREA DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS**

**DESENVOLVIMENTO DE BEBIDA A BASE
DE “LEITE” DE SOJA ACRESCIDA
DE SUCO DE GRAVIOLA**

Jansem Camargo Mercaldi

**Araraquara - SP
2006**

JANSEM CAMARGO MERCALDI

**DESENVOLVIMENTO DE BEBIDA A BASE
DE “LEITE” DE SOJA ACRESCIDA
DE SUCO DE GRAVIOLA**

**Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Alimentos e
Nutrição - área de concentração
Ciência dos Alimentos, da Faculdade
de Ciências Farmacêuticas da
Universidade Estadual Paulista “Júlio
de Mesquita Filho” para obtenção do
grau de Mestre.**

**Orientador: José Paschoal Batistuti
Co-orientador: Elizeu Antonio Rossi**

**Araraquara – SP
2006**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS e a todos aqueles que estiveram ao meu lado nesta importante etapa da minha vida; meus amigos, meus pais e minhas irmãs e; principalmente, ao Prof. Dr. Jose Paschoal Batistuti, tanto pela orientação como pela amizade, e a minha noiva Luciana, sem a qual, a realização desta tese seria ainda mais difícil, haja vista todas as dificuldades pessoais que me envolveram nestes 3 anos de programa.

Agradeço também a aluna de iniciação científica, Ana Carolina Kogawa, pelo grande empenho no auxílio na execução das análises físico-químicas e sensoriais.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Paschoal Batistuti

Prof. Dra. Eliane Maria Ravasi Stéfano Simionato

Dra. Daniela Cardoso Umbelino Cavallini

RESUMO

Apesar das qualidades nutricionais e funcionais, a soja ainda não é bem aceita pela população brasileira, devido ao seu sabor e odor característicos. Por isso, este trabalho propôs-se à obtenção de um “leite” de soja acrescido de suco concentrado de graviola, que provenha melhor aceitabilidade sensorial, associada a benefícios nutracêuticos atribuídos a soja.

Através da Metodologia de Superfície de Resposta otimizou-se a formulação da bebida proposta tendo como variáveis independentes as concentrações de proteína do extrato hidrossolúvel de soja (EHS) e de ácido cítrico de suco concentrado de graviola, para os parâmetros sensoriais: aparência, odor, sabor e impressão global, como variáveis dependentes, além de atitude de compra.

A melhor formulação obtida através do método do gradiente, para as 5 respostas estudadas, resultou em uma bebida com alto teor de ácido cítrico (0,975 g de ácido cítrico/ 100 mL) e baixo teor protéico (0,5 g de proteína de soja/100 mL).

Estes números evidenciam a contribuição da adição do suco de fruta ao leite de soja, na redução dos problemas sensoriais de amargor e adstringência e conseqüentemente, na melhora da aceitação da bebida proposta por este projeto.

ABSTRACT

In spite of the nutritional and functional qualities, the soy is not still well accepted for the Brazilian population, due to its flavor and characteristic odor. Therefore, this work intended to make a "soymilk" added of soursop concentrated juice, with better sensorial acceptability, associated to nutraceuticals benefits attributed to soy.

Through an appropriate experimental program, the Response Surface Methodology was applied as form of reaching the optimization of the formulation of the proposed drink, having as independent variables, the protein concentration of the aqueous soy extract and the citric acid concentration of the the soursop concentrated juice. It allows obtaining answers to 5 parameters: appearance, odor, flavor, global impression and purchase attitude.

The great formulation results in a drink with larger citric acid levels and smaller levels of soy protein. The data obtained by the gradient method for the 5 studied answers presented 0,5g of soy protein /100 mL and 0,975g of citric acid /100 mL.

These numbers evidence the contribution of the fruit juice added on the soy milk, to reduce the sensorial problems of bitterness and adstringency and consequently the improvement of the acceptability of this drink.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1 A Soja.....	5
3.2. “Leite” de Soja.....	10
3.3. Sucos de Frutas- Graviola.....	19
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
4.1 – Material	24
4.2 – Métodos	24
4.2.1 – Análise de composição centesimal.....	24
4.3 - Análise sensorial.....	25
4.4 - Metodologia de superfície de resposta	25
4.5- Preparo da Bebida a Base de “Leite” de Soja Acrescida de Suco Concentrado de Graviola	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
5.1 - Análise da curvatura	29
5.1.1 – Aparência	29
5.1.2- Aroma.....	33
5.1.3- Sabor.....	36
5.1.4-Impressão Global	39
5.1.5- Atitude de Compra	42
5.2- Otimização conjunta através do método do gradiente	44
5.3 - Otimização conjunta	44
6. CONCLUSÕES	45
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
ANEXO	53

1. INTRODUÇÃO

Os alimentos que compõem a dieta humana são em geral de origem vegetal e animal: tubérculos, cereais, carnes e peixes. Os cereais são basicamente fontes de energia enquanto os alimentos de origem animal são excelentes fontes de proteínas (SGARBIERI, 1997).

As leguminosas ocupam uma posição intermediária como importantes fontes de energia, de proteína (ricas em lisina, aminoácido no qual os cereais são deficientes) e de alguns micro-nutrientes. O valor protéico de uma leguminosa pode ser semelhante ao da proteína animal, porém, seu valor biológico não é um dos mais altos devido à deficiência de aminoácidos sulfurados (MIYASAKA e MEDINA, 1981).

Junto aos derivados do leite, as proteínas vegetais são as mais utilizadas pela indústria alimentícia, por constituírem grande fonte protéica devido a maior variabilidade na composição em aminoácidos essenciais e a sua ótima digestibilidade (SGARBIERI, 1997). A soja, líder absoluta nesse aspecto, pode ser empregada na elaboração de alimentos à base de soja como a farinha, proteína concentrada, isolada ou texturizada e o tofu, além do "leite" de soja, o *miso* e o *tempeh*. Seu teor protéico é de aproximadamente 40%, e seu conteúdo em ácidos graxos essenciais varia de 20 a 40%. Também é uma boa fonte de vitaminas (complexo B), minerais e fibras, o que a coloca como alimento de relevante importância fisiológica, na prevenção da aterosclerose, de alguns cânceres e doenças crônicas degenerativas, de doenças cardíacas e renais, tratamento hormonal bem como, no combate a obesidade (KESHUN, 1999; MIYASAKA e MEDINA, 1981; DUTRA DE OLIVEIRA, 1981; ROSENTHAL et al., 2003).

As sojas e seus derivados têm sido utilizados há séculos no Oriente como alimento básico da dieta constituindo-se um excelente alimento funcional, tal qual evidenciam vários estudos. De acordo com o Institute of Medicine's Food and Nutrition Board, alimento funcional é aquele que fornece benefício específico à saúde além dos tradicionais nutrientes nele contidos (CASÉ et al., 2005; LESSCHAEVE e NOBLE, 2005).

Atualmente, a soja provê também ingredientes para produtos industrializados no Ocidente onde o interesse e a busca do consumidor por alimentos mais saudáveis têm propiciado um rápido crescimento deste segmento da indústria de alimentos, principalmente para produtos do tipo pronto para consumo ou “read-to-eat” (CASE et al., 2005).

Segundo a Leatherhead Food Research Association (Reino Unido), alimentos com tais propósitos representarão, até 2008, cerca de 5% do mercado mundial de alimentos, com faturamento próximo a US\$ 100 bilhões. No Brasil, este mercado é ainda incipiente, porém com grande potencial, considerando-se a disponibilidade de fontes naturais, a capacidade produtiva da indústria local e o tamanho do mercado consumidor (BEHRENS e DA SILVA, 2004).

Apesar das qualidades nutricionais e funcionais, a soja ainda não é bem aceita pela população brasileira, o que está relacionado ao seu sabor e odor característicos. A ação de enzimas (lipoxigenases) presentes nos grãos, sobre os ácidos graxos polinsaturados confere ao produto final um sabor que remete ao feijão cru. Entretanto, recentemente a indústria nacional tem utilizado novas tecnologias na obtenção de produtos a base de soja que apresentem melhor qualidade sensorial (ARAUJO et al., 1995; ARAUJO et al., 1997; BEHRENS e DA SILVA, 2004).

A EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, que tem por objetivo, assistir a indústria neste propósito, tem desenvolvido cultivares com melhores características para a alimentação humana abrangendo caracteres específicos como sabor suave (BRS 213) (CONAB, 2005). Outrossim, tem-se estudado a melhoria do perfil protéico, a redução de teores de ácido fítico, de fatores antinutricionais e de causadores de flatulência, além de sementes com características específicas para determinados tipos de alimentos (ARAUJO et al., 1995; ARAUJO et al., 1997).

Com vistas a melhorar a sua aceitabilidade e diante da maior consciência dos consumidores para a manutenção de hábitos salutarres de vida, o presente trabalho propôs-se a elaborar e avaliar sensorialmente um produto a base de “leite” de soja acrescido de suco de fruta tropical nacional, visando obter um alimento de rápido e fácil consumo, capaz de agregar

elementos biocêuticos e nutricionais de grande relevância à dieta humana e colaborando também para a exaltação das frutas brasileiras, ainda não utilizadas pela população local, embora já reconhecida na Europa e América do Norte.

2. OBJETIVOS

Foram objetivos do presente trabalho:

2.1. Desenvolver uma bebida à base de extrato hidrossolúvel de soja (EHS) e suco concentrado de graviola.

2.2. Através da Metodologia de Superfície de Resposta, otimizar a formulação da bebida proposta, tendo como variáveis independentes à concentração de proteína do extrato hidrossolúvel de soja (EHS) e a concentração de ácido cítrico de suco concentrado de graviola, para os parâmetros sensoriais: cor, odor, sabor e impressão global, como variáveis dependentes. Também se avaliou a atitude de compra em função da formulação ótima obtida.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A Soja

A palavra soja é derivada do chinês, “chiang-yiu” (“shoyu”, em japonês), que significa molho de soja (SMITH e CIRCLE, 1996). A soja (*Glycine max*) é uma leguminosa, que vem ocupando uma posição de crescente destaque, devido à sua importância como fonte de nutrientes para a dieta humana e animal, por apresentar, principalmente, um elevado teor de proteína e de óleo (BONETTI, 1981).

Apesar da divergência entre os estudiosos, relatos históricos e geográficos evidenciam que a soja é originária da região leste da Ásia, mais especificamente do Nordeste da China, emergindo como planta domesticada por volta do século XI a.C. (BONETTI, 1981). Da China, a soja foi propagada a uma parte considerável do mundo (MORAIS e SILVA, 1996). Quando chegou ao Ocidente, no final do século XV, transportada em navios europeus, permaneceu apenas como curiosidade botânica durante quatro séculos. Antes disso, sua utilização era restrita ao Oriente, sendo considerada como a mais importante leguminosa cultivada, classificada em tal época, como um dos cinco grãos sagrados, juntamente ao arroz, trigo, cevada e o milhete (BONETTI, 1981; MIYASAKA e MEDINA, 1981). A partir de 1900, devido a um maior intercâmbio entre Oriente e Ocidente, ocorreu a expansão e o crescimento da importância da soja, sendo que no Brasil pode-se constatar sua introdução em 1882 a partir de testes feitos com algumas de suas variedades no estado da Bahia, quando então se fundamentou a relevância desta cultura no país (BONETTI, 1981; MIYASAKA e MEDINA, 1981).

Atualmente a soja tem se destacado no Brasil, por se tratar de um rentável produto para exportação. O país é o segundo maior produtor no mundo, atrás somente dos Estados Unidos. Em 2002, a produção de soja foi estimulada por conta da desvalorização cambial, que gerou maiores ganhos aos produtores nacionais, entretanto, na safra 2004/2005 (Tabela 1), houve uma queda da área cultivada motivada pela desvalorização do dólar que limitou

as exportações e, conseqüentemente, saturou o já pouco rentável mercado interno, que não sendo capaz de retornar os custos de produção, deixou endividados os agricultores que assim, tiveram dificuldades de crédito para a safra 2005/2006 (MESONES, 2005).

Tabela 1- A soja em números- safra 2004/2005

	Mundo	América Latina	EUA	Brasil
Produção (10 ⁶ ton.)	216,3	95	85,5	50,19
Área Plantada (10 ⁶ ha)	92,6	40,2	29,93	23,104
Movimentação Complexo Agroindustrial (bilhões de dólares)	215	---	---	30
Custo Produção (dólares / saca 60Kg)	---	---	12	11
Produtividade (kg/ha.)	---	---	2856	2173

Fonte: CONAB, 2005.

As plantações de soja norte-americanas em sua maioria, tiveram uma melhoria nas condições climáticas; contudo, estima-se uma redução na produção passando de 78,7 para 76,0 milhões de toneladas, devido à redução da produtividade média, que sofreu os reflexos das altas temperaturas e baixa pluviometria nos meses de junho e julho, período de formação de grãos, principalmente na região do Meio-Oeste (MESONES, 2005).

Embora as plantações tenham tido uma recuperação com o aumento da umidade em agosto, estima-se para a safra 2005/2006, uma produtividade média de 2.661 Kg/ha, o que representa uma queda de 6,8% em relação a safra passada, que foi de 2.856 Kg/ha. Considerando-se que a área a ser colhida nos EUA é de 29,21 milhões de hectares (2% a menos que a safra anterior), a estimativa final aponta para uma redução de produção em torno de 9%. Cerca de 40% da área já atingiu o ponto de maturação e aproximadamente 20% da safra já foi colhida (MESONES, 2005).

Nota-se que em função de uma condição climática desfavorável para os EUA e de um cenário econômico desfavorável para o Brasil, onde o crédito oficial atendia somente 30 a 35% dos sojicultores, agora endividados, parece eminente a quebra da safra 2005/2006 nestes países.

No Paraguai, há uma tendência da área ser igual à da safra anterior (2 milhões de ha.), ficando com produtividade média de 2.750 Kg/ha e potencial inicial de produção de 5,5 milhões de toneladas; 57% superior à da safra anterior, que sofreu com os fatores climáticos adversos (MESONES, 2005).

A Argentina e Bolívia, por sua vez, apresentam um quadro diferenciado e oposto em relação ao Brasil, pois os preços de venda da soja ainda são considerados rentáveis e a taxa de câmbio também é tida como favorável para a exportação. A Argentina apresenta ainda um menor custo de frete interno comparado ao Brasil, além do benefício de subsídios aos combustíveis. Assim, uma provável estabilização da produção mundial, mesmo com leve tendência de alta dos preços, também já seria um ganho para estes países (MESONES, 2005).

Na Argentina está sendo estimado um plantio de 15,4 milhões de hectares que seria 9% superior ao da área da safra anterior e uma produção de 42,35 milhões de toneladas, 10% superior a do ano passado, com a produtividade de 2.750 Kg/ha. O aumento da área seria incentivado pelo forte recuo no plantio de trigo e pela falta de estímulo ao plantio de milho (MESONES, 2005).

Já na Bolívia, a estimativa é de uma área plantada de 930 mil hectares que seria 3% superior à safra anterior, com produtividade média de 2.350 Kg/ha e uma produção de 2,2 milhões de toneladas que representaria 5% acima da produção colhida neste ano (MESONES, 2005).

Considerando as estimativas de produção de grãos de soja, a pouco enunciadas, a safra mundial 2005/06, esperada, é de 216,7 milhões de toneladas; 1% maior que a safra anterior, sendo que a safra brasileira estimada pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), é de 60 milhões de toneladas e que, é prevista ainda, queda nas safras do Canadá e da União Européia (MESONES, 2005).

Um provável acréscimo significativo na produção, em função das perdas ocorridas nas safras de 2004/2005, não deverá ser observado, mesmo tendo a soja uma forte liquidez de mercado, maior que a de outras monoculturas, o que significa em tese, a possibilidade de maior rentabilidade, dependendo de se

confirmarem os dados da safra americana e a possível estagnação da safra sul-americana (MESONES, 2005).

Com relação ao aspecto nutricional, a soja apresenta-se em relevância, por constituir-se uma excelente fonte de proteínas, lipídios, vitaminas e minerais (DUTRA de OLIVEIRA, 1981). No que se refere às proteínas, vale ressaltar que embora esta leguminosa apresente um bom perfil de aminoácidos, é deficiente em aminoácidos sulfurados, diferente da proteína de cereais que é deficiente em outros aminoácidos. Desse modo, leguminosas associadas a cereais resultam em uma dieta de alto valor nutricional, compatível às dietas em que estão presentes proteínas animais (SGARBIERI, 1996).

A soja também tem grande importância como fonte de óleo vegetal comestível; com grande conteúdo de ácidos graxos essenciais como o linoléico e o linolênico, sendo que, dos ácidos graxos totais, apresenta 15% de saturados e 85% de insaturados (61% de polinsaturados e 24% de monoinsaturados) (BONETTI, 1981; GOMES e MOREIRA, 1986). A exemplo de todos os óleos vegetais, é isento de colesterol. Quando verde, a soja constitui-se, também, uma boa fonte de riboflavina, niacina e ácido ascórbico, ao passo que madura é uma ótima fonte de vitaminas E e K, de tiamina, de riboflavina e de ácido fólico, que tem grande importância como co-enzima no metabolismo de aminoácidos e na síntese da ácidos nucléicos (MORAIS e SILVA, 1996; VALIM et al., 2003).

Os ácidos graxos altamente insaturados têm sua consumação relacionada a baixas incidências de certas doenças crônicas como as coronarianas e sua inserção na dieta pode ocorrer pela ingestão de “leite” de soja que tradicionalmente é um extrato aquoso dos grãos (PEÑALVO et al., 2004).

Estudos para avaliações dos efeitos das condições de elaboração do “leite” de soja, quanto ao perfil de ácidos graxos, após tratamento térmico de 1,5h na etapa de saturação dos grãos, o que poderia resultar uma auto-oxidação lipídica, demonstraram que o conteúdo total de lipídeos foi de 23% para o grão, 4,4% para o Okara (resíduo sólido do EHS) e 1,4% para o “leite” de soja, correspondentes a 7,35%, 75% e 95% de umidade. No grão de soja, o

principal ácido graxo (AG) é o ácido linoléico (58%), seguido pelo ácido oléico (21%) e outros em menor proporção (PEÑALVO et al., 2004). Este padrão é praticamente o que se encontrou também no Okara e no “leite” de soja (PEÑALVO et al., 2004).

O *ratio* entre ácido graxo linolênico e ácido aracdônico (n-3/n-6), é comumente empregado na determinação de ácidos graxos essenciais na dieta e, nestes estudos, correspondeu a 7,2 para as três matrizes (grão, Okara e leite), demonstrando que os ácidos graxos essenciais não sofrem modificação ao longo do tratamento térmico. O *ratio* também se mantém dentro dos limites recomendados pela FAO (PEÑALVO et al., 2004).

Ácidos graxos trans representam apenas 0,09% da composição em ácidos graxos do grão. Este valor se repetiu no Okara, mas não no leite, onde a menor quantidade verificada sugere que o tratamento térmico durante a obtenção do leite, não promove a formação de ácidos graxos trans (PEÑALVO et al., 2004).

Sabe-se que o emprego do tratamento térmico pode promover a formação de isômeros trans de ácidos graxos essenciais, cuja consumação pode estar positivamente correlacionada com altos níveis de colesterol e doenças cardiovasculares. Entretanto, neste estudo, o conteúdo em isômeros trans foi bastante baixo em todos os casos e os níveis encontrados não representam riscos significativos à saúde (PEÑALVO et al., 2004).

A equivalência entre os perfis de ácidos graxos essenciais no leite, no Okara e no grão, insinua que não há alterações durante as diferentes etapas de elaboração do leite tradicional, salvo o surgimento do ácido *cis*-vacênico, no leite e no Okara, em baixa porcentagem (1,5%) e que não está presente no grão (PEÑALVO et al., 2004).

Na Tabela 2 são apresentados os principais componentes nutricionais da soja, dentre os quais, os macromelementos minerais (Ca, P, K, Na, Cl, Mg, S) e microelementos minerais (Fe, Cu, Co, Mn, Zn, I, F, Mb, Se, Cr, Si), assim denominados em função das quantidades em que são encontrados no organismo humano (SOARES et al., 2004).

Tabela 2- Composição da soja

COMPOSIÇÃO DA SOJA															
Kcal		g/100g						g/100g				g/100g			
Energia		Umidade		Proteína		Lipídios		Carboidratos/ Açúcares fibras				Cinzas			
417		11,0		38,0		19,0		23,0 / 4,0				5,0			
Minerais								Vitaminas					Fibra Alimentar*		
mg/100g						ug/100g		ug/ 100g	mg/100g				g/100g		
Ca	P	Fe	Na	K	Mg	Zn	Cu	A	E	B1	B2	Niacina	Solúveis em H2O	Não solúveis em H2O	Totais
240	580	9,4	1,0	1900	220	3200	980	12	1,80	0,83	0,30	2,2	1,8	15,3	17,1

*A fibra alimentar é constituída pelo teor das fibras propriamente ditas e pelo teor dos carboidratos insolúveis.

Fonte: KAWAGA, 1995

3.2. “Leite” de Soja

O extrato hidrossolúvel de soja popularmente denominado "leite" de soja, é um produto conhecido desde a antiguidade pelos povos do Oriente, onde tem se tornado uma bebida popular e de consumo diário. Por não ter lactose na sua constituição, ao contrário do leite de vaca, tem sido utilizado como uma alternativa na alimentação de pessoas deficientes em lactase. (MORAIS e SILVA, 1996; CASÉ et al., 2005).

A atenção dispensada ao "leite" de soja, pelos pesquisadores e indústrias de alimentos, vem crescendo significativamente devido às suas qualidades como alimento de alto valor nutritivo e ao baixo custo de produção. A consumação desse produto pode se dar, tanto na forma natural (líquida) como na forma desidratada (pó), a qual apresenta vantagens como a facilidade de manuseio, transporte e conservação em relação à primeira. (MORETTI e HINOJOSA, 1981).

O “leite” de soja é normalmente aromatizado e suplementado com vitaminas, açúcar e minerais, melhorando, assim, o seu valor nutricional e sua aceitação no mercado. Sua composição química oscila muito em função da

variedade da matéria-prima utilizada e do processamento empregado entretanto, o produto acabado deve apresentar um teor protéico equivalente ao do leite de vaca (MORETTI e HINOJOSA, 1981). As Tabelas 3 e 4 mostram, respectivamente, a composição química e o perfil de aminoácidos essenciais para o "leite" de soja em comparação ao leite de vaca pasteurizado.

Tabela 3 - Composição química do "leite" de soja e do leite de vaca por 100 g.

Componente	"Leite" de Soja(g)	Leite de Vaca(g)
Água	91,8	88,0
Proteína	3,0	3,6
Gordura	1,4	3,0
Carboidrato	3,8	4,9
Fibras	0,0	0,0
Calorias	38,0	61,0
Cálcio (mg)	36,0	123,0
Fósforo (mg)	30,0	96,0
Ferro (mg)	0,4	0,1
Sódio (mg)	--	--
Vitamina A (mg)	10,0	Tr*
Vitamina B ₁ (mcg)	0,05	0,04
Vitamina B ₂ (mcg)	0,04	0,18
Niacina (mcg)	0,2	0,1
Vitamina C (mg)	0,0	1,0

* Tr: Traços

Fonte: DUTRA DE OLIVEIRA et al., 1982.

Tabela 4 - Teor de aminoácidos essenciais (mg/100g) do "leite" de soja e do leite de vaca pasteurizado.

Componente	'Leite' de Soja(g)	Leite de Vaca(g)
Isoleucina	171	219
Leucina	278	430
Lisina	195	248
Metionina	50	86
Fenilalanina	175	239
Treonina	128	153
Triptofano	48	--
Valina	165	255

Fonte: DUTRA DE OLIVEIRA et al., 1982.

Embora nutricionalmente o "leite" de soja possa ser tão bom provedor de proteínas como o leite de vaca, sua quantidade de micronutrientes, como o cálcio, não o habilita como adequado substituto do leite bovino. A deficiência deste mineral, atuante na regulação dos batimentos cardíacos, pode acarretar perda da massa óssea, câibras e também irritabilidade, posto que é necessário na transmissão nervosa. (CASÉ et al., 2005).

A biodisponibilidade do cálcio nos vegetais pode ser afetada pelo seu conteúdo de fitatos e oxalatos, que são inibidores na absorção do mesmo. Em geral, sua absorção é inversamente proporcional ao conteúdo de ácido oxálico nos alimentos (CASÉ et al., 2005).

O enriquecimento do "leite" de soja com cálcio tem sido uma tarefa difícil, pois os sais desse mineral podem promover coagulação das proteínas da leguminosa (CASÉ et al., 2005).

Estudos da adição deste macroelemento de acordo com as quantidades permitidas pela Legislação Brasileira, Portarias nº 31 e 27 de 13 de janeiro de 1998, que determinam que vitaminas e minerais devem prover no mínimo 15% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) em cada 100mL dos produtos líquidos, para serem classificados como alimentos enriquecidos de cálcio, demonstraram que a quantidade de cálcio em cada etapa do processamento variou em função

da solubilidade de cada um de seus sais, a qual é afetada pela temperatura e pelo pH (CASÉ et al., 2005).

O lactato de cálcio, associado ou não ao agente seqüestrante citrato de sódio, é o sal que apresenta menor perda durante o processamento do “leite”. Entretanto, as amostras adicionadas deste sal apresentaram separação de fases e muito baixa qualidade global, na avaliação sensorial. O produto adicionado de cálcio quelato perdeu cerca de 6% e não apresentou separação de fases e nem precipitação. Segundo os trabalhos de Ashmead (1996), este mineral orgânico apresenta ótima biodisponibilidade (44%) superando a do leite bovino que é de 27%, além de ter alta solubilidade (CASÉ et al., 2005).

O cálcio quelato, portanto, foi o sal mais adequado para o enriquecimento do “leite”, mesmo não tendo apresentado boa qualidade global, pois esta pode ser perfeitamente contornada com a adição de aromatizantes (CASÉ et al., 2005).

A quantidade final de cálcio da bebida de EHS alcançou 28% da IDR, ou seja, o produto final deve ter pelo menos 120mg de cálcio em cada 100mL. A quantidade de cálcio no produto final é importante, mas a sua biodisponibilidade no organismo é fundamental para o fornecimento das quantidades adequadas à dieta humana (CASÉ et al., 2005).

Estudos conduzidos pelo Instituto Nacional do Câncer dos EUA demonstram que o enriquecimento de “leite” de soja com vitaminas A e D, além de cálcio, é altamente positivo a dieta das crianças. Outrossim, o “leite” de soja, não prove gordura saturada à dieta e é isento de colesterol ou lactose, a qual, uma significativa parte da população é intolerante. Testes de aceitação, realizados na Flórida - EUA, demonstraram que é possível desenvolver a aceitabilidade de produtos de relevante caráter salutar, sobretudo na população infantil, principalmente se estes produtos puderem ser oferecidos em combinação com baunilha ou chocolate, por exemplo, no caso do “leite” de soja. (REILLY et al. 2006).

O FDA autorizou a utilização de alegações nos rótulos de alimentos contendo proteína soja; destacando a sua importância na redução do risco de doenças coronarianas. A ingestão de vinte e cinco gramas de proteína de soja por dia, pode diminuir os níveis séricos de colesterol - LDL (FDA, 2002).

Os produtos desta leguminosa, também podem reduzir o risco de determinados tipos de câncer por conterem agentes anticarcinogênicos. Estudos epidemiológicos mostram que populações que seguem uma dieta tipicamente oriental, rica em soja e derivados, o que corresponde à ingestão de 40-80mg de isoflavonas/dia, apresentam menores incidências de câncer de próstata do que as populações que tem hábitos alimentares Ocidentais. Alimentos à base de soja são indicados também, para melhorar efeito protetor a câncer, de pulmão, intestino, fígado, bexiga, próstata, pele e estômago (FDA, 2002; JACKSON et al., 2002; MESSINA, 1995). No Japão, a mortalidade causada por estes tipos de câncer é de aproximadamente 1/4 da ocorrida nos Estados Unidos. Outros estudos têm relatado que pessoas que migram dos países asiáticos para os Estados Unidos e adotam dieta típica deste país, estão apresentando a mesma incidência de câncer dos americanos. Isto sugere que a diferença na incidência de câncer não é devido a fatores genéticos; mas sim à dieta. (FDA, 2002).

As isoflavonas, grupos de fenóis heterocíclicos de ocorrência natural, também em grãos de soja, faz desta leguminosa, um alimento funcional de importante caráter nutricional e medicinal. Por apresentar-se como estrógeno fraco, a isoflavona tem sido proposta como alternativa para reposição hormonal em mulheres pós-menopausa (JACKSON et al., 2002).

O processamento dos grãos (aquecimento, hidrólise enzimática e fermentação) afeta significativamente o conteúdo nutricional e de isoflavonas como a daidzeína ou genisteína em algumas variedades de soja e derivados. Assar os grãos, por exemplo, resulta em 15-21% de perda de daidzeína e genisteína, respectivamente (JACKSON et al., 2002).

A formação de espumas durante o processo de aquecimento para a produção de bebidas de soja pode também remover as isoflavonas, tal como indica o estudo realizado para analisar os níveis da substância após cada etapa de processamento dos grãos (RCAT Angora) usados para produção de “leite” e tofu. Segundo Jackson et al. (2002) a recuperação total de isoflavonas nestes derivados, foi de 54 e 36% (baseado em matéria seca) respectivamente quando comparadas à quantidade presente na matéria prima. Isto evidenciou perda considerável de isoflavonas em cada etapa do processamento de tofu, o

que implica em perda significativa conteúdos nutricionais e nutracêuticos em relação à matéria-prima (JACKSON et al., 2002).

Na produção do "leite" de soja, alguns tratamentos prévios para a eliminação do sabor e odor desagradáveis podem ser são utilizados, tais como: remoção completa da casca, tratamento térmico dos grãos, maceração dos grãos com álcali, trituração dos grãos com ácidos, adição de flavorizantes, dentre outros (MORAIS e SILVA, 1996). Contudo, os procedimentos básicos mais comumente observados, são apresentados esquematicamente abaixo:

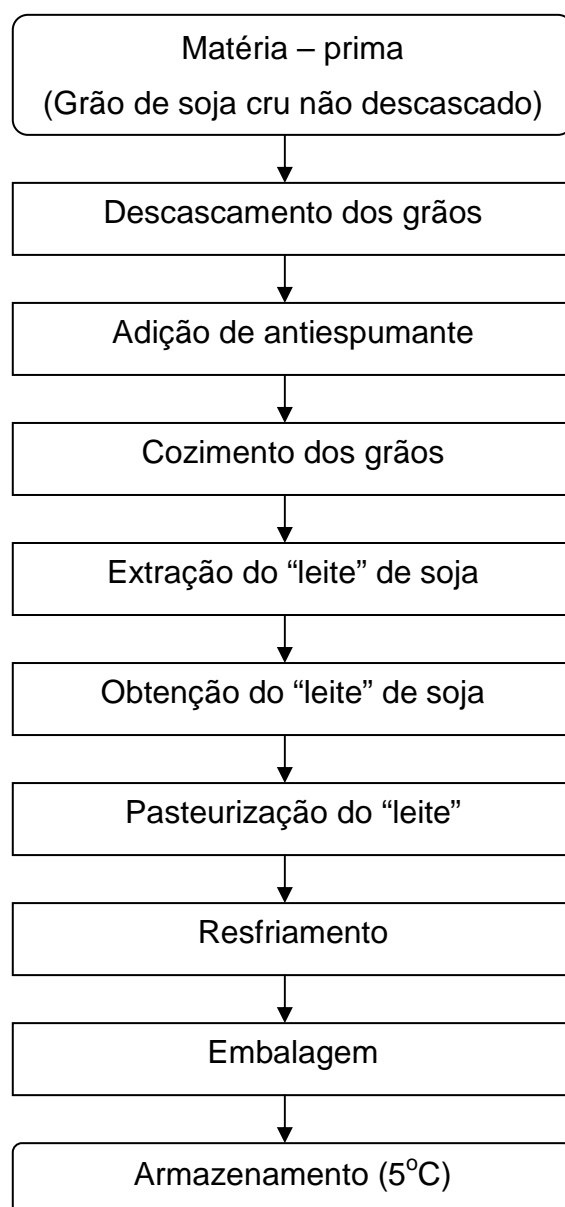


Figura 1- Fluxograma do processamento de "leite" de soja.

Não é por falta de nutrientes ou substâncias benéficas à sua saúde que o homem ocidental prefere outros alimentos à soja; o que a torna alimento raro nos supermercados brasileiros. Ao contrário do que se pensa, não é a qualidade, o preço, nem a produção, mas sim o sabor, que faz com que ela seja pouco consumida. O grão apresenta um gosto forte de mato, o *beany-flavor* (FDA 2002).

Contínuos esforços têm sido empregados a fim de aumentar a aceitabilidade da soja e derivados. Estudos indicam que o sabor indesejável (amargo, adstringente e rançoso) é desenvolvido durante os processos convencionais de industrialização, pela atuação de lipoxigenases sobre a fração lipídica. Além de alterar o sabor da soja, elas provocam a rancificação do óleo e diminuem a vida de prateleira dos derivados. (ROSENTHAL et al., 2003; MORAIS e SILVA, 1996). A atividade enzimática pode ser evitada empregando-se água quente (100°C por 5 a 10 minutos) na etapa de quebra úmida e extração, reduzindo o gosto indesejável, mas também, podendo reduzir a quantidade de nutrientes do grão (GOMES e MOREIRA, 1986; MORAIS e SILVA, 1996; ROSENTHAL et al., 2003).

Também é uma alternativa, mascerar o grão inteiro com água quente e solução de NaHCO_3 e submeter esta solução bruta à homogeneização (ROSENTHAL et al., 2003).

Propondo-se a resolver a questão relacionada à sensação de adstringência (*chalky powder*), causadas por substâncias como polifenóis e saponinas, além da questão do sabor residual (*after taste*) na ingestão de produtos de soja e que está associada à presença de partículas suspensas no leite, pesquisadores têm tentado introduzir um estágio de filtração no processo. (ROSENTHAL et al., 2003).

A hidrólise enzimática tem apresentado efetiva degradação das fibras do grão, o que também incrementa a extração de óleo, e por isto, pode ser uma alternativa ao processo de filtração, com vistas a sanar a ocorrência desta indesejável característica sensorial. Estudos comparativos demonstraram que tanto o leite tratado enzimaticamente como o filtrado, apresentaram redução bastante significativa em relação à proporção e ao tamanho das partículas suspensas, em comparação com o leite obtido pelo processo convencional.

Embora o aspecto sensorial tenha sido bastante melhorado pela redução expressiva da adstringência e pela baixa intensidade do amargor (*beany flavor*), em ambos os tratamentos, a amostra tratada enzimaticamente obteve melhores respostas nos atributos “corpo” e impressão global, bem como na caracterização reológica, quanto ao incremento do parâmetro viscosidade. Tal como esperado o leite filtrado (porosidade 20 μ m), apresenta menor viscosidade que as amostras controle e a amostra tratada enzimaticamente, pela remoção dos sólidos insolúveis, o que fez diminuir significativamente a sensação de adstringência, porém, em detrimento do aspecto sensorial “corpo” (ROSENTHAL et al., 2003). Como alternativa à recomposição deste atributo (corpo), o emprego de carboximetilcelulose, foi bastante satisfatório, elevando a viscosidade em 5cp, além de também contribuir para minimizar a adstringência indesejável (LESSCHAEVE e NOBLE, 2005; COURRELONGUE et al., 1999).

Estudos vêm sendo realizados visando a obtenção de novas variedades de soja com baixos níveis ou até mesmo ausência de uma ou mais formas da lipoxigenase através do controle genético. Estas novas variedades dispensam o tratamento térmico. Assim, torna-se possível usar porcentagens relativamente altas de soja no preparo de bolos, pães, farinhas e outros alimentos, sem comprometer o seu sabor (GOMES e MOREIRA, 1986).

Os monômeros flavonóides, incluindo catequinas e epicatequinas e seus oligômeros e polímeros, denominados proantocianidinas ou taninos condensados, são os mais abundantes, especialmente em chás e vinhos, contudo, os flavonóides são sempre a fonte primária de amargor e adstringência (LESSCHAEVE e NOBLE, 2005).

O sabor amargo advém de uma estrutura molecular complexa, com diversos componentes não bem definidos até o momento, embora estudos de mecanismos de transdução venham revelando possível associação com um componente específico. É uma característica sensorial reconhecida primariamente por células gustativas, cujo mecanismo de percepção ainda não é bem compreendido (LESSCHAEVE e NOBLE, 2005).

Estudos recentes vêm evidenciando a teoria de Bate-Smith's (1954), segundo a qual a adstringência é resultado do atrito entre as superfícies da mucosa, resultando na redução da lubrificação por proteína salivar em função

de componentes adstringentes (sais de alumínio, ácido cítrico e taninos) e, cuja percepção se dá através da sensação de toque, via mecanoreceptores (LESSCHAEVE e NOBLE, 2005; COURRELONGUE et al., 1999).

Sua descrição sensorial está associada com rugosidade, aspereza, sensação de boca seca e é quimicamente definida como componente de precipitado de proteínas. Fenóis hidrossolúveis de peso molecular entre 500 e 3000 são considerados os responsáveis por esta precipitação protéica, embora haja aquele com peso molecular inferior a 500, não detectável em ensaios conduzidos por Adams e Harbertson (1999) e que, teoricamente, não precipitam proteínas se associados a monômeros, dímeros e trímeros de flavonas-3, e ácido hidroxibenzóico que podem também, resultar em adstringência (LESSCHAEVE e NOBLE, 2005).

O estudo também revela que fatores fisiológicos como o fluxo salivar, também está associado com a maior ou menor capacidade de percepção de sabor amargo e sensação de adstringência. Quanto maior o fluxo salivar, maior a percepção destas sensações, diferentemente do se relatava até hoje. Quando o fluxo salivar é estimulado, é aumentado o pH e a concentração protéica decresce, embora sempre haja resíduos. Vinte e três por cento (23%) da proteína salivar é basicamente rica em prolina, a qual tem forte afinidade por polifenóis adstringentes (LESSCHAEVE e NOBLE, 2005).

Em função da grande influência do amargor e da adstringência no processo decisório para consumação de um produto e a reconhecida preferência por soluções e produtos adocicados, estudos constantes sobre estes elementos de aceitabilidade devem ser conduzidos. Adstringência e amargor são freqüentemente percebidos como atributos negativos, também em alimentos à base de soja, ainda que disponham de elementos nutracêuticos relevantes. Gostar destas características, além de uma questão individual, é um hábito (LESSCHAEVE e NOBLE, 2005).

Para estudar o comportamento do consumidor e avaliar sua atitude em relação a um produto, técnicas de pesquisas qualitativas e quantitativas são utilizadas de forma a segmentar o mercado, identificando os consumidores potenciais e caracterizando suas demandas e expectativas, de forma a descobrir fatores que motivem um grupo a agir de modo específico,

selecionando marcas ou produtos específicos no momento da compra e, finalmente; de forma a explorar crenças e opiniões dos consumidores acerca do produto (BEHRENS e DA SILVA, 2004).

Estas informações possibilitam à empresa o desenvolvimento de embalagens, de rótulos e de alegações de campanhas publicitárias; tudo com o intuito de enaltecer o produto e incentivar a sua compra (BEHRENS e DA SILVA, 2004).

O grau de concordância ou discordância de indivíduos, com relação a cada item de uma escala, permite avaliar um conjunto de crenças ou conceitos identificando aqueles que mais contribuem na formação da atitude de uma população com relação ao tema abordado (BEHRENS e DA SILVA, 2004).

3.3. Sucos de Frutas- Graviola

Leites, sucos de frutas e refrigerantes estão comumente presentes na alimentação humana, motivo pelo qual a tabela de informações nutricionais deve estar sempre disponível para orientar o consumidor tanto por razões fisiológicas como balanceamento dietético, como para estar em concordância com a legislação vigente imposta pela ANVISA (Resolução RDC nº 360 de 23 dezembro de 2003) (SOARES et al., 2004).

Estudo realizado para determinar elementos minerais essenciais (K, Na, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu e Mn) presentes em sucos concentrados comerciais de frutas nacionais de marcas disponíveis no mercado, que podem ser acrescidos ao "leite" de soja para melhora da sua aceitabilidade, mostrou que estes são boas fontes de potássio, o que é comum em frutas e hortaliças, variando de 70 a 606mg/100mL nos sucos concentrados. A ingestão diária de um copo de 300mL de suco é capaz de prover de 170 a 930% da Ingestão Diária Recomendada (RDA) de potássio, no caso das crianças, e de 4 a 13% da RDA, no caso de adultos (SOARES et al., 2004). A concentração de sódio foi baixa nos sucos analisados - cabe ressaltar que a sua presença deve-se, primeiramente, ao emprego de conservantes à base do sal e depois, em função da sua ocorrência natural - o que é altamente positivo, haja vista sua capacidade em desencadear uma série de problemas cardiovasculares, além de renais (SOARES et al., 2004).

A biodisponibilidade de minerais - capacidade do mineral em estar biologicamente disponível para ser absorvido pelo organismo humano - pode ser afetada por fatores individuais, pela presença de inibidores ou compostos com ação sinérgica no alimento, solubilidade, concentração, estado de oxidação do mineral e tratamentos térmicos aplicados aos produtos já fortificados com cálcio, por exemplo. Em geral, os minerais são mais biodisponíveis (14 a 76%) através de bebidas, por estas permitirem sua maior solubilidade e menor concentração de inibidores. A solubilidade de sais orgânicos como o lactato de cálcio, que não precipita com o calor, é muito maior do que a dos sais inorgânicos. (SOARES et al., 2004; CASÉ et al. 2005).

Para outros minerais, a contribuição na dieta, embora seja a níveis marginais, não é desprezível, do que se tem que a consumação de sucos de frutas tanto por crianças como por adultos é importante coadjuvante na dieta e torna-se ainda mais interessante e recomendável, se combinados com o “leite” de soja (SOARES et al., 2004). Contudo, a composição química e nutricional dos sucos de frutas, pode variar de acordo como o cultivar, grau de maturação, procedência da fruta, bem como durante o processamento, principalmente na etapa de concentração e outros tipos de exposição ao calor (SOARES et al., 2004).

A gravioleira (*Annona muricata* L.), da família Annonaceae, que irá compor a bebida proposta por este projeto (“leite” de soja acrescida de suco de fruta tropical), é uma das importantes frutíferas cultivadas no nordeste brasileiro, principalmente nos estados da Paraíba, Ceará, Pernambuco e Bahia, sendo seus frutos utilizados na fabricação de suco, sorvetes, compotas, geléias e doces (SACRAMENTO et al., 2003).

Apesar da sua importância na fruticultura nordestina, não há variedades de graviola que sejam portadoras de características botânicas geneticamente definidas (PINTO e SILVA, 1994). Nos principais países produtores (Venezuela, Porto Rico e Costa Rica), os inúmeros tipos de gravioleiras se diferenciam pela forma, sabor e consistência de seus frutos. Considerando essas características, são conhecidos os tipos ‘Morada’, ‘Lisa’ e ‘Blanca’, introduzidos da Colômbia pela Embrapa, em 1981. Entretanto, no nordeste brasileiro, predomina a variedade nordestina, também chamada ‘Crioula’ ou ‘Comum’; denominação

utilizada para as graviolas que não se enquadram nos tipos colombianos (SACRAMENTO et al., 2003).

De acordo com Marinho (1999), na região Sul da Bahia, onde o cultivo da fruta é mais recente, a maioria dos produtores utilizou mudas propagadas por sementes, em alguns casos, a enxertia da variedade 'Morada' e, em menor escala, têm-se os tipos 'Lisa' ou 'Comum'.

Estudos foram conduzidos, a partir das três variedades citadas, para a determinação de pH, acidez titulável, açúcares solúveis totais, sólidos solúveis totais e vitamina C (b.u.), conforme os métodos analíticos preconizados pelo Manual de Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985). Os dados referentes às características químicas são apresentados nas Tabelas 5 e 6 (SACRAMENTO et al., 2003). Os frutos apresentaram médias dos valores de sólidos solúveis totais entre 12,18 e 13,85 °Brix, inferiores aos 17,1 °Brix citados por Castro et al. (1984) e aos 14,5° a 16,0 °Brix citados por Silva e Souza (1999). Alves et al. (1997), citando vários autores, apresentam valores entre 13,5 e 19,0 °Brix para a graviola.

Tabela 5 - Valores médios das características químicas dos frutos de graviolas dos tipos ('Morada', 'Lisa' e 'Comum'), produzidas na região Sul da Bahia, Ilhéus, 2000.

Variedade	SST (g/100g)	pH	AT (g/100g)	SST/ AT	AST (g/100g)	VC (mg/100g)
Morada	12,18 ^a	3,47 ^a	0,92a	13,61a	12,53b	35,60 ^a
Lisa	13,85 ^a	3,45 ^a	0,92a	15,48a	14,55a	37,67 ^a
Comum	13,31 ^a	3,44 ^a	1,00a	13,37a	13,32ab	38,51 ^a
CV%	14,01	2,64	13,17	22,78	12,26	14,18

As médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.

Legenda: SST: Sólidos Solúveis em Brix; AT: Acidez Total em ácido cítrico; AST: Açúcares Solúveis Totais; VC: Ácido ascórbico; pH: potencial de hidrogênio; SST/AT: Relação Sólidos Solúveis Totais, Acidez Total.

Fonte: (SACRAMENTO et al., 2003)

Tabela 6- Médias e intervalos de confiança para as médias populacionais das principais características químicas, de interesse industrial, dos frutos de graviola dos tipos 'Morada', 'Lisa', 'Comum', produzidas na região Sul da Bahia, Ilhéus, 2000.

Variedade	Mínimo	Máximo	Média	IC: LI – 95%	IC: LS +95%	PIQ	MA
'Morada'							
SST (g/100g)	10,00	14,30	12,18	10,97	13,39	9,00	
pH	3,39	3,70	3,47	3,40	3,54	3,50	
AT (g/100g)	0,64	1,21	0,92	0,80	1,04	0,60	
SST/ AT	9,90	21,88	13,61	11,26	15,96	10,00	
VC (mg/100g)	27,84	45,76	35,60	30,84	40,36	13,00	
'Lisa'							
SST (g/100g)	12,50	16,50	13,85	12,84	14,86	9,00	
pH	3,33	3,66	3,45	3,38	3,52	3,50	
AT (g/100g)	0,64	1,06	0,92	0,84	1,00	0,60	
SST/ AT	11,79	25,00	15,48	12,71	18,25	10,00	
VC (mg/100g)	29,92	48,40	37,67	33,50	41,85	13,00	
'Comum'							
SST (g/100g)	9,76	16,92	13,31	11,67	14,95	9,00	
pH	3,34	3,57	3,44	3,38	3,49	3,50	
AT (g/100g)	0,91	1,13	1,00	0,95	1,04	0,60	
SST/ AT	10,73	17,81	13,37	11,71	15,03	10,00	
VC (mg/100g)	35,20	43,12	38,51	36,84	40,17	13,00	

IC: Intervalo de confiança para média populacional; LI e LS: limite inferior e superior, respectivamente; PIQ/MA: Padrões de identidade a qualidade mínima (PIQ) para polpa estabelecidos pelo Ministério de Agricultura (1999).

Fonte: (SACRAMENTO et al., 2003)

A combinação “leite” de soja e suco de fruta, representa uma alternativa viável econômica e nutricional, além de contribuir sensorialmente para a aceitação da soja como bebida, pois minimizam sensivelmente o impacto negativo do amargor e adstringência, provenientes de certos componentes da leguminosa. Dentre estes componentes, destruídos pelo calor, estão os inibidores da tripsina (esses inibidores se ligam à tripsina impedindo-a de atuar sobre a digestão das proteínas) e as lectinas. Outros efeitos antinutricionais produzidos por fatores relativamente estáveis ao calor, tais como bociogênicos, taninos e oligossacarídeos produtores de flatulência, fitatos e saponinas são de menor importância.(MORAIS e SILVA, 1996).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 – Material

Foi utilizado no preparo da bebida, o extrato hidrossolúvel de soja (EHS) puro, produzido pela UNISOJA, da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara / UNESP, uma calda contendo: 78g de açúcar, 0,3g de NaHCO₃, 0,37g de NaCl em 100mL e suco concentrado de fruta tropical (graviola), da empresa Da Fruta, obtido no comércio local.

4.2 – Métodos

4.2.1 – Análise de composição centesimal

4.2.1.1 - Determinação da composição centesimal

A determinação da composição centesimal da bebida a base de 'leite' de soja acrescida de suco concentrado de graviola foi realizada para os parâmetros que se seguem:

4.2.1.1.1 – Proteína

O teor de proteína total foi determinado pelo método de microKjeldahl, utilizando-se 6,25 como fator de conversão, conforme descrito pela AOAC (CUNNIFF, 1995).

4.2.1.1.2 – Acidez

O teor de acidez foi determinado por titulação potenciométrica, também conforme descrito pela AOAC (CUNNIFF, 1995).

4.3 - Análise sensorial

Os testes de aceitação foram realizados por um painel sensorial permanente composto de 80 provadores, voluntários e não treinados, em cabines individuais, no laboratório de análise sensorial do Departamento de Alimentos e Nutrição da Faculdade de Ciências Farmacêuticas / UNESP, Araraquara-SP.

As amostras foram apresentadas randomicamente, 4 por sessão, em copos brancos descartáveis (35mL), codificados com algarismos de três dígitos, e servidas à temperatura ambiente.

Havia água e bolacha do tipo água e sal à disposição dos provadores para enxágüe e mastigação entre as amostras, visando evitar possíveis interferências de gostos residuais.

Os provadores utilizaram para realizar os testes de aceitação, uma escala hedônica estruturada mista de 9 pontos (9: gostei muitíssimo; 5: não gostei, nem desgostei; 1: desgostei muitíssimo), conforme método descrito por Stone e Sidel (1985 - Anexo), para avaliar os seguintes parâmetros sensoriais: aparência, aroma, sabor e impressão global. A atitude de compra do consumidor, também foi avaliada, através de uma escala de 5 pontos que varia de: "Certamente eu compraria este produto" a "Certamente eu não compraria este produto" (MEILGAARD et al., 1999).

4.4 - Metodologia de superfície de resposta

A metodologia da superfície de resposta (MSR) é um conjunto de técnicas utilizadas para otimização, a qual se tornou popular devido a sua teoria completa, eficiência e simplicidade (BOX e DRAPER, 1987). A aplicação da MSR é executada através de um conjunto de condições experimentais, para as quais, várias respostas podem ser medidas. Assim, um modelo é ajustado para cada resposta obtida por meio de planejamentos fatoriais (MONTEGOMERY, 2005).

O delineamento experimental apresentado neste trabalho foi fatorial de duas variáveis (2^2) com dois níveis (-1, +1) e quatro pontos centrais para estimar a variância do erro; preparado a partir da composição de bebida a base

de 'leite' de soja com suco concentrado de graviola e adicional de água para um volume total de 1L de bebida. Foram elaboradas doze diferentes formulações, de acordo com metodologia de Box e Draper (1987). As variáveis independentes utilizadas foram: a concentração de proteína do extrato hidrossolúvel de soja e a concentração de ácido cítrico no suco de fruta utilizado (graviola); e como variável dependente, a resposta de aceitação (aparência, aroma, sabor e impressão global) obtida através de escala hedônica estruturada (STONE e SIDEL, 1985).

Os resultados dos testes de aceitação foram submetidos à Análise de Superfície de Resposta, visando determinar a concentração ótima de ingredientes.

Os resultados foram analisados empregando-se o software STATISTICA 7.1 para determinar os coeficientes das regressões e avaliar os parâmetros utilizados na formulação.

Para a otimização das funções utilizou-se o programa computacional OTGRAD, desenvolvido em linguagem FORTRAN, que apresenta uma seqüência de entrada de dados, que são fornecidos pelo usuário, como: número de variáveis independentes com seu limite superior e inferior, número de variáveis dependentes com seus respectivos limites superior e inferior, variáveis que se deseja maximizar ou minimizar ou, ainda escolher um valor alvo para a otimização (CARNEIRO et. al, 2005). O software OTGRAD utiliza o método gradiente com incorporação das funções de Derringer e Suich (DERRINGER e SUICH, 1980).

O método do gradiente é um modelo de otimização de busca indireta que faz uso de derivadas para determinar a direção do ótimo. A otimização consiste na derivada parcial da função objetivo (função resposta) em relação as variáveis independentes em um determinado ponto inicial, dando origem a uma matriz gradiente. Através dessa matriz é calculada a direção do ótimo (EDGAR e HIMMELBLAU, 1989).

4.5- Preparo da Bebida a Base de “Leite” de Soja Acrescida de Suco Concentrado de Graviola

Inicialmente, foram preparados padrões de extrato hidrossolúvel de soja, mistura (extrato hidrossolúvel de soja + calda) e suco concentrado de graviola para análises de pH e °Brix. Em seguida, determinou-se pelos métodos recomendados pela AOAC, o teor protéico do extrato hidrossolúvel de soja e a concentração de ácido cítrico no suco de fruta utilizado (Tabela 7).

Tabela 7 – Amostras padrões e resultados das análises.

Padrão	pH	°Brix	Proteína (g%)	Acidez (g / ác. cítrico %).
Extrato hidrossolúvel de soja	6,70	5,50	2,384	-
88,3mL EHS + 11,7mL Calda (Mistura)	6,70	12,50	2,267	-
Suco concentrado de graviola	3,50	9,00	-	8,762
47,5mL mistura + 2,5mL suco de graviola	6,05	13,00	2,117	-
45,0mL mistura + 5,0mL suco de graviola	5,58	12,00	2,150	-
42,5mL mistura + 7,5mL suco de graviola	5,11	11,00	2,033	-
40,0mL mistura + 10,0mL suco de graviola	4,90	11,00	1,966	-

A partir destes resultados, doze bebidas foram produzidas de acordo com o procedimento experimental proposto (Tabela 8) para suco de graviola (Tabela 9).

Tabela 8- Concentração protéica e de acidez utilizadas para o preparo de bebidas a base de ‘leite’ de soja acrescida de suco de fruta tropical de graviola.

Experimento	Variáveis codificadas		Variáveis originais		Ingredientes(%)	
	x ₁	x ₂	X1	X2	“Leite” de soja	Suco
1	-1	-1	0,5000	0,3750	22,06	4,28
2	-1	1	0,5000	0,9750	22,06	11,13
3	1	-1	1,5000	0,3750	66,17	4,28
4	1	1	1,5000	0,9750	66,17	11,13
5	0	0	1,0000	0,6750	44,11	7,70
6	0	0	1,0000	0,6750	44,11	7,70
7	0	0	1,0000	0,6750	44,11	7,70
8	0	0	1,0000	0,6750	44,11	7,70

X1: concentração de proteína de soja (g/100mL)

X2: concentração de ácido cítrico (g/100mL)

Obs.: Os pontos axiais foram retirados porque nos modelos, com exceção do primeiro, a curvatura não foi significativa.

As codificações das variáveis x_1 e x_2 foram obtidas através da seguinte fórmula:

$$x_i = (X_i - X_{\text{ponto central}}) / \text{faixa de variação}$$

Tabela 9 – Composição das formulações de bebidas à base de “leite” de soja acrescidas de suco concentrado de graviola.

“LEITE” DE SOJA COM SUCO DE GRAVIOLA				
Experimentos	Formulações	Extrato Aquoso (L)	Calda (mL)	Suco (mL)
1	768	2,03	270,0	455,00
2	459	1,68	220,0	939,00
3	127	2,29	310,0	170,00
4	815	2,12	280,0	403,00
Ponto axial	546	1,54	210,0	1045,00
Ponto axial	328	2,15	290,0	259,90
Ponto axial	674	2,32	310,0	170,70
Ponto axial	219	1,92	260,0	620,00
5	193	2,10	280,0	416,30
6	942	2,10	280,0	416,30
7	385	2,10	280,0	416,30
8	726	2,10	280,0	416,30

Em todas as formulações, adicionou-se ao extrato aquoso de soja, a calda previamente preparada e em seguida, o suco concentrado de graviola, sempre homogeneizando bem entre a adição de um componente e outro.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 - Análise da curvatura

As bebidas preparadas com extrato hidrossolúvel de soja e suco de fruta concentrado de graviola foram submetidas à avaliação sensorial pelos provadores, sendo julgadas de acordo com suas próprias expectativas com respeito ao produto. A seguir, apresentam-se as variáveis originais (sem o rotacional) e médias para aceitabilidade de cada parâmetro sensorial analisado (Tabela 10).

Tabela 10 - Variáveis originais e médias de aceitabilidade.

	X ₁ (g/100 mL)	X ₂ (g/100 mL)	Aparência	Aroma	Sabor	Impressão Global	Atitude de Compra
1	0,5	0,375	6,98	6,06	6,15	6,23	3,11
2	0,5	0,975	7,09	6,43	6,40	6,48	3,38
3	1,5	0,375	7,18	6,20	6,45	6,45	3,33
4	1,5	0,975	7,19	5,99	6,28	6,36	3,34
5	1,0	0,675	6,95	6,19	6,24	6,39	3,31
6	1,0	0,675	7,03	6,10	6,26	6,39	3,21
7	1,0	0,675	7,00	6,24	6,26	6,34	3,24
8	1,0	0,675	7,00	6,36	6,13	6,34	3,23

X1 = concentração de proteína de soja em g/100 mL.

X2 = concentração de ácido cítrico em g/ 100 mL.

5.1.1 – Aparência

Tabela 11 - Coeficiente de regressão linear para parâmetro aparência (valores observados).

Factor	Regr. Coefficients; Var.: Aparência; R-sqr=.94809; Adj:.87887 2** (2-0) design; MS Pure Error=.0009896 DV: Aparência					
	Regressn Coeff	Std.Err. Pure Err	t(3)	p	-95.% Cnf.Limt	+95.% Cnf Limt
Mean/Interc	6.773437	0.086598	78.21716	0.000005	6.497845	7.049030
Curvatr.	-0.112500	0.022244	-5.05756	0.014917	-0.183290	-0.041710
(1)X ₁	0.262500	0.077455	3.38904	0.042805	0.016002	0.508998
(2)X ₂	0.270833	0.117236	2.31016	0.104016	-0.102263	0.643930
1 by 2	-0.166667	0.104859	-1.58944	-0.210179	-0.500374	0.167041

Tabela 12- Análise de variância para parâmetro aparência (valores observados).

Factor	ANOVA; Var.:Aparência; R-sqr=.94809; Adj:.87887 2** (2-0) design; MS Pure Error=.0009896 DV: Aparência				
	SS	df	MS	F	p
Curvatr.	0.025312	1	0.025312	25.57895	0.014917
(1)X ₁	0.022500	1	0.022500	22.73684	0.017521
(2)X ₂	0.003906	1	0.03906	3.94737	0.141122
1 by 2	0.002500	1	0.002500	2.52632	0.210179
Pure Error	0.002969	3	0.000990		
Total SS	0.057187	7			

SS: soma quadrática; df: graus de liberdade; MS:Média dos quadrados.

Tabela 13- Coeficiente de regressão linear para parâmetro aparência (Valores preditivos).

Factor	Regr. Coefficients; Var.:Aparência; R-sqr=.94809; Adj:.87887 2 3 level factors, 1 Blocks, 8 Runs; MS Residual =.0009896 DV: Aparência					
	Regressn Coeff	Std.Err.	t(3)	p	-95.% Cnf.Limt	+95.% Cnf Limt
Mean/Interc.	7.110937	0.115917	61.34523	0.000010	6.74204	7.479836
(1)X ₁ (L)	-0.637500	0.194077	-3.28477	0.046259	-1.25514	-0.019859
X ₁ (Q)	.0450000	0.088976	5.05756	0.014917	0.16684	0.733160
(2)X ₂ (L)	0.270833	0.117236	2.31016	0.104016	-0.10226	0.643930
1L by 2L	-0.166667	0.104859	-1.58944	0.210179	-0.50037	0.167041

Tabela 14- Análise de variância para parâmetro aparência (valores preditivos).

Factor	ANOVA; Var.:Aparência; R-sqr=.94809; Adj:.87887 2 3 level factors, 1 Blocks, 8 Runs; MS Residual=.0009896 DV: Aparência				
	SS	df	MS	F	p
(1)X ₁ (L)	0.022500	1	0.022500	22.73684	0.017521
X ₁ (Q)	0.025312	1	0.025312	25.57895	0.014917
(2)X ₂ (L)	0.003906	1	0.003906	3.94737	0.141122
1L by 2L	0.002500	1	0.002500	2.52632	0.210179
Error	0.002969	3	0.000990		
Total SS	0.057187	7			

SS: soma quadrática; df: graus de liberdade; MS:Média dos quadrados.

Pode-se observar que a curvatura foi significativa ($p=1,49\%$; tabelas 11 e 12), implicando dizer que há evidências que os termos quadráticos devam existir, pelo menos na região observada. Como o termo quadrático da variável X_1 foi significativo, ele foi acrescentado ao modelo resultando a equação 1 que explica 94,81% da variância (tabelas 13 e 14) e portando podendo ser usado para fins preditivos. O asterisco indica os coeficientes significativos ($p \leq 0,05$).

$$Y_1 = 7,1109^* - 0,6375^* X_1 + 0,2708 X_2 + 0,4500^* X_1^2 - 0,1667 X_1 X_2. \text{ (eq. 1).}$$

A figura 2 mostra os valores previstos vs valores observados confirmando que o modelo proposto descreve bem os dados experimentais podendo então ser usado para fins preditivos.

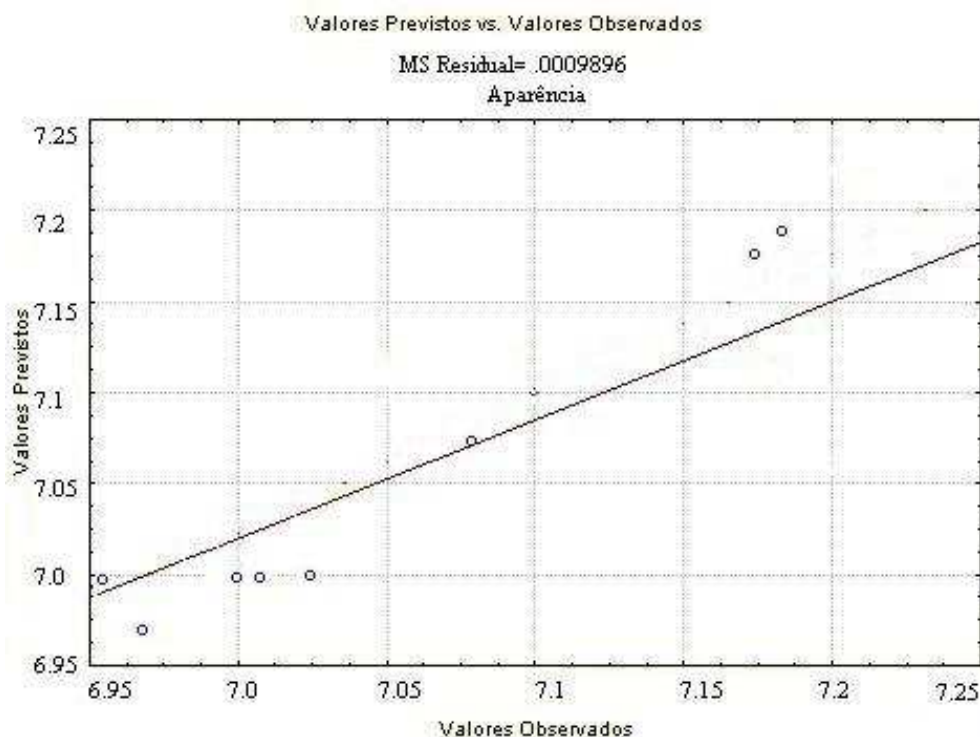


Figura 2. Valores previstos vs valores observados para a resposta aparência.

A região de combinação binária entre as variáveis originais X_1 e X_2 pode ser observada através das curvas de nível apresentadas na figura 3. A figura mostra as regiões de contorno da superfície de resposta para a variável

dependente aparência, obtidas pelo modelo matemático apresentado na equação 1.

A mesma figura mostra ainda que a aparência parece ser mais sensível às variações de concentração de proteínas do que a concentração de ácido cítrico, pelo menos na região experimental estudada. Uma grande variação na concentração de ácido cítrico pouco influencia a resposta aparência

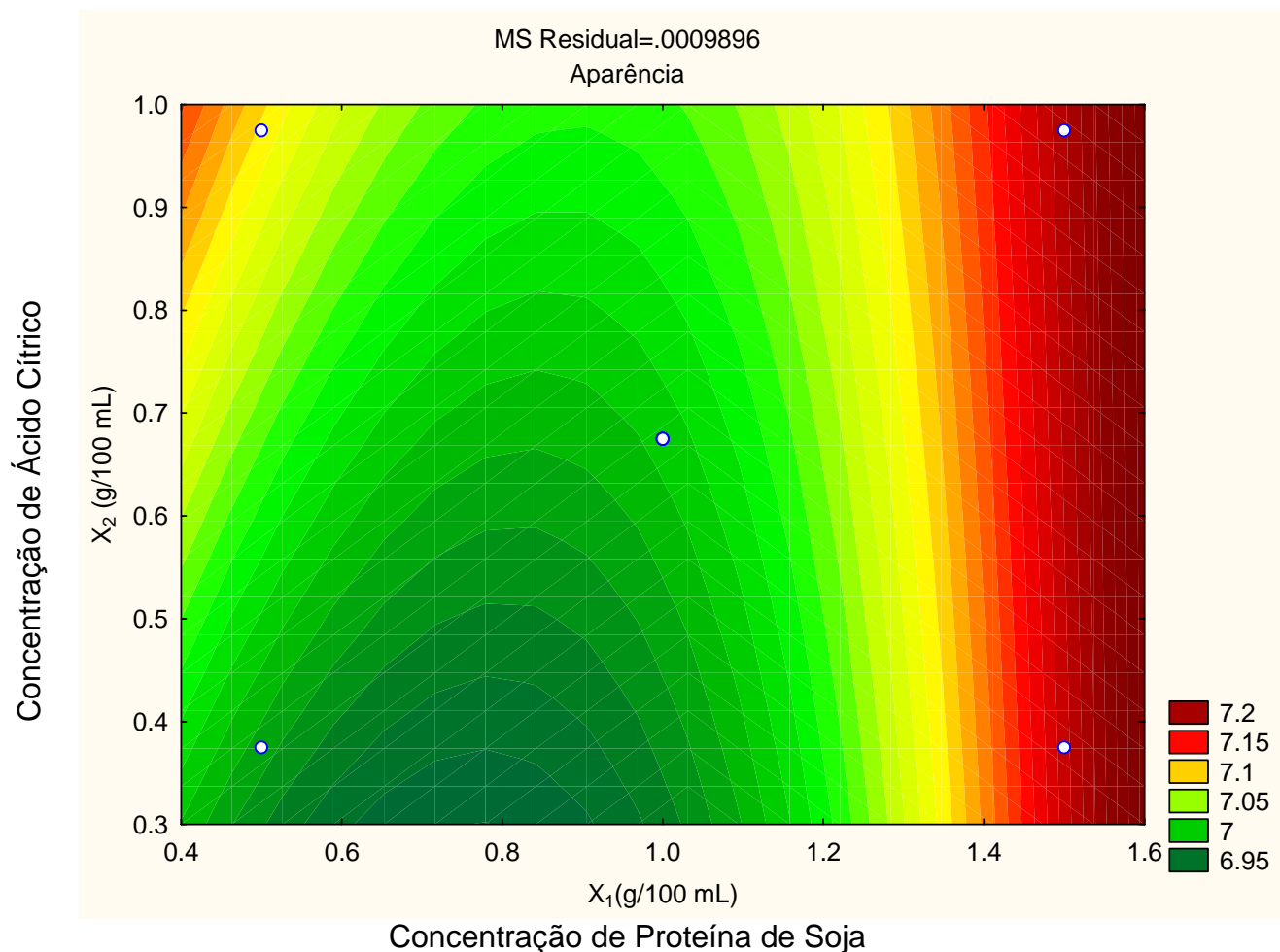


Figura 3. Contornos da superfície de resposta para a variável dependente aparência.

5.1.2- Aroma

Tabela 15- Coeficiente de regressão linear para parâmetro aroma (valores observados).

Factor	Regr. Coefficients; Var.:Aroma; R-sqr=.76355; Adj:.44827 2** (2-0) design; MS Pure Error=.0120182 DV: Aroma					
	Regressn Coeff.	Std.Err. Pure Err.	.t(3)	p	-95.% Cnf.Limt	+95% Cnf.Limt
Mean/Interc.	5.587500	0.301787	18.51469	0.000344	4.62708	6.547922
Curvatr.	0.053125	0.077518	0.68532	0.542347	-0.19357	0.299823
(1)X1	0.496875	0.269927	1.84078	0.162912	-0.36215	1.355903
(2)X2	1.083333	0.408558	2.65160	0.076888	-0.21688	2.383548
1 by 2	-0.958333	0.365426	-2.62251	0.078831	-2.12128	0.204614

Tabela 16- Análise de variância para parâmetro aroma (valores observados).

Factor	ANOVA; Var.:Aroma; R-sqr=.76355; Adj:.44827 2** (2-0) design; MS Pure Error=.0120182 DV: Aroma				
	SS	df	MS	F	p
Curvatr.	0.005645	1	0.005645	0.469664	0.542347
(1)X1	0.022500	1	0.022500	1.872156	0.264695
(2)X2	0.005625	1	0.005625	0.468039	0.543000
1 by 2	0.082656	1	0.082656	6.877573	0.078831
Pure Error	0.036055	3	0.012018		
Total SS	0.152480	7			

SS: soma quadrática; df: graus de liberdade; MS:Média dos quadrados.

Tabela 17- Coeficiente de regressão linear para parâmetro aroma (Valores preditivos).

Factor	Regr. Coefficients; Var.:Aroma; R-sqr=.72653; Adj:.52142 2** (2-0) design: MS Residual=.0104248 DV.: Aroma					
	Regressn Coeff.	Std Err.	t(4)	p	-95.% Cnf.Limt	+95.% Cnf.Limt
Mean/Interc.	5.614062	0.278742	20.14068	0.000036	4.84015	6.387976
(1)X1	0.496875	0.251397	1.97646	0.119284	-0.20111	1.194865
(2)X2	1.083333	0.380511	2.84705	0.046535	0.02686	2.139802
1 by 2	-0.958333	0.340340	-2.81581	0.048032	-1.90327	-0.013399

Pode-se observar que a curvatura não foi significativa ($p=54,23\%$, tabelas 15 e 16), implicando dizer que há evidências que os termos quadráticos não devam existir, pelo menos na região observada. O modelo representado pela equação 2 explica apenas 72,65% (tabela 17) da variância. Porém como a falta de ajuste foi não significativa ($p= 54,23\%$), o modelo pode ser utilizado para fins preditivos. O asterisco indica os coeficientes significativos ($p \leq 0,05$).

$$Y_2 = 5,6141^* + 0,4969 X_1 + 1,0833^* X_2 - 0,9583^* X_1 X_2. \quad (\text{eq. 2})$$

A figura 4 mostra uma pequena dispersão entre os valores previstos e os valores observados.

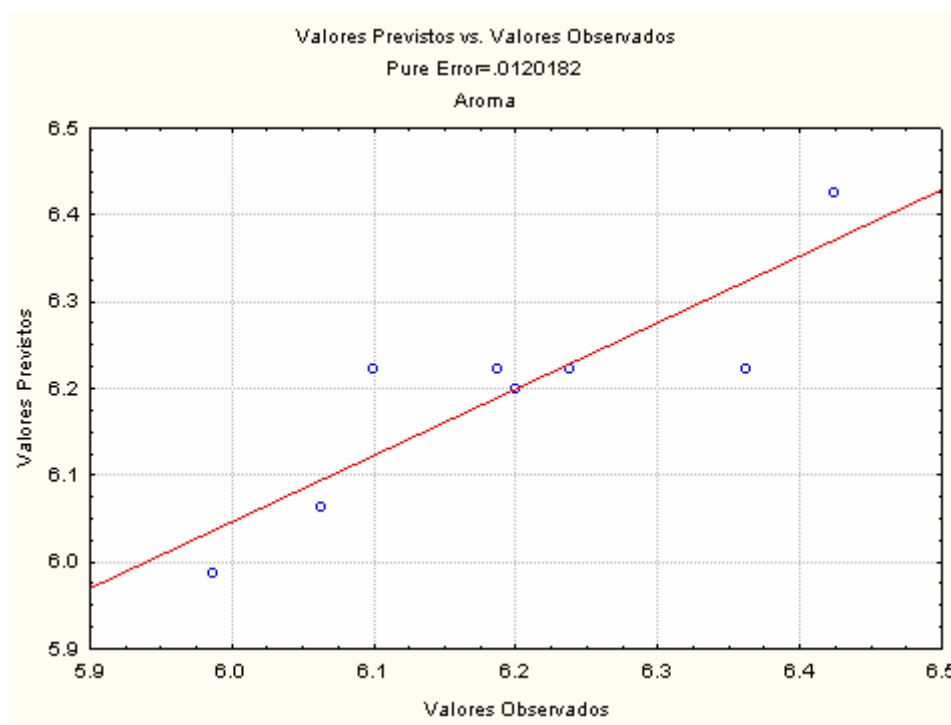


Figura 4. Valores previstos vs valores observados para a resposta aroma.

A região de combinação binária entre as variáveis originais X_1 e X_2 pode ser observada através das curvas de nível apresentadas na figura 5. A figura mostra as regiões de contorno da superfície de resposta para a variável dependente aroma, obtidas pelo modelo matemático apresentado na equação 2.

A mesma figura mostra ainda que as duas variáveis parecem ser igualmente importantes para a resposta aroma na região experimental explorada. A resposta aroma aumenta com o aumento da variável X_2 (concentração de ácido cítrico) e diminuição de X_1 (concentração de proteína de soja).

Temos um ótimo local com $X_1=0,5$ e $X_2=0,975$ $Y_2=6,4516$.

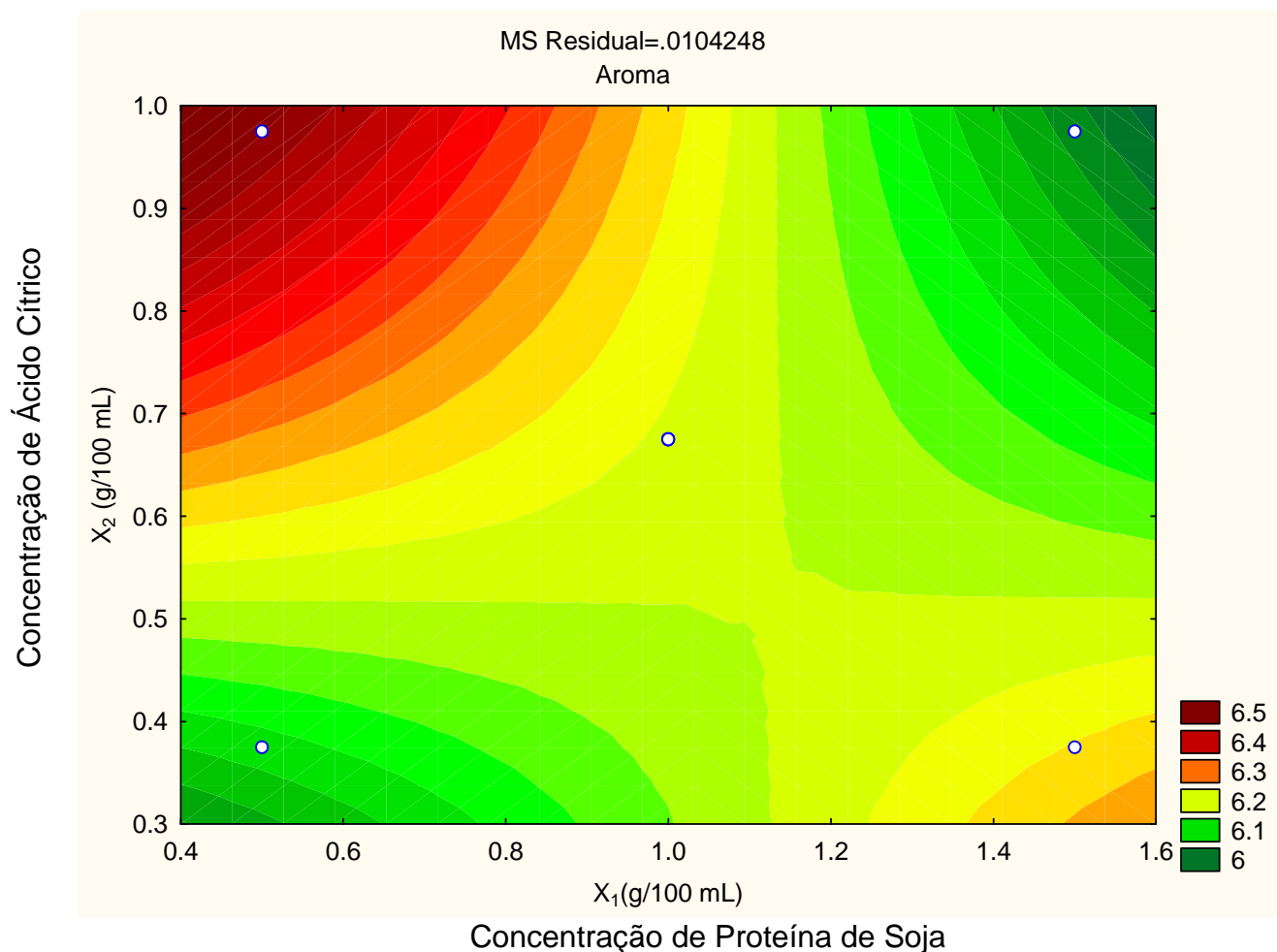


Figura 5. Contornos da superfície de resposta para a variável resposta aroma.

5.1.3- Sabor

Tabela 18- Coeficiente de regressão linear para parâmetro sabor (valores observados).

Factor	Regr.; Coefficients; Var.:sabor; R-sqr=.84951: Adj:.64886 2** (2-0) design: MS Pure Error=.0043099 DV: Sabor					
	Regressn Coeff.	Std. Err. Pure Err.	.t(3)	p	-95.% Cnf.Limt	+95.% Cnf.Limt
Mean/Interc.	5.710938	0.180723	31.60044	0.000070	5.13580	6.286080
Curvatr.	-0.096875	0.046421	-2.08686	0.128160	-0.24461	0.050859
(1)X1	0.565625	0.161644	3.49920	0.039504	0.05120	1.080048
(2)X2	0.770833	0.244662	3.15060	0.051242	-0.00779	1.549458
1 by 2	-0.708333	0.218833	-3.23687	0.047965	-1.40476	-0.011910

Tabela 19- Análise de variância para parâmetro sabor (valores observados).

Factor	ANOVA; Var.:sabor; R-sqr=.84951: Adj:.64886 2** (2-0) design: MS Pure Error=.0043099 DV: Sabor				
	SS	df	MS	F	p
Curvatr.	0.018770	1	0.018770	4.35498	0.128160
(1)X1	0.007656	1	0.007656	1.77644	0.274771
(2)X2	0.001406	1	0.001406	0.32628	0.607844
1 by 2	0.045156	1	0.045156	10.47734	0.047965
Pure Error	0.012930	3	0.004310		
Total SS	0.085918	7			

SS: soma quadrática; df: graus de liberdade; MS:Média dos quadrados.

Tabela 20- Coeficiente de regressão linear para parâmetro sabor (Valores preditivos).

Factor	Regr.; Coefficients; Var.:sabor; R-sqr=.63105: Adj:.35434 2** (2-0) design: MS Pure Error=.0079248 DV: Sabor					
	Regressn Coeff.	Std. Err.	t(4)	p	-95.% Cnf.Limt	+95.% Cnf.Limt
Mean/Interc.	5.662500	0.243032	23.29940	0.000020	4.98773	6.337265
(1)X1	0.565625	0.219190	2.58053	0.061293	0.04294	1.174193
(2)X2	0.770833	0.331763	2.32345	0.080831	-0.15029	1.691955
1 by 2	-0.708333	0.296738	-2.38707	0.075408	-1.53221	0.115543

Pode-se observar que a curvatura não foi significativa ($p=12,82\%$, tabelas 18 e 19), implicando dizer que há evidências que os termos quadráticos não devam existir, pelo menos na região observada. O modelo representado pela equação 3 explica apenas 63,11% (tabela 20) da variância. Porém como a falta de ajuste foi não significativa ($p= 12,81\%$) o modelo pode ser utilizado para fins preditivos. O asterisco indica os coeficientes significativos ($p \leq 0,05$).

$$Y_3 = 5,6625^* + 0,5656 X_1 + 0,7708 X_2 - 0,7083 X_1X_2. \text{ (eq. 3)}$$

A figura 6 mostra os valores previstos vs valores observados confirmando que o modelo proposto descreve bem os dados experimentais podendo então ser usado para fins preditivos.

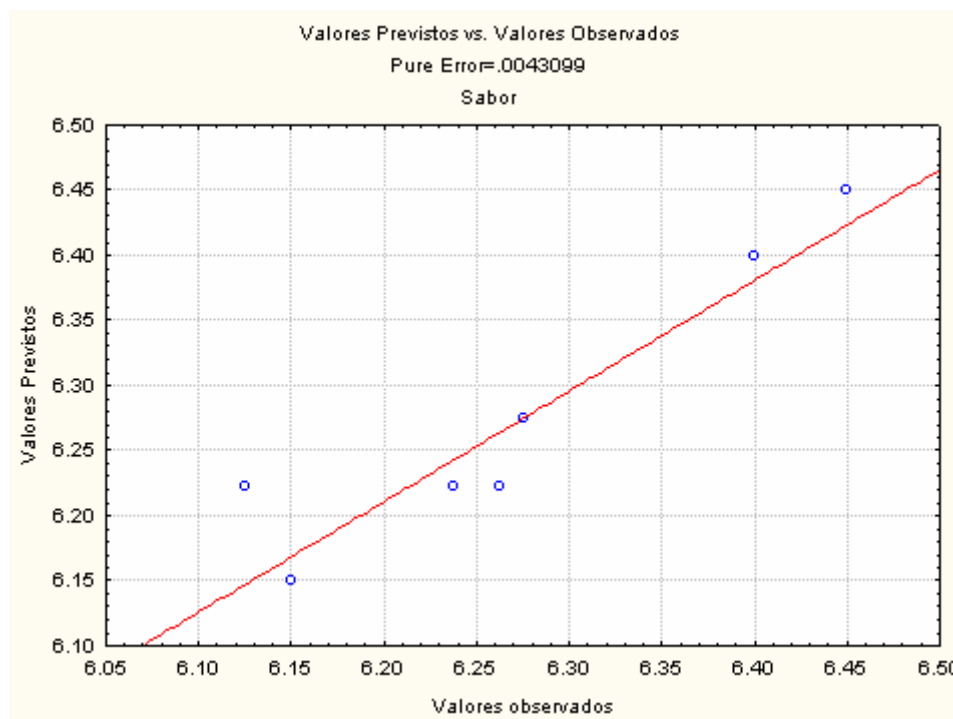


Figura 6. Valores previstos vs valores observados para a resposta sabor.

A região de combinação binária entre as variáveis originais X_1 e X_2 pode ser observada através das curvas de nível apresentadas na figura 7. A figura mostra as regiões de contorno da superfície de resposta para a variável dependente sabor, obtidas pelo modelo matemático apresentado na equação 3.

A resposta sabor é maior para maiores concentrações de proteína de soja (X_1) e menores concentrações de ácido cítrico (X_2). Porém, do lado esquerdo da figura 7, também um pouco fora da região experimental, há uma indicação que a resposta sabor aumenta com o aumento de X_2 e a diminuição de X_1 . Apresenta em cada extremo um ótimo local. Tal dualidade evidencia que concentrações proporcionais de ácido cítrico e proteína de soja não resulta em uma combinação bem aceita sensorialmente; é necessário trabalhar com alta concentração de ao menos uma variável independente.

Temos um ótimo $Y_3 = 6,4015$ para $X_1 = 1,5$ e $X_2 = 0,375$ e, no outro extremo temos $Y_3 = 6,3515$ para $X_1 = 0,5$ e $X_2 = 0,975$.

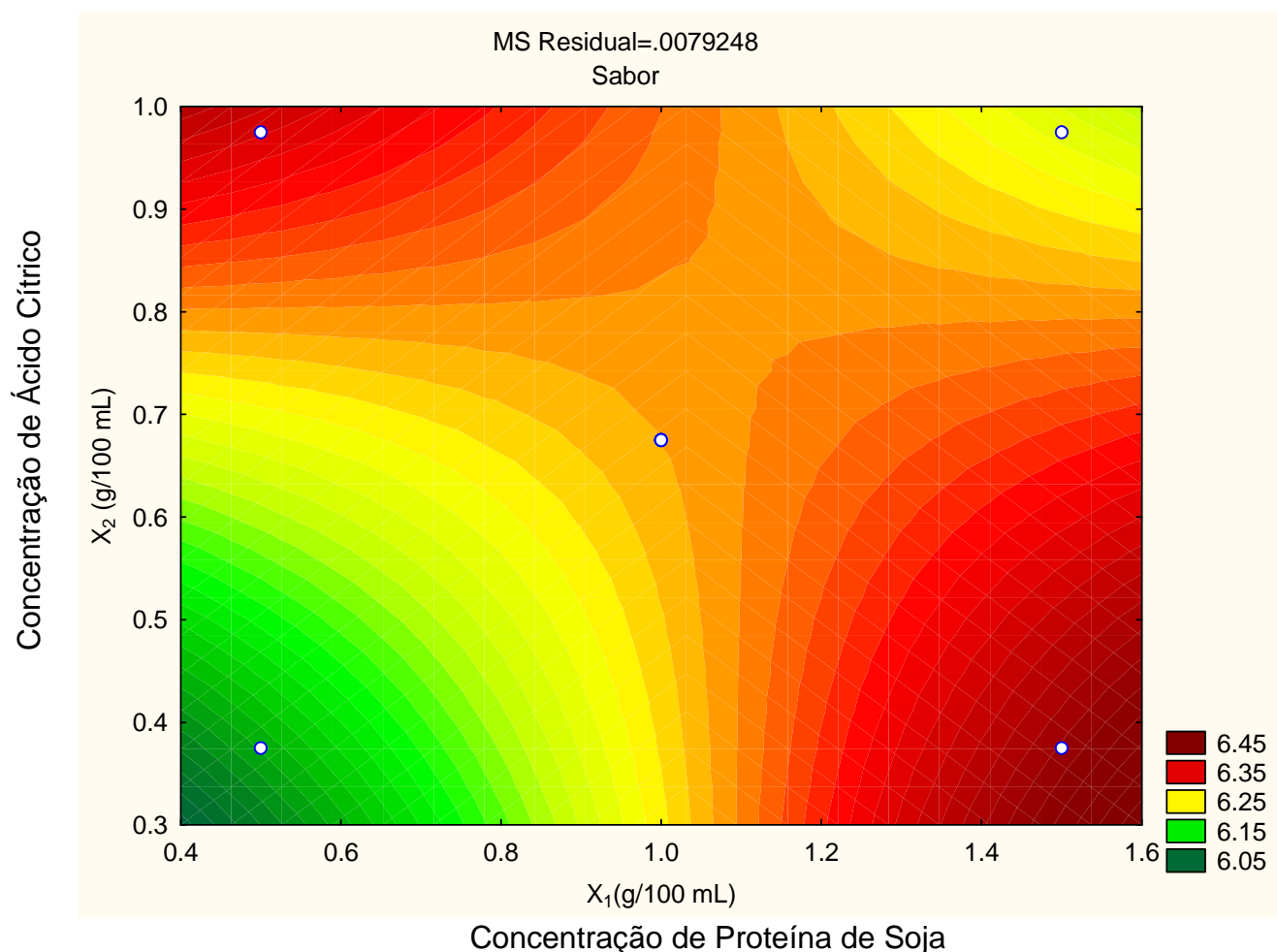


Figura 7. Contornos da superfície de resposta para a variável dependente sabor.

5.1.4-Impressão Global

Tabela 21- Coeficiente de regressão linear para parâmetro impressão global (valores observados).

Factor	Regr.; Coefficients; Var.:I. Global; R-sqr=.93937: Adj:.85852 2** (2-0) design: MS Pure Error=.0008333 DV: I. Global					
	Regressn Coeff.	Std. Err. Pure Err.	.t(3)	p	-95.% Cnf.Limt	+95.% Cnf.Limt
Mean/Interc.	5.850781	0.079468	73.62471	0.000006	5.597880	6.103683
Curvatr.	-0.015625	0.020412	-0.76547	0.499705	-0.080586	0.049336
(1)X1	0.435938	0.071078	6.13323	0.008716	0.209736	0.662139
(2)X2	0.697917	0.107583	6.48725	0.007436	0.355540	1.040293
1 by 2	-0.562500	0.096225	-5.84567	0.009977	-0.868731	-0.256269

Tabela 22- Análise de variância para parâmetro impressão global (valores observados).

Factor	ANOVA; Var.:I. Global; R-sqr=.93937: Adj:.85852 2** (2-0) design: MS Pure Error=.0008333 Impressão Global				
	SS	df	MS	F	p
Curvatr.	0.000488	1	0.000488	0.58594	0.499705
(1)X1	0.003164	1	0.003164	3.79688	0.146480
(2)X2	0.006202	1	0.006202	7.92188	0.067038
1 by 2	0.028477	1	0.028477	34.17188	0.009977
Pure Error	0.002500	3	0.000833		
Total SS	0.041230	7			

SS: soma quadrática; df: graus de liberdade; MS:Média dos quadrados.

Tabela 23- Coeficiente de regressão linear para parâmetro impressão global (Valores preditivos).

Factor	Regr.; Coefficients; Var.:I. Global; R-sqr=.92752: Adj:.87316 2** (2-0) design: MS Residual=.0007471 DV: I. Global					
	Regressn Coeff.	Std. Err.	t(4)	p	-95.% Cnf.Limt	+95.% Cnf.Limt
Mean/Interc.	5.842969	0.074619	78.30394	0.000000	5.635793	6.050145
(1)X1	0.435938	0.067299	6.47765	0.002927	0.249086	0.622789
(2)X2	0.697917	0.101863	6.85155	0.002375	0.415501	0.980732
1 by 2	-0.562500	0.091109	-6.17395	0.003496	-0.815458	-0.309542

Pode-se observar que a curvatura não foi significativa ($p=49,97\%$, tabelas 21 e 22), implicando dizer que há evidências que os termos quadráticos não devam existir, pelo menos na região observada. O modelo representado pela equação 4 explica 92,75% (tabela 23) da variância e a falta de ajuste foi não significativa ($p= 49,97\%$) indicando que o modelo representado pela equação 4 pode ser utilizado para fins preditivos. O asterisco indica os coeficientes significativos ($p \leq 0,05$).

$$Y_4 = 5,8430^* + 0,4359^* X_1 + 0,6979^* X_2 - 0,5625^* X_1X_2. \text{ (eq. 4)}$$

A figura 8 mostra os valores previstos vs valores observados confirmando que o modelo proposto para a resposta impressão global descreve muito bem os dados experimentais podendo então ser usado para fins preditivos.

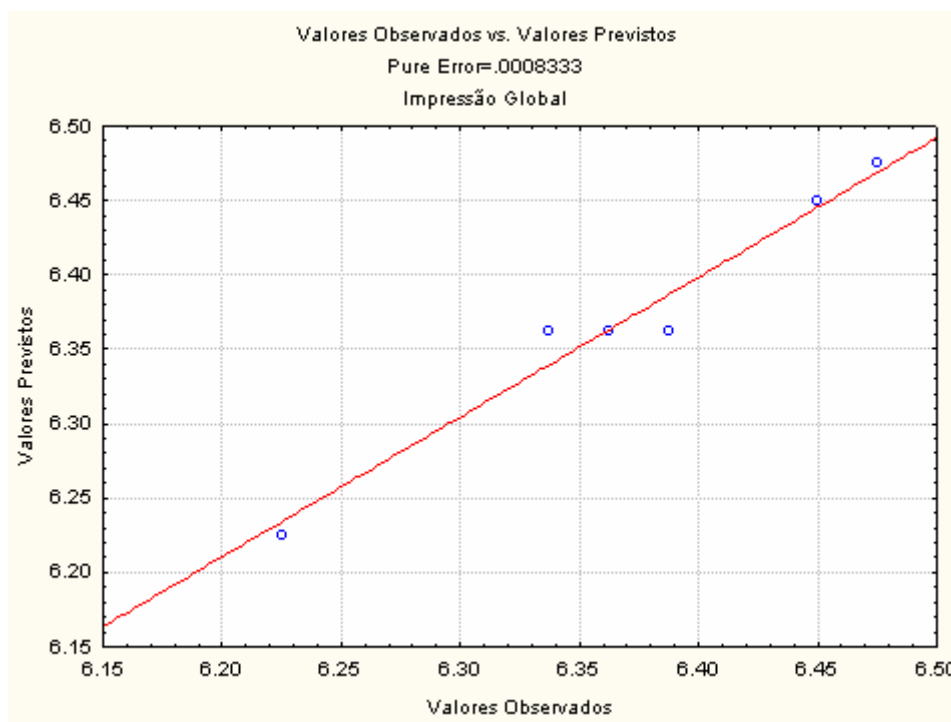


Figura 8. Valores previstos vs valores observados para a resposta impressão global.

A região de combinação binária entre as variáveis originais X_1 e X_2 pode ser observada através das curvas de nível apresentadas na figura 9. A figura

mostra as regiões de contorno da superfície de resposta para a variável dependente impressão global, obtidas pelo modelo matemático apresentado na equação 4. A figura apresenta duas situações de ótimo de impressão global. Uma com alta concentração de proteína de soja e baixa de ácido cítrico (lado direito da figura 9), na região experimental estudada e outra no lado esquerdo com o inverso porém um pouco fora da região experimental isto é, baixa concentração de proteína (X_1) e alta de ácido cítrico (X_2). A figura apresenta dois ótimos locais. Tal dualidade evidencia que concentrações proporcionais de ácido cítrico e proteína de soja não resulta em uma combinação bem aceita; é necessário trabalhar com alta concentração de ao menos uma variável independente.

Temos um ótimo $Y_4 = 6,4422$ para $X_1 = 1,5$ e $X_2=0,375$ e, no outro extremo temos $Y_4=6,4672$ para $X_1=0,5$ e $X_2=0,975$.

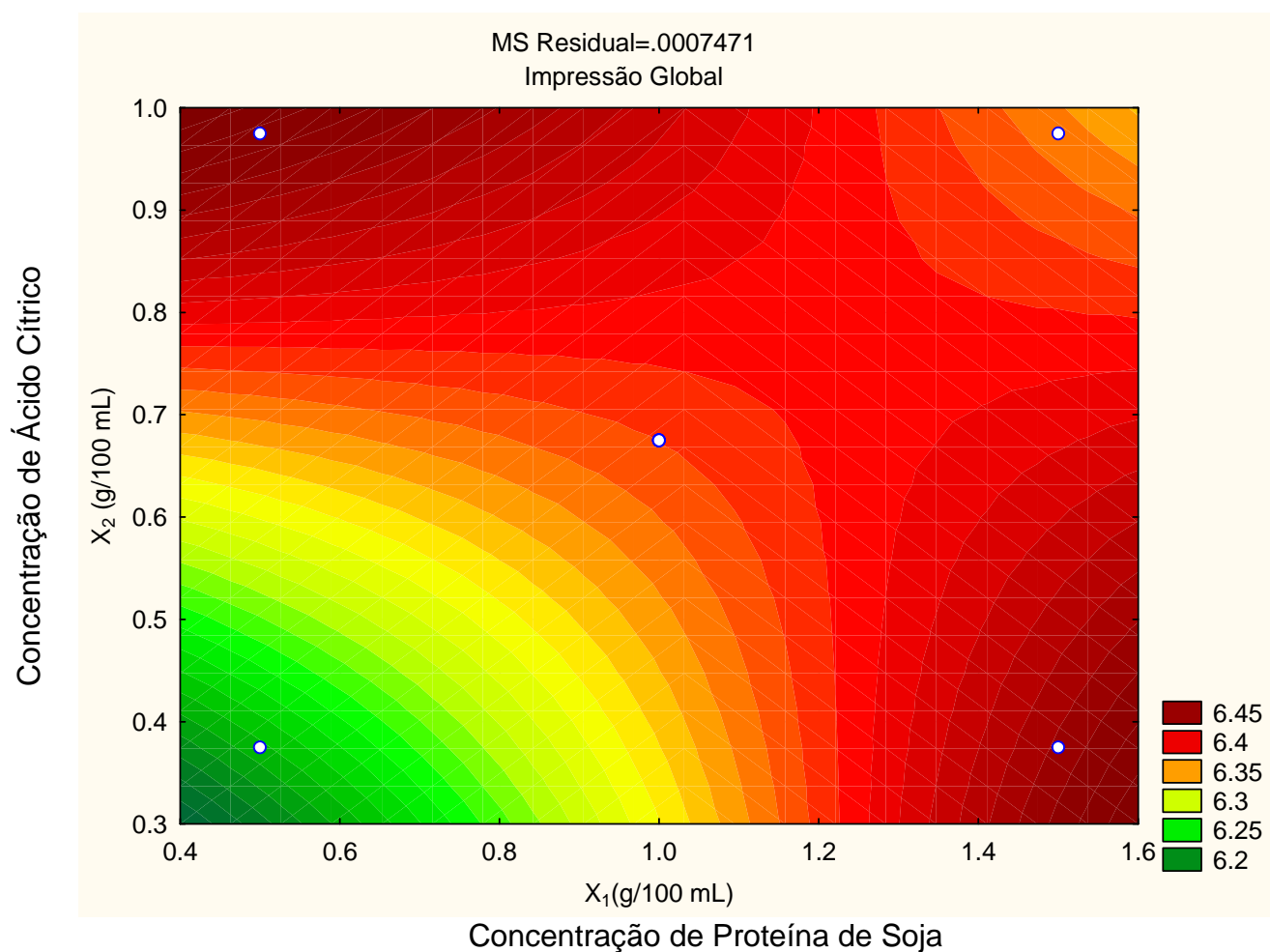


Figura 9. Contornos da superfície de resposta para a variável dependente impressão global.

5.1.5- Atitude de Compra

Tabela 24- Coeficiente de regressão linear para parâmetro atitude de compra (valores observados).

Factor	Regr.; Coefficients; Var.:Atitude de Compra; R-sqr=.88253: Adj:.72591 2** (2-0) design: MS Residual=.0020182 DV: Atitude de compra					
	Regressn Coeff.	Std. Err.	.t(3)	p	-95.% Cnf.Limt	+95.% Cnf.Limt
Mean/Interc.	2.764062	0.123671	22.35022	0.000196	2.370488	3.157637
Curvatr.	-0.040625	0.031767	-1.27886	0.290901	-0.141720	0.060470
(1)X1	0.368750	0.110614	3.33366	0.044598	0.016726	0.720774
(2)X2	0.645833	0.167424	3.85746	0.030785	0.113014	1.78653
1 by 2	0.416667	0.149749	-2.78243	0.068851	-0.893235	0.059902

Tabela 25- Análise de variância para parâmetro atitude de compra (valores observados).

Factor	ANOVA; Var.:Atitude de compra; R-sqr=.88253: Adj:.72591 2** (2-0) design: MS Pure Error=.0020182 DV: Atitude Compra				
	SS	df	MS	F	p
Curvatr.	0.003301	1	0.003301	1.635484	0.290901
(1)X1	0.007656	1	0.007656	3.793548	0.146603
(2)X2	0.018906	1	0.018906	9.367742	0.054964
1 by 2	0.015625	1	0.015625	7.741935	0.068851
Pure Error	0.006055	3	0.002018		
Total SS	0.051543	7			

SS: soma quadrática; df: graus de liberdade; MS:Média dos quadrados.

Tabela 26- Coeficiente de regressão linear para parâmetro aroma (Valores preditivos).

Factor	Regr.; Coefficients; Var.:Atitude de Compra; R-sqr=.81849: Adj:.68236 2** (2-0) design: MS Residual=.0023389 DV: Atitude de compra					
	Regressn Coeff.	Std. Err.	t(4)	p	-95.% Cnf.Limt	+95.% Cnf.Limt
Mean/Interc.	2.743750	0.132030	20.78129	0.000032	2.377176	3.110324
(1)X1	0.368750	0.119077	3.09673	0.036336	0.038139	0.699361
(2)X2	0.645833	0.180234	3.58331	0.023099	0.145424	1.146243
1 by 2	-0.416667	0.161206	-2.58468	0.061025	-0.864247	0.030913

Pode-se observar que a curvatura não foi significativa ($p=29,09\%$, tabelas 24 e 25), implicando dizer que há evidências que os termos quadráticos não devam existir, pelo menos na região observada. O modelo representado pela equação 5 explica 81,85% (tabela 26) da variância e a falta de ajuste foi não significativa ($p= 49,97\%$) indicando que o modelo representado pela equação 5 pode ser utilizado para fins preditivos. O asterisco indica os coeficientes significativos ($p \leq 0,05$).

$$Y_5 = 2,7438^* + 0,3688^* X_1 + 0,6458^* X_2 - 0,4167 X_1X_2. \text{ (eq.5)}$$

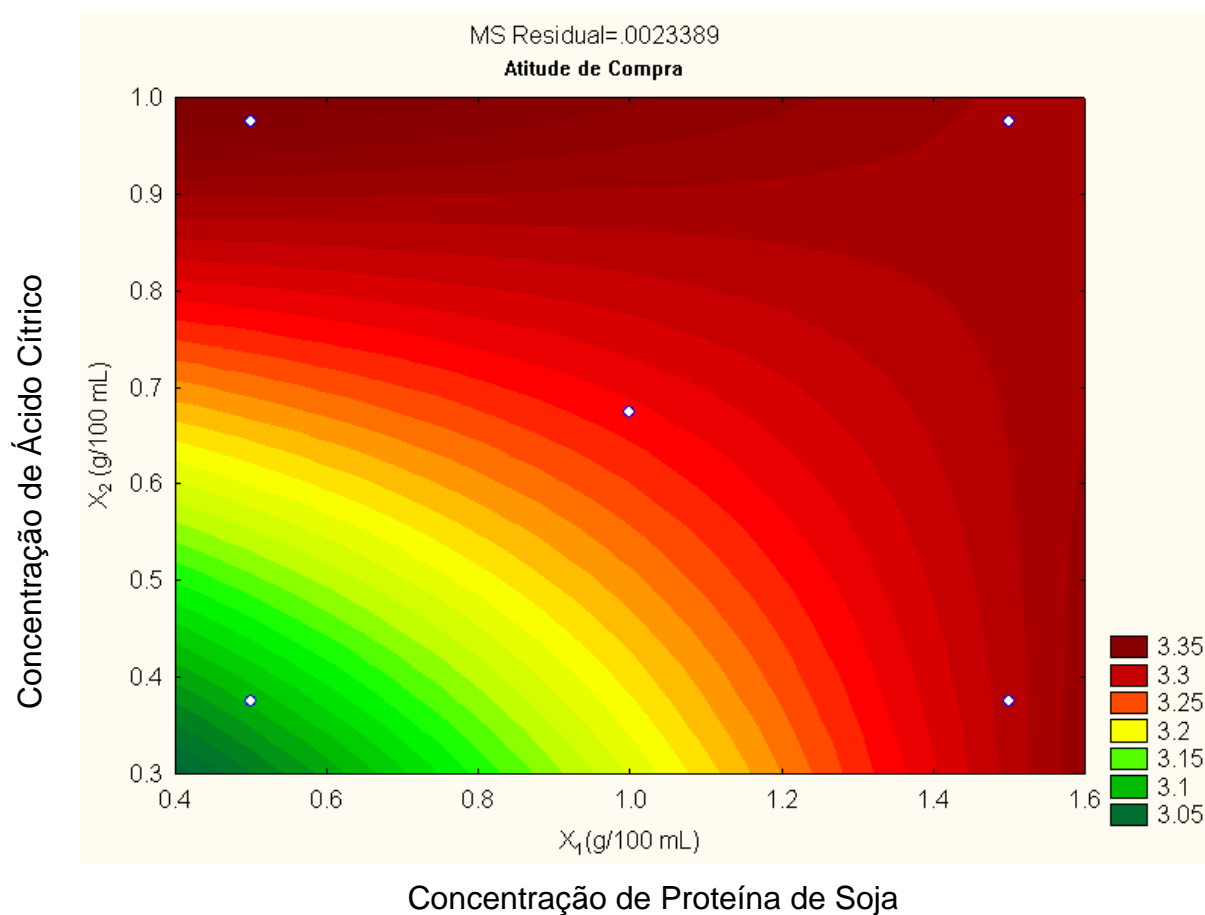


Figura 11. Contornos da superfície de resposta para a variável dependente atitude de compra.

5.2- Otimização conjunta através do método do gradiente

1) Aparência

$$Y_1 = 7,1109^* - 0,6375^* X_1 + 0,2708 X_2 + 0,4500^* X_1^2 - 0,1667 X_1 X_2.$$

2) Aroma

$$Y_2 = 5,6141^* + 0,4969 X_1 + 1,0833^* X_2 - 0,9583^* X_1 X_2.$$

3) Sabor

$$Y_3 = 5,6625^* + 0,5656 X_1 + 0,7708 X_2 - 0,7083 X_1 X_2.$$

4) Impressão Global

$$Y_4 = 5,8430^* + 0,4359^* X_1 + 0,6979^* X_2 - 0,5625^* X_1 X_2.$$

5) Atitude de compra

$$Y_5 = 2,7438^* + 0,3688^* X_1 + 0,6458^* X_2 - 0,4167 X_1 X_2.$$

5.3 - Otimização conjunta

O ótimo encontrado pelo método do gradiente para as 5 respostas estudadas apresentou:

$X_1 = 0,5$ g de proteína de soja/100 mL

$X_2 = 0,975$ g de ácido cítrico/ 100 mL.

Os valores observados para este experimento são aqueles do experimento de número 2. Eles mostram que o ótimo de cada uma das 5 respostas é encontrado quando temos baixa concentração de proteína de soja ($X_1 = 0,5$) e alta concentração de ácido cítrico ($X_2 = 0,975$).

Os valores estimados pelas equações não diferem significativamente dos valores observados.

Resposta	Valor Estimado	Valor Observado
Aparência	7,0875	7,0875
Aroma	6,4516	6,4250
Sabor	6,3515	6,4000
Impressão global	6,4672	6,4750
Atitude de compra	3,3547	3,3750

6. CONCLUSÕES

A busca pela melhora da aceitação, tem sido objeto de atenção das indústrias alimentícias, sobretudo no segmento de produtos prontos para o consumo.

Novas tecnologias, associando os benefícios nutracêuticos da soja e seus derivados, com elementos que possam lhes conferir melhores características sensoriais, têm sido desenvolvidas, assim sendo, a combinação de suco concentrado de graviola e “leite” de soja, proposta por este trabalho, visa contribuir para a disseminação desta saudável, econômica e nutricionalmente correta, consumação da soja e seus derivados, em especial, o seu “leite”.

Os experimentos conduzidos permitiram concluir que:

1) Na execução do delineamento estatístico, devido a não significância da curvatura, as respostas apresentaram baixíssimo R^2 ajustado, do que decorreu que, permanecendo o delineamento estrela, os coeficientes não significativos, deixaram as equações não preditivas. Esta ocorrência fez necessário suprimir a parte axial do delineamento.

2) A formulação ótima obtida (experimento 2), tal como esperado, corresponde a bebida com maior teor de ácido cítrico (proveniente da graviola) e menor teor de proteína de soja (proveniente do extrato hidrossolúvel de soja). Os dados obtidos pelo método do gradiente para as 5 respostas estudadas apresentaram:

$$X_1 = 0,5\text{g de proteína de soja}/100 \text{ mL}$$

$$X_2 = 0,975\text{g de ácido cítrico}/ 100 \text{ mL.}$$

3) A análise sensorial permitiu observar que a contribuição da adição do suco de fruta ao “leite” de soja foi significativa na melhor aceitação da bebida, fato evidenciado pelas melhores respostas às amostras que continham maiores teores de ácido cítrico (proveniente do suco concentrado de graviola).

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, D. O.; HARBERTSON, J. F. Use of alkaline phosphatase for the analysis of tannins in grapes and red wines. **Am. J. Enol. Vitic.**, v. 50, p.247-252, 1999. apud LESSCHAEVE, I.; NOBLE, A. C. Polyphenols: factors influencing their sensory properties and their effects on food and beverage preferences. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 81, p. 330S-335S, 2005.

ALVES, R. E.; FIGUEIRAS, H.A. C.; MOSCA, J. L. Colheita e pós-colheita de anonáceas. In: SÃO JOSÉ, A. R. et al. (ed.) Anonáceas. **Produção e Mercado (pinha, graviola, atemóia e cherimóia)**. Vitória da conquista: DFZ/ UESB,1997, p.240-256 apud SACRAMENTO, G. K.; FARIA, J. C.; CRUZ, F. L.; BARRETTO, W. S.; GASPAR, J. W.; LEITE, J. B. V. Caracterização física e química de frutos de três tipos de gravioleira (*Annona muricata* L.). *Rev. Bras. Frutic.*, v. 25, n. 2, p. 329-331, 2003.

ARAÚJO, J. M. A.; CARLOS, J. C. S.; SEDY AMA, C. S. Isoflavonas em Grãos de Soja: Importância da Atividade de β -Glicosidase na Formação do Sabor Amargo e Adstringente. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.17, n. 2,p. 137 - 141, 1997.

ARAÚJO, J. M. A; SANTOS, C. J.; MOREIRA, M. A. Teores de Isoflavonas em Cultivares de Soja. **Arq. Biol. Tecnol.**, v. 38, n. 3, p. 725 - 730, 1995.

ASHMEAD, H. D. **Nutrição & Aminoácidos quelatos**. 1.ed. Rio de Janeiro: Attar, 1996. apud CASÉ, F.; DELIZA, R.; ROSENTHAL, A.; MANTOVANI, D.; FELBERG, I. Produção de 'leite' de soja enriquecido com cálcio. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 25, n. 1, p. 86-91, 2005.

BEHRENS, J. H.; DA SILVA, M. A. A. P. Atitude do consumidor em relação à soja e produtos derivados. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 24. n. 3, p. 431-439, 2004.

BONETTI, L. P. Distribuição da soja no mundo. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. cap.1, Item 1, p.1-6.

BOX, G.E.P.; DRAPER, N. R. **Empirical Model Building and response surfaces**. New York: John Wiley & Sons, 1987, 669p.

BRASIL. Portaria SVS/MS nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (Declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes). Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 16 de janeiro de 1998. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>.

BRASIL. Portaria SVS/MS nº 31, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento Técnico referente a alimentos adicionados de nutrientes essenciais. Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 16 de janeiro de 1998. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>.

BRASIL. Resolução – RDC ANVISA/MS nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 26 de dezembro de 2003. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>.

CARNEIRO, R.L.; SILVA, R. S. S. F.; BORSATO, D.; BONA, E. Métodos de gradiente para otimização simultânea: estudo de casos de sistemas alimentares. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina v.26, n.3, p.351-360, 2005.

CASÉ, F.; DELIZA, R.; ROSENTHAL, A.; MANTOVANI, D.; FELBERG, I. Produção de 'leite' de soja enriquecido com cálcio. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 25, n. 1, p. 86-91, 2005.

CASTRO, F. A.; MAIA, G.A.; HOLANDA, L. F. F.; GUEDES, Z. B. L.; FÉ, J. A. M. Características físicas e químicas da graviola. **Pesq. Agropecu. Bras.**, v. 19, n. 3, p.361-365, 1984 apud SACRAMENTO, G. K.; FARIA, J. C.; CRUZ, F. L.; BARRETTO, W. S.; GASPAR, J. W.; LEITE, J. B. V. Caracterização física e química de frutos de três tipos de gravioleira (*Annona muricata* L.). *Rev. Bras. Frutic.*, v. 25, n. 2, p. 329-331, 2003.

CONAB. **A soja em números (Safrá 2004/2005)**, 2005. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA: EMBRAPA SOJA. Disponível em: < http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=294&cod_pai=17>. Acesso em: 10 jul. 2006.

COURREGELONGUE, S.; SCHLICH, P.; NOBLE, A. C. Using repeated ingestion to determine the effect of sweetness, viscosity and oiliness on temporal perception of soymilk astringency. **Food Qual. Prefer.**, n. 10, p. 273-279, 1999.

CUNNIFF, P. (Ed.) **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. v.1-2, 16th. ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists International, 1995.

DERRINGER, G.; SUICH, R. Simultaneous optimization of several response variables. **J. Qual. Technol.**, 1980, 12, p. 214-219.

DUTRA DE OLIVEIRA, J. E. Uso da soja como feijão. In: MIVASAKA, S., MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. p. 847 - 849.

DUTRA DE OLIVEIRA, J. E.; SANTOS, A. C.; WILSON, E. D. **Nutrição básica**. São Paulo: Sarvier, 1982. 286p.

EDGAR, T.F.; HIMMELBLAU, D. M. **Optimization of Chemical Process**. McGraw Hill International Editions, 1989.

FDA. **Soy Health Claim, Nutrition Information, Soyfood Descriptions, Soy Recipes and Soy Resources**. Soyfoods Guide: Helpful tips and information for using soyfoods. Disponível em: <http://www.soyfoods.com/SFG2002.pdf>. Acesso em 15/10/2002.

GOMES, J. C.; MOREIRA, M. A. Soja sem sabor. **Alim. Tecnol.** , n. 9, p. 47-48, 1986.

JACKSON, C. –J. C.; DINI, J. P.; LAVANDIER, C.; RUPASINGHE, H. P. V.; FAULKNER, H.; POYSA, V.; BUZZELL, D.; DEGRANDIS, S. Effects of processing on the content and composition of isoflavones during manufacturing of soy beverage and tofu. **Process Biochem.**, v. 37, p. 1117-1123, 2002.

KAGAWA, A. (ed.) **Standard table of food composition in Japan**. Tokyo: University of Nutrition for women, 1995. p. 104-105. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA: EMBRAPA SOJA. Soja na Alimentação.

KESHUN, L. **Soybeans: Chemistry, Technology and utilization**. Maryland: Aspen Publishers, 1999, 532p.

LESSCHAEVE, I.; NOBLE, A. C. Polyphenols: factors influencing their sensory properties and their effects on food and beverage preferences. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 81, p. 330S-335S, 2005.

MARINHO, J. R. N. **Diagnóstico do agronegócio graviola ao sul da Bahia**, 1999. 53f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia)- Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1999. apud SACRAMENTO, G. K.; FARIA, J. C.; CRUZ, F. L.; BARRETTO, W. S.; GASPAR, J. W.; LEITE, J. B. V. Caracterização física e química de frutos de três tipos de gravioleira (*Annona muricata* L.). *Rev. Bras. Frutic.*, v. 25, n. 2, p. 329-331, 2003.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, G. **Sensory Evaluation Techniques**. 3. ed. London: CRC, 1999. 281p.

MESONES, W. G. P. **Soja**. p.13-15. In: SECRETARIA DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS). Informativo conjuntural, n. 7, 2005.

MESSINA, M. Modern applications for an ancient bean: soybeans and the prevention and treatment of chronic disease. **J. Nutr.**, v.125, n.3, 567S-569S, 1995.

MIYASAKA, S; MEDINA, J.C. **A Soja No Brasil**. 1. ed. Campinas/SP: ITAL, 1981.1062p.

MONTEGOMERY, D. C. **Design and Analysis of Experiments**, John Wiley & Sons, 2005, 642p.

MORAIS, A. A; SILVA, A. L. **Soja: suas aplicações** Rio de Janeiro: Medsi, 1996. 259p.

MORETTI, R. H., HINOJOSA R.G. Produção de “leite” de soja em escala semi-industrial. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. cap.15, Item 2.3, p.979-986.

PEÑALVO, J. L.; CASTILHO, M. C., SILVEIRA, M. I. N.; MATAALLANA, M. C.; TORIJA, M. E. Fatty acid profile of traditional soymilk. **Eur. Food Res. Technol.**, v. 219, p. 251-253, 2004.

PINTO, A. C. Q.; SILVA, E. M. **Graviola para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 41p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 7). apud SACRAMENTO, G. K.; FARIA, J. C.; CRUZ, F. L.; BARRETTO, W. S.; GASPAR, J. W.; LEITE, J. B. V. Caracterização física e química de frutos de três tipos de gravioleira (*Annona muricata* L.). *Rev. Bras. Frutic.*, v. 25, n. 2, p. 329-331, 2003.

REILLY, J. K.; LANOU, A. J.; BARNARD, N. D.; SEIDL, K.; GREEN, A. A. Acceptability of soymilk as a calcium-rich beverage in elementary school children. **J. Am. Diet. Assoc.**, v. 106, n. 4, p. 590-593, 2006.

ROSENTHAL, A.; DELIZA, R.; CABRAL, L. M. C., CABRAL, L. C.; FARIAS, C. A. A.; DOMINGUES, A. M. Effect of enzymatic treatment and filtration on sensory characteristics and physical stability of soymilk. **Food Control**, v. 14, p. 187-192, 2003.

SACRAMENTO, G. K.; FARIA, J. C.; CRUZ, F. L.; BARRETTO, W. S.; GASPAR, J. W.; LEITE, J. B. V. Caracterização física e química de frutos de três tipos de gravioleira (*Annona muricata* L.). **Rev. Bras. Frutic.**, v. 25, n. 2, p. 329-331, 2003.

SÃO PAULO. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos químicos e físicos para Análise de Alimentos. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985.

SILVA, S. E. L. da; SOUZA, A. das C. de. **Avaliação preliminar de cinco tipos de graviola (*Annona muricata* L.) nas condições de Manaus-AM**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999, 10p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Boletim de Pesquisa, 2). apud SACRAMENTO, G. K.; FARIA, J. C.; CRUZ, F. L.; BARRETTO, W. S.; GASPAR, J. W.; LEITE, J. B. V. Caracterização física e química de frutos de três tipos de gravioleira (*Annona muricata* L.). **Rev. Bras. Frutic.**,v. 25, n. 2, p. 329-331, 2003.

SGARBIERI, V. C. **Alimentação e Nutrição**: Fator de Saúde e Desenvolvimento. São Paulo: Almed, 1997. 387p.

SGARBIERI V. C. **Proteínas em alimentos protéicos**. São Paulo: Varela, 1996. 517 p.

SMITH, A. K.; CIRCLE, S. J. Historical background. In: MORAIS, A. A.; SILVA, A. L. **Soja**: suas aplicações. Rio de Janeiro: Medsi, 1996. 259p.

SOARES, L. M. V.; SHISHIDO, K.; MORAES, A. M. M.; MOREIRA, V. A. Composição mineral de sucos concentrados de frutas brasileiras. **Ciênc. Technol. Aliment.**, v. 24, n. 2., p. 202-206, 2004.

STATISTICA (data analysis software system), version 7.1, StatSoft Inc., 2005.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. Orlando (EUA): Academic, 1985. 311p.

VALIM, M. F.; ROSSI, E. A.; SILVA, R. S. F.; BORSATO, D. Sensory Acceptance of a functional beverage based on orange juice and soymilk. **Braz. J. Food. Technol.**, v. 6, n. 2, p. 153-156, 2003.

ANEXO

Análise Sensorial – Teste de Aceitação

Nome: _____ Ano: () _____ Data: _____

Amostra: **XXX**

Prove a amostra e indique sua opinião em relação à aparência, aroma, sabor e impressão global, de acordo com a escala abaixo:

- 9-gostei muitíssimo
- 8-gostei muito
- 7-gostei moderadamente
- 6-gostei ligeiramente
- 5-nem gostei / nem desgostei
- 4-desgostei ligeiramente
- 3-desgostei moderadamente
- 2-desgostei muito
- 1-desgostei muitíssimo

Aparência: _____

Aroma: _____

Sabor: _____

Impressão Global: _____

Assinale, para esta amostra, qual seria sua atitude quanto à compra do produto:

- () eu certamente não compraria este produto
- () eu provavelmente não compraria este produto
- () tenho dúvidas se compraria ou não este produto
- () eu provavelmente compraria este produto
- () eu certamente compraria este produto

Justificativa:
