

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA EM ALIMENTOS
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

HELOÍSA GABRIEL FALCÃO

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE HAMBÚRGUERES
DE CARNE BOVINA COM ADIÇÃO DE FARINHA DE OKARA**

DISSERTAÇÃO

Londrina
2013

HELOISA GABRIEL FALCÃO

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE HAMBÚRGUERES
DE CARNE BOVINA COM ADIÇÃO DE FARINHA DE OKARA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos, do programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de concentração: Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^a Dr^a Margarida Masami Yamaguchi
Co-orientadora: Prof^a Dr^a Neusa Fátima Seibel

DISSERTAÇÃO

LONDRINA
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

F178d Falcão, Heloisa Gabriel
Desenvolvimento e caracterização de hambúrgueres de carne bovina com adição de farinha de okara / Heloisa Gabriel Falcão - Londrina: [s.n.], 2013.
XI, 87 f. ; il. ; 30 cm

Orientador: Profª Drª Margarida Masami Yamaguchi
Co-orientador: Profª Drª Neusa Fátima Seibel
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Londrina, 2013.
Bibliografia: f. 73-83

1. Determinação química. 2. Caracterização tecnológica. 3. Proteína texturizada de soja. I. Yamaguchi, Margarida Massami, orient. II. Seibel, Neusa Fátima, co-orient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. IV. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. V. Título.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Diretoria de Pós-graduação do Câmpus Londrina
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de
Alimentos Nível Mestrado Profissional



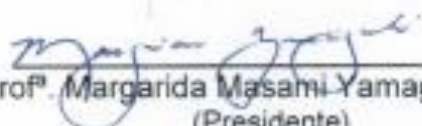
FOLHA DE APROVAÇÃO
Título da Dissertação Nº 04/2013

**“DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE
HAMBÚRGUERES DE CARNE BOVINA COM ADIÇÃO DE
FARINHA DE OKARA”**


por

Heloisa Gabriel Falcão


Esta dissertação foi apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PPGTAL – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Londrina, às 14h00 do dia 03 de julho de 2013. O trabalho foi aprovado pela Banca Examinadora, composta por:


Prof.^a Margarida Masami Yamaguchi, Dra.
(Presidente)


Prof.^a Cristiane Canan, Dra


Prof.^a Marta de Toledo Benassi, Dra.

Visto da coordenação:


Prof. Marly Sayuri Katsuda, Dra.
(Coordenadora do PPGTAL)

À minha família.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me conduzir em todos os momentos da minha vida, principalmente na execução deste trabalho, pois um grande sonho foi realizado.

À minha orientadora Prof. Dra. Margarida Masami Yamaguchi, pela paciência e dedicação, por todo o conhecimento repassado e também pela grande amizade construída.

À minha co-orientadora Prof. Dra Neusa Fátima Seibel, pelo pronto auxílio e por contribuir para o meu crescimento profissional. Agradeço também a todos os professores do mestrado: pois parte do meu conhecimento sempre deverei a vocês.

Àos colegas de mestrado pela troca de experiências e conhecimentos e pelo companheirismo.

Às colegas de laboratório Sarah e Jéssica, pelo companheirismo e amizade concedidas, pois vocês fizeram parte da realização deste sonho.

Em especial, à minha amiga de mestrado Talita, pela grande amizade e pelo o apoio em toda a execução do mesmo.

Ao meu marido Márcio pelo todo o apoio psicológico, amor, compreensão e carinho.

À minha família, em especial meu pai e minha mãe, que sempre me apoiaram nos estudos.

À todos que contribuíram direta ou indiretamente para a execução desta pesquisa.

RESUMO

FALCÃO, Heloísa G. Desenvolvimento e caracterização de hambúrgueres de carne bovina com adição de farinha de okara. 2013. 87f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013.

O trabalho foi conduzido com o objetivo principal de desenvolver hambúrgueres de carne bovina com adição de farinha de okara e verificar a interação deste ingrediente com outros, como proteína texturizada de soja (PTS) e toucinho. A farinha de okara obtida apresentou a seguinte composição em base seca: 55,50% de proteínas, 21% de lipídios, 3,97% de cinzas e 19,01% de carboidratos. No desenvolvimento do trabalho foi utilizado o planejamento para misturas simplex centróide, no qual as concentrações de PTS, farinha de okara e toucinho, variaram entre 0 e 8% entre 7 formulações. As amostras de hambúrgueres desenvolvidas foram submetidas à análises funcionais tecnológicas (rendimento, encolhimento, retenção de umidade, retenção de gordura, índice de absorção de água e índice de absorção de óleo), de composição química (umidade, lipídios, proteínas e cinzas) e também ao teste de aceitação e intenção de compra por meio da análise sensorial. Para as propriedades funcionais tecnológicas, a proteína texturizada de soja, a farinha de okara e o toucinho influenciaram significativamente ($p < 0,05$) o encolhimento, rendimento e o índice de absorção de água do produto estudado. Menores valores de encolhimento e maiores valores de rendimento foram obtidos com a utilização de proteína texturizada de soja. O índice de absorção de água teve a mesma influência tanto da proteína texturizada de soja quanto do okara. Para a retenção de umidade e gordura, somente proteína texturizada de soja teve efeito significativo para melhora destas variáveis. Em relação à composição química, todas as variáveis dependentes (umidade, lipídios, proteínas e cinzas) foram influenciadas significativamente ($p < 0,05$) pelos componentes PTS, okara e toucinho, com exceção do teor de proteínas que teve influência significativa somente da PTS. A umidade e o teor de lipídios, foram mais influenciados pelo toucinho, porém para o teor de cinzas a maior influência na equação obtida neste estudo foi para o okara. Referente às características sensoriais das formulações desenvolvidas, todos os atributos estudados sofreram influência significativa dos componentes PTS, okara e toucinho. Porém neste caso, o okara foi o componente que teve maior influência em todos os parâmetros, exceto para intenção de compra, que teve maior influência na equação pelo componente toucinho.

Palavras chave: Avaliação física. Determinação química. Caracterização tecnológica. Proteína texturizada de soja. Teste de aceitação.

ABSTRACT

FALCÃO, Heloísa G. Development and characterization of beef burgers with added of okara flour. 2013. 87f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013.

The study was conducted with the main objective to develop beef burgers with added okara flour and verify the interaction of this ingredient with others, such as textured soy protein (TSP) and fat. The okara flour showed the following composition on a dry basis: 55.50% protein, 21% fat, 3.97% ash and 19.01% carbohydrates. Work development planning was used for simplex centroid mixtures in which the concentrations of TSP, okara flour and fat, ranged between 0 and 8% from 7 formulations. The samples were subjected to burgers developed technological functional analysis (yield, shrinkage, moisture retention, fat retention, absorption water index and absorption oil index), chemical composition (moisture, fat, protein and ash) and also the test of acceptance and purchase intent by sensory analysis. For technological functional properties, the textured soy protein, okara flour and fat influenced significantly ($p < 0.05$) shrinkage, yield and water absorption index. Lower shrinkage values and higher yield values were obtained with the use of soy protein. The absorption water index had the same influences for both protein, as the textured soy protein and okara flour. For moisture retention and fat, only textured soy protein had a significant effect on these variables improves. Regarding chemical composition, all dependent variables (moisture, fat, protein and ash) were influenced significantly ($p < 0.05$) by TSP, okara and fat, with the exception of protein content that had significant influence only the TSP. The moisture and lipid content, were more influenced by the fat, but for the ash content the greatest influence in the equation obtained in this study was to okara. Referring to the sensory characteristics of the developed formulations, all attributes studied underwent significant influence of TSP components, okara and fat. But in this case, the okara was the component that had the greatest influence on all parameters, except for purchase intent, that had the greatest influence in the equation by the component fat.

Key Words: Physical assessment. Determination chemistry. Technological characterization. Textured Soy Protein. Acceptance test.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA (A) E FARINHA DE OKARA (B).	25
FIGURA 2 – FLUXOGRAMA DE PRODUÇÃO DA FARINHA DE OKARA.	27
FIGURA 3 - PATINHO BOVINO (A); PATINHO BOVINO MOÍDO (B); TOUCINHO MOÍDO (C).	28
FIGURA 4 – FLUXOGRAMA DE PRODUÇÃO DOS HAMBÚRGUERES.	29
FIGURA 5 – ETAPAS DO PROCESSAMENTO E ARMAZENAMENTO DOS HAMBÚRGUERES.	30
FIGURA 6 - DISPOSIÇÃO DA AMOSTRA NO TESTE DE ACEITAÇÃO E INTENÇÃO DE COMPRA.	35
FIGURA 7 – PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL DO TIPO CENTRÓIDE-SIMPLEX.	37
FIGURA 8– SUPERFÍCIE DE RESPOSTA PARA OS COMPONENTES: X1 (PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA), X2 (OKARA) E X3 (TOUCINHO), MOSTRANDO O EFEITO DAS MISTURAS NA VARIÁVEL DEPENDENTE Y1 = UMIDADE, COM PREDOMINÂNCIA NA MATRIZ X3.	43
FIGURA 9– SUPERFÍCIE DE RESPOSTA PARA OS COMPONENTES: X1 (PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA), X2 (OKARA) E X3 (TOUCINHO), MOSTRANDO O EFEITO DAS MISTURAS NA VARIÁVEL DEPENDENTE Y2 = PROTEÍNAS, COM PREDOMINÂNCIA NA MATRIZ X1.	44
FIGURA 10– SUPERFÍCIE DE RESPOSTA PARA OS COMPONENTES: X1 (PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA), X2 (OKARA) E X3 (TOUCINHO), MOSTRANDO O EFEITO DAS MISTURAS NA VARIÁVEL DEPENDENTE Y3 = LIPÍDIOS, COM PREDOMINÂNCIA NA MATRIZ X3.	45
FIGURA 11– SUPERFÍCIE DE RESPOSTA PARA OS COMPONENTES: X1 (PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA), X2 (OKARA) E X3 (TOUCINHO), MOSTRANDO O EFEITO DAS MISTURAS NA VARIÁVEL DEPENDENTE Y4 = CINZAS, COM PREDOMINÂNCIA NA MATRIZ X2.	46
FIGURA 12 – SUPERFÍCIE DE RESPOSTA PARA OS COMPONENTES: X1 (PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA), X2 (OKARA) E X3 (TOUCINHO), MOSTRANDO O EFEITO DAS MISTURAS NA VARIÁVEL DEPENDENTE Y5 = ENCOLHIMENTO (%), APRESENTANDO-SE PREDOMINANTE NA MATRIZ X3.	49
FIGURA 13 – SUPERFÍCIE DE RESPOSTA PARA OS COMPONENTES: X1 (PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA), X2 (OKARA) E X3 (TOUCINHO), MOSTRANDO O EFEITO DAS MISTURAS NA VARIÁVEL DEPENDENTE Y6 = RENDIMENTO (%), APRESENTANDO-SE PREDOMINANTE NA MATRIZ X1.	52
FIGURA 14 – SUPERFÍCIE DE RESPOSTA PARA OS COMPONENTES: X1 (PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA), X2 (OKARA) E X3 (TOUCINHO), MOSTRANDO O EFEITO DAS MISTURAS NA VARIÁVEL DEPENDENTE Y7 = RETENÇÃO DE UMIDADE (%), APRESENTANDO-SE PREDOMINANTE NA MATRIZ X1.	53
FIGURA 15– SUPERFÍCIE DE RESPOSTA PARA OS COMPONENTES: X1 (PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA), X2 (OKARA) E X3 (TOUCINHO), MOSTRANDO O EFEITO DAS MISTURAS NA VARIÁVEL DEPENDENTE Y8 = RETENÇÃO DE GORDURA (%), COM PREDOMINÂNCIA NA MISTURA BINÁRIA X1 E X2.	56

FIGURA 16– SUPERFÍCIE DE RESPOSTA PARA OS COMPONENTES: X1 (PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA), X2 (OKARA) E X3 (TOUCINHO), MOSTRANDO O EFEITO DAS MISTURAS NA VARIÁVEL DEPENDENTE Y9 = ÍNDICE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA, COM PREDOMINÂNCIA NA MATRIZ X1 E X2.	57
FIGURA 17– SUPERFÍCIE DE RESPOSTA PARA OS COMPONENTES: X1 (PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA), X2 (OKARA) E X3 (TOUCINHO), MOSTRANDO O EFEITO DAS MISTURAS NA VARIÁVEL DEPENDENTE Y10 = ÍNDICE DE ABSORÇÃO DE ÓLEO, COM PREDOMINÂNCIA NA MISTURA BINÁRIA X2 E X3.	59
FIGURA 18– IDADE DOS JULGADORES PARTICIPANTES DA PESQUISA.	60
FIGURA 19 – FREQUÊNCIA DE CONSUMO DE HAMBÚRGUERES DOS JULGADORES PARTICIPANTES DA PESQUISA.	60
FIGURA 20 – SUPERFÍCIE DE RESPOSTA PARA OS COMPONENTES: X1 (PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA), X2 (OKARA) E X3 (TOUCINHO), MOSTRANDO O EFEITO DAS MISTURAS NA VARIÁVEL DEPENDENTE Y11 = COR, COM PREDOMINÂNCIA NA MATRIZ X2.	63
FIGURA 21 – SUPERFÍCIE DE RESPOSTA PARA OS COMPONENTES: X1 (PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA), X2 (OKARA) E X3 (TOUCINHO), MOSTRANDO O EFEITO DAS MISTURAS NA VARIÁVEL DEPENDENTE Y12 = SABOR, COM PREDOMINÂNCIA NA MATRIZ X2.	64
FIGURA 22 – SUPERFÍCIE DE RESPOSTA PARA OS COMPONENTES: X1 (PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA), X2 (OKARA) E X3 (TOUCINHO), MOSTRANDO O EFEITO DAS MISTURAS NA VARIÁVEL DEPENDENTE Y13 = TEXTURA, COM PREDOMINÂNCIA NA MATRIZ X2.	66
FIGURA 23 – SUPERFÍCIE DE RESPOSTA PARA OS COMPONENTES: X1 (PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA), X2 (OKARA) E X3 (TOUCINHO), MOSTRANDO O EFEITO DAS MISTURAS NA VARIÁVEL DEPENDENTE Y14 = APARÊNCIA, COM PREDOMINÂNCIA NA MATRIZ X2.	67
FIGURA 24– SUPERFÍCIE DE RESPOSTA PARA OS COMPONENTES: X1 (PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA), X2 (OKARA) E X3 (TOUCINHO), MOSTRANDO O EFEITO DAS MISTURAS NA VARIÁVEL DEPENDENTE Y15 = ACEITAÇÃO GLOBAL, COM PREDOMINÂNCIA NA MATRIZ X2.	68
FIGURA 25 – SUPERFÍCIE DE RESPOSTA PARA OS COMPONENTES: X1 (PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA), X2 (OKARA) E X3 (TOUCINHO), MOSTRANDO O EFEITO DAS MISTURAS NA VARIÁVEL DEPENDENTE Y16 = INTENÇÃO DE COMPRA, COM PREDOMINÂNCIA NA MATRIZ X3.	70

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – FORMULAÇÕES E SEUS RESPECTIVOS INGREDIENTES (G/100G)	31
TABELA 2 - DELINEAMENTO EXPERIMENTAL DE MISTURAS DO TIPO SIMPLEX-CENTRÓIDE PARA ESTUDO DAS PROPRIEDADES DE PTS, FARINHA DE OKARA E TOUCINHO EM SETE ENSAIOS.....	36
TABELA 3 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA FARINHA DE OKARA EM PESO SECO (%).....	39
TABELA 4 – PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL SIMPLEX-CENTRÓIDE E SUAS RESPECTIVAS RESPOSTAS PARA UMIDADE, LIPÍDIOS, PROTEÍNAS E CINZAS PARA AS AMOSTRAS CRUAS.	41
TABELA 5 – COEFICIENTES DE REGRESSÃO E ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS MODELOS MATEMÁTICOS PARA AS VARIÁVEIS RESPOSTA VOLUME DE INTUMESCIMENTO, ÍNDICE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA E ÍNDICE DE ABSORÇÃO DE ÓLEO PARA AS AMOSTRAS CRUAS.	42
TABELA 6 – PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL SIMPLEX-CENTRÓIDE E RESPECTIVAS RESPOSTAS PARA ENCOLHIMENTO, RENDIMENTO, RETENÇÃO DE UMIDADE, RETENÇÃO DE GORDURA, ÍNDICE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA E ÍNDICE DE ABSORÇÃO DE ÓLEO.....	47
TABELA 7 – COEFICIENTES DE REGRESSÃO E ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS MODELOS MATEMÁTICOS PARA AS VARIÁVEIS RESPOSTA PARA ENCOLHIMENTO, RENDIMENTO, RETENÇÃO DE UMIDADE E RETENÇÃO DE GORDURA.	48
TABELA 8 - MÉDIAS DAS NOTAS (N=51) OBTIDAS PARA AS DIFERENTES FORMULAÇÕES DE HAMBÚRGUERES DE CARNE BOVINA A PARTIR DO TESTE DE ACEITAÇÃO E INTENÇÃO DE COMPRA.....	61
TABELA 9 – COEFICIENTES DE REGRESSÃO E ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS MODELOS MATEMÁTICOS PARA AS VARIÁVEIS RESPOSTA COR, SABOR, TEXTURA, APARÊNCIA, ACEITAÇÃO GLOBAL E INTENÇÃO DE COMPRA.....	62

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 SOJA	15
3.1.1 Composição Química da Soja	16
3.1.2 Consumo de soja	16
3.1.3 Derivados da soja	17
3.2 PRODUTOS CÁRNEOS.....	21
3.2.1 Hambúrguer.....	21
3.3 PROPRIEDADES FUNCIONAIS DAS PROTEÍNAS	22
3.4 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL DO TIPO CENTRÓIDE SIMPLEX	23
4 MATERIAIS E MÉTODOS	25
4.1 MATERIAL.....	25
4.2 MÉTODOS	26
4.2.1 Obtenção da Farinha de Okara	26
4.2.2 Preparo da carne e toucinho.....	28
4.2.3 Elaboração dos Hambúrgueres	29
4.2.4 Preparo das amostras.....	31
4.2.5 Composição Química.....	32
4.2.6 Propriedades Funcionais Tecnológicas	32
4.2.7 Análise Sensorial	34
4.2.8 Planejamento experimental do tipo Simplex-centróide para formulação de produtos cárneos: Hambúrguer	35
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1 RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA FARINHA DE OKARA	38
5.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA	40
5.3 AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DAS MISTURAS DE PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA, OKARA E TOUCINHO NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS HAMBÚRGUERES ATRAVÉS DO PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL SIMPLEX-CENTRÓIDE	41
5.3.1 Umidade	42
5.3.2 Proteínas	43
5.3.3 Lipídios	44
5.3.4 Cinzas.....	46
5.4 AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DAS MISTURAS DE PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA, OKARA E TOUCINHO NAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS TECNOLÓGICAS DOS HAMBÚRGUERES ATRAVÉS DO PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL SIMPLEX-CENTRÓIDE	47
5.4.1 Encolhimento	48
5.4.2 Rendimento	51
5.4.3 Retenção de umidade.....	53
5.4.4 Retenção de gordura	54
5.4.5 Índice de Absorção de Água (IAA).....	56
5.4.6 Índice de Absorção de Óleo (IAO)	58

5.5 AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DAS MISTURAS DE PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA, OKARA E TOUCINHO NA ACEITAÇÃO DOS HAMBÚRGUERES ATRAVÉS DO PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL SIMPLEX-CENTRÓIDE	59
5.5.1 Perfil dos julgadores	59
5.5.2 Teste de aceitação.....	61
5.5.3 Cor.....	62
5.5.4 Sabor	63
5.5.5 Textura.....	65
5.5.6 Aparência.....	66
5.5.7 Aceitação Global.....	68
5.5.8 Intenção de compra	69
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
REFERÊNCIAS.....	73

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem-se dado muita atenção ao enriquecimento dos alimentos e ao não desperdício dos mesmos. Concomitantemente, o uso da soja e seus derivados tem sido incentivados para serem inseridos na dieta da população (LAROSA et al., 2006). Apesar do Brasil ser o segundo maior produtor desta leguminosa, seu consumo ainda não é generalizado (CARRÃO-PANIZZI, 2001). Porém, este grão está cada vez mais presente na dieta da população e seu consumo tem aumentado graças à evolução tecnológica que proporcionou à soja e seus derivados melhorias no sabor, permitindo dessa maneira, que ela faça parte dos alimentos industrializados disponíveis hoje no mercado (BEHRENS; DA SILVA, 2004).

O extrato de soja é a principal forma de consumo entre os seus derivados (LAROSA et al., 2006) no entanto, seu processamento origina um subproduto denominado pelos orientais como “okara”, que por sua vez possui alta qualidade nutricional (LESCANO; TOBINAGA, 2004) e quantidade proteica. Este subproduto, ainda pouco explorado pela indústria alimentícia, pode ser utilizado para a fabricação de pães (PUZZI, 2000) como do tipo francês (BOWLES; DEMIATE, 2006), pães caseiros (TIRABOSQUI, et al., 2009), pães de forma (CANTUÁRIA et al., 2008; RIBEIRO; MIGUEL, 2010), pães tipo bisnaguinha (MARTINS et al., 2009) e pães de queijo (APLEVICZ; DEMIATE, 2007), farofas, patês (LIVRARI; MAURÍCIO, 2008) macarrões, produtos infantis, misturas para sopas (MENDONÇA, 2006), biscoitos (MENDONÇA, 2006; LAROSA et al., 2006; CUNHA et al., 2007; MADRONA; ALMEIDA, 2008; GRIZOTTO et al., 2010a; LUPATINI et al., 2011), produtos de confeitaria (GRIZOTTO; AGUIRRE, 2011), paçocas (WANG; CABRAL; BORGES, 1999; RIBEIRO, 2006), cereais matinais (SANTOS; BEDANI; ROSSI, 2004), barras alimentícias (CUNHA et al., 2010), hambúrguer a base de okara (SANTOS; MIGUEL; DUARTE, 2009; SANTOS; MIGUEL; LOBATO, 2010) e produtos cárneos (GRIZOTTO; AGUIRRE, 2011) como hambúrguer de frango (BOMDESPACHO et al., 2011), hambúrguer bovino (MENDES et al., 2009; YAMAGUCHI et al., 2011), salsicha de frango (KATO et al., 2012) e salsicha tipo Frankfurt (GRIZOTTO; AGUIRRE, 2011; GRIZOTTO et al., 2012) e também barras de cereais (CAMPAGNOLI; BREDAS; SANJINEZ-ARGANDÓNA, 2011) contribuindo

para o enriquecimento nutricional destes produtos e melhoria no rendimento dos mesmos.

A grande deficiência de proteína de alto valor biológico em países em desenvolvimento e o alto custo da carne naqueles com baixo desenvolvimento, faz com que cresça o grande interesse na possibilidade de fabricação de alimentos ricos em proteínas a partir de fontes vegetais e palatáveis (LAWRIE, 2005). A nutrição básica e a necessidade de uma vida saudável são preocupações que atingem o mundo todo, e qualquer distúrbio por falta de nutrientes, ou falta de sua assimilação, ou excreção, poderá provocar alguma desordem nas funções orgânicas do corpo. Essas desordens e as carências nutricionais são oriundas de diversos fatores como a má distribuição de renda, inadequado processamento dos alimentos, falta de controle de qualidade dos mesmos, hábitos alimentares incorretos ou modismos e credices populares (LAROSA et al., 2006). Além desses fatores, outros diversos vêm afetando a qualidade de vida moderna e a população em geral deve conscientizar-se da importância da ingestão de alimentos que auxiliem na promoção da saúde, com conseqüente melhoria do estado nutricional (MORAES; COLLA, 2006).

Devido à importância deste grão, não só para a melhora do estado nutricional da população, como também devido às suas implicações na prevenção de doenças crônico-degenerativas, juntamente com sua alta disponibilidade no Brasil (CARRÃO-PANIZZI, 2001), torna-se claro a necessidade da inserção desta leguminosa e seus derivados em produtos comumente consumidos pela população no geral. Portanto, diante da carência de estudos sobre a adição do okara em produtos cárneos, principalmente em hambúrgueres e, face às características positivas do mesmo, tanto em relação à saúde, quanto à sua funcionalidade, este trabalho teve como objetivo inserir este subproduto no hambúrguer bovino e avaliar suas características.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver e caracterizar hambúrgueres de carne bovina, utilizando como parte dos ingredientes farinha de okara.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obter e caracterizar físico-quimicamente o subproduto do extrato aquoso de soja, o okara;
- Desenvolver hambúrgueres utilizando diferentes proporções de farinha de okara, proteína texturizada de soja e toucinho.
- Determinar a composição química das formulações desenvolvidas.
- Realizar a avaliação funcional tecnológica das formulações com relação ao seu encolhimento, rendimento, retenção de umidade, retenção de gordura, índice de absorção de água (IAA) e índice de absorção de óleo (IAO).
- Avaliar sensorialmente as formulações obtidas com testes de aceitação e intenção de compra.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 SOJA

A soja constitui a base da nutrição chinesa há milênios e chegou ao Brasil no século XIX, no entanto, a grande produção no país começou a partir da década de 50 (PUZZI, 2000). Mendonça (2006) relata que sua entrada no Brasil foi por volta de 1914 pelo estado do Rio Grande do Sul e, que a indústria brasileira só teve interesse em seu processamento a partir da década de 70. A soja pertence à família das leguminosas e a variedade cultivada, é chamada de *Glycine Max* (L.) Merrill, do gênero *Glycine* (LIU, 1997).

A soja é considerada a principal cultura do setor agrícola brasileiro (TELLES; GUIMARÃES; ROESSING, 2009) e na safra de 2010/2011, o Brasil foi o segundo maior produtor mundial de soja, com produção de 75 milhões de toneladas de grãos, representando cerca de 28% da safra mundial, estimada em 263,7 milhões de toneladas. No país, os estados do Mato Grosso (considerado o maior produtor brasileiro de soja) e do Paraná (segundo maior produtor brasileiro de soja) representaram cerca de 36 milhões de toneladas, equivalente a cerca de 48% da produção nacional. O Brasil ficou atrás somente dos Estados Unidos, que representou quase 35% da produção mundial, totalizando quase 91 milhões de toneladas de soja (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2011a). No ano de 2013 a produção deve atingir 82 milhões de toneladas e será pela primeira vez, o maior produtor de soja do mundo (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013). Estes dados demonstram o grande potencial do Brasil na produção desta leguminosa e a tendência de crescimento neste mercado mundial é evidente, o que potencializa a produção do extrato de soja e por consequência, a produção de okara (LESCANO, 2009), o que destaca a importância de estudos para a viabilização do uso deste subproduto.

3.1.1 Composição Química da Soja

A composição química da soja pode variar de acordo com diversos fatores, como condições climáticas, o tipo de solo, sua localização geográfica, a variedade e as práticas agronômicas que foram empregadas, dentre outros fatores (HORAN, 1974). Em base seca, lipídios e proteínas juntos constituem cerca de 60% dos grãos da soja, sendo o restante composto principalmente, por carboidratos (cerca de 35%) e cinzas (aproximadamente 5%) (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2011b; LIU, 1997). Dentre os carboidratos temos açúcares como glicose, frutose e sacarose, fibras e os oligosacarídeos como rafinose e estaquiose (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2011b). Em base úmida, considerando que os grãos estão armazenados maduros com cerca de 13% de umidade, o conteúdo de proteína, lipídios, carboidratos e cinzas são 35%, 17%, 31% e 4,4% respectivamente (LIU, 1997). A soja possui minerais como cálcio, fósforo, ferro, sódio, potássio, magnésio e cobre, dentre outros compostos (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2011b).

3.1.2 Consumo de soja

Para que haja o consumo da soja, quase sempre é necessário durante seu processamento, a etapa da imersão dos grãos em água aquecida objetivando aumentar a digestibilidade das proteínas, tornando-o sensorialmente aceitável com uma perda mínima de qualidade, além de inativar os inibidores de proteases (embora ainda possa ocorrer atividade residual significativa) e outros fatores antinutricionais. Porém, durante a imersão, vitaminas, aminoácidos, pigmentos, minerais e carboidratos podem ser transferidos para a água (BAYRAM; KAYA; ÖNER, 2004).

A soja, de acordo com Puzzi (2000), possui uma importância reduzida no consumo humano "in natura". Mas, de acordo com Behrens e Da Silva (2004), nos últimos anos, este grão está mais presente na dieta da população e seu consumo tem aumentado graças à evolução tecnológica que proporcionou à soja e seus derivados melhoria no sabor, permitindo, dessa maneira, que ela faça parte dos

alimentos industrializados disponíveis hoje no mercado. Dentre os produtos derivados da soja que antes não tinham boa aceitação e hoje, graças à tecnologia que lhe foi empregado em sua fabricação, tem obtido êxito no mercado, é o extrato aquoso de soja. Este foi adequado sensorialmente para o mercado brasileiro e, em conjunto com sucos de fruta, tem sido bem aceitos pelo mercado, mostrando que os consumidores podem estar mudando sua atitude em relação aos produtos derivados da soja.

A soja tem sido utilizada como alimento pelos asiáticos desde muitos milênios atrás, sendo que aqui no ocidente ela é mais conhecida pelo seu valor em lipídios e proteínas (MORAIS; SILVA, 2000; AMARAL, 2006). O consumo da proteína da soja dentre os norte americanos está em crescimento devido ao aumento da atenção para a saúde e também aos novos trabalhos evidenciando os efeitos positivos da proteína de soja na dieta (PROJECT SOY 20/20, 2005).

A soja vinha sendo utilizada no mundo ocidental para a prevenção e tratamento da desnutrição comunitária e para as crianças com alergia ou intolerância ao leite. No entanto, atualmente, seu reconhecimento pela comunidade científica tem sido pelos fitoquímicos presentes neste grão. A soja é considerada como um alimento funcional, por ser a principal fonte de isoflavonóides (MORAIS; SILVA, 2000).

3.1.3 Derivados da soja

A soja origina diversos produtos e subprodutos e, dentre eles podemos citar os produtos fermentados e não fermentados. Na categoria de produtos tradicionais não fermentados incluem-se extrato hidrossolúvel de soja, kinako, brotos de soja, yuba e tofu. Já os produtos fermentados são koji, shoyu, miso, natto, tempeh, sufu e oncon, sendo este último obtido pela fermentação do okara (REGITANO-D'ARCE, 2006). Pode-se citar também as farinhas e farelos, o óleo de soja, lecitinas, biocombustíveis, dentre outros (BOWLES, 2005).

Apesar de quase todo o óleo ser direcionado para o consumo humano, o farelo de soja, subproduto do óleo extraído, é usado principalmente para a alimentação animal (LIU, 1997; PUZZI, 2000). Somente uma pequena porção é

transformada em proteína de soja incluindo farinhas, isolados, concentrados e proteína texturizada de soja. Estes ingredientes possuem aplicações nutricionais e funcionais em vários tipos de alimentos, como produtos de panificação, lácteos e cárneos, fórmulas infantis, dentre outros (LIU, 1997). A farinha integral, quando aplicada em panificação, eleva o valor nutritivo do pão em quase 80%, se utilizada na base de 10% em substituição da farinha de trigo (PUZZI, 2000). Dentre os diversos produtos originários dos grãos de soja, podemos citar também o okara, ou resíduo de soja, que é obtido a partir da produção do extrato aquoso de soja (BOWLES, 2005) e do tofu (ANDRADE; MOREIRA; PEREIRA, 2010; LI; QIAU; LU, 2012).

3.1.3.1 Okara

Entre os derivados da soja, o extrato aquoso é a sua principal forma de consumo (LAROSA, 2006). No entanto, seu processamento origina uma quantidade considerável de resíduo denominado de okara. No Japão, na década de 90, cerca de 700.000 toneladas de okara foram obtidos a partir do processamento do tofu (OHNO; ANO; SHODA, 1992) assim como, no ano de 2004 na Coreia, 310.000 toneladas de okara também foram produzidos a partir do mesmo produto (YANG, et al., 2009). Já no Canadá, no ano de 2003, o consumo de 40.099.738 litros de bebida de soja, significou uma produção de aproximadamente 10.000 toneladas de okara (PROJECT SOY 20/20, 2005).

Atualmente não se têm os números da produção do extrato hidrossolúvel de soja no mundo, mas é conhecido que grandes quantidades de okara são gerados pela sua produção. De acordo com Grizoto (2006)¹, duas a três toneladas de okara são produzidas a cada tonelada de soja processada (GRIZOTO; AGUIRRE, 2011). Project Soy 20/20 (2005) relata uma produção de 250g de okara para litro de bebida de soja produzida. O aproveitamento de resíduos nas indústrias químicas e de alimentos tem sido considerado de grande importância para evitar a contaminação

¹ GRIZOTTO, R. K. et al. A study of new soybean cultivars for the production of protein extract. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 13. 2006, Campinas. **Resumos...** Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2006. 1 CD ROOM.

do meio ambiente, e evitar perdas através do reaproveitamento dos recursos que seriam descartados (LESCANO, 2009). Devido a este grande volume de resíduo produzido, existe uma certa urgência no desenvolvimento de tecnologias para o uso do okara (GRIZOTTO et al., 2012), uma vez que ele é direcionado à alimentação animal ou descartado (LESCANO; TOBINAGA, 2004).

A maior barreira para o emprego do okara em produtos alimentícios é a sua rápida deterioração (PERUSSELO, 2008), pois ele apresenta-se como um material muito úmido, variando de 75,1% (BOWLES, 2005) a 80% de umidade (PROJECT SOY 20/20, 2005; LESCANO, 2009) e, portanto, o produto deveria ser utilizado logo após a sua obtenção. Porém devido aos grandes volumes gerados, sua utilização imediata em grandes plantas de produção de extrato hidrossolúvel de soja nem sempre é possível. Assim, deve-se processá-lo por meio da secagem, de modo a estender seu tempo de vida de prateleira (PERUSSELO, 2008; LESCANO, 2009). Por ser um material particulado e com alto teor de umidade superficial, uma operação mecânica anterior ao da secagem é recomendada, para reduzir o teor de umidade do produto até cerca de 60%. Desta forma, a operação posterior de secagem é otimizada evitando-se gastos desnecessários com energia. Após a prensagem o okara encontra-se particulado, altamente coesivo e de difícil escoamento, poroso e com alto teor de umidade interna (LESCANO, 2009).

Outra vantagem da operação de secagem é a redução de custos no transporte e armazenamento (LESCANO, 2009). Secadores do tipo *flash dryer*, também podem ser utilizados para a produção da farinha de okara, uma vez que este subproduto tem potencial para ser utilizado como ingrediente alimentar, baseado nos resultados das análises de propriedades tecnológicas funcionais (solubilidade da proteína, capacidade de emulsificação, estabilidade de emulsão e capacidade de retenção de água) (GRIZOTTO et al., 2010b; GRIZOTTO; AGUIRRE, 2011).

De acordo com os materiais disponíveis sobre o assunto, somente uma companhia canadense utiliza o okara em produtos alimentícios pelo congelamento imediatamente após sua produção (PROJECT SOY 20/20, 2005).

De acordo com Bowles (2005) e Bowles e Demiate (2006), a cada 1 kg de soja processados para a obtenção do extrato hidrossolúvel, geram 1,1 kg de okara fresco, que por sua vez, após desidratado, gera aproximadamente 275 g de okara seco (farinha), obtendo-se um rendimento de 25 % em média. Lescano (2009) relata

um rendimento médio, em relação ao okara fresco, de aproximadamente 20 %. A farinha de okara apresenta um grande potencial para uso em alimentos como parte dos ingredientes, visto que seu preço é em média, 15,5 % inferior ao praticado no mercado para a proteína texturizada de soja, por tonelada (GRIZOTTO et al., 2010b). Os componentes oleosos do okara possuem potencial de aplicação não só na indústria alimentícia, como também em cosméticos e na indústria farmacêutica (QUITAIN et al., 2006).

O okara é fonte de carboidratos, minerais, fibras e proteínas de qualidade nutricional adequada, além de apresentar vantagens em relação à soja integral como maior concentração protéica e menor teor energético (WANG; CAVINS, 1989; SILVA et al., 2006). Por possuir baixo valor de mercado (MA et al., 1997) ele pode ser considerado como uma fonte potencial de proteína vegetal para a alimentação humana (CAVALHEIRO et al., 2001; MA et al., 1997). Além destes nutrientes, o okara também possui cerca de 1/3 do total das isoflavonas presentes na soja (JACKSON et al., 2002; BOWLES; DEMIATE, 2006)

O okara torna-se de extrema importância no papel da diminuição do déficit de proteína que a população mundial tem, além da possibilidade da elaboração de novos produtos utilizando-o seco como ingrediente, agregando dessa forma, valor ao produto (LESCANO, 2009).

Outros atributos relacionados ao okara é o fato de que ele não altera o sabor dos produtos, não possui glúten em sua composição e aumenta o valor nutritivo dos produtos em que é adicionado (ALMEIDA UMEDA, 2003²; apud SANTOS; MIGUEL; LOBATO, 2010). Estas características podem ser consideradas importantes para este subproduto uma vez que, não haverá restrições de consumo dos produtos em que o mesmo for adicionado, seja por aceitação sensorial ou até mesmo por questão de saúde, no caso dos celíacos (O'TOOLE, 1999).

² ALMEIDA UMEDA, N. P. B. **Desenvolvimento de barra de soja utilizando "OKARA"**. 2003. 51f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Faculdades Associadas de Uberaba, Uberaba, 2003.

3.2 PRODUTOS CÁRNEOS

A industrialização consiste na transformação da matéria-prima cárnea em produtos cárneos (TERRA, 1998). Estes por sua vez, processados ou preparados, são aqueles no qual as características originais da carne fresca foram alteradas através de tratamentos químicos e/ou físicos. O processamento da carne fresca objetiva elaborar novos produtos e, sua ação sobre enzimas e microrganismos de caráter degradativo, prolonga sua vida de prateleira. O processamento não modifica de forma significativa as características nutricionais, mas atribui características sensoriais como cor, sabor e aroma, próprias de cada processo (PEARSON; TAUBER, 1984³; apud ROMANELLI; CASERI; LOPES FILHO, 2002).

São considerados produtos e derivados cárneos aqueles produtos alimentícios preparados total, ou parcialmente com carnes, miúdos ou gorduras e subprodutos comestíveis originários dos animais de abate, ou outras espécies e, eventualmente adicionados de ingredientes de origem tanto animal, como vegetal, além de condimentos, especiarias e aditivos autorizados. Estes podem ser separados basicamente em 5 grupos principais: produtos cárneos frescos, tratados pelo calor, crus curados, salgados e produtos cárneos crus condimentados (ORDÓÑEZ, 2005).

Nos produtos cárneos processados a integridade da matéria-prima é sempre preservada e as qualidades nutritivas e sensoriais são mantidas ao máximo. Atualmente, com a industrialização da carne, o hambúrguer é uma alternativa para o aproveitamento das carnes menos nobres, o que vem aumentar o lucro dos abatedouros (CAYE et al., 2009), a partir da redução dos custos industriais.

3.2.1 Hambúrguer

O hambúrguer é, atualmente, um dos alimentos produzidos em larga escala no Brasil com crescente consumo (TAVARES; SERAFINI, 2006) por pessoas

³ PEARSON, A.M.;TAUBER, F.W. **Processed meats**, New York, VanNostrand Reinhold Company, 427p. 1984.

de todas as idades (AKESOWAN, 2010), e representa o produto cárneo processado mais popular do mundo, devido à sua praticidade no consumo e baixo preço. Portanto, fatores que afetam sua qualidade possuem relevância (SCHEEDER et al., 2001). De acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) o hambúrguer é definido como "... o produto cárneo industrializado obtido da carne moída dos animais de açougue, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico adequado" (BRASIL, 2000).

Os hambúrgueres possuem como ingredientes obrigatórios somente a carne oriunda de diferentes espécies de animais de açougue e, como ingredientes opcionais os seguintes: gordura animal, gordura vegetal, água, sal, proteínas de origem animal e/ou vegetal, leite em pó, açúcares, maltodextrina, aditivos intencionais, condimentos, aromas, especiarias, vegetais, queijos e outros recheios. A legislação que vigora atualmente para esse tipo de produto, permite a adição de no máximo 4,0 % de proteína não cárnea na forma agregada e um limite máximo de carboidratos totais de 3 %. O produto em questão deve possuir características sensoriais como textura, cor, sabor e odor característicos do produto e as seguintes características físico-químicas: teor de gordura no máximo 23 %, proteína no mínimo 15% e teor de cálcio (máx. base seca) 0,1 % em hambúrguer cru e 0,45 % em hambúrguer cozido (BRASIL, 2000).

3.3 PROPRIEDADES FUNCIONAIS DAS PROTEÍNAS

O termo propriedade funcional é definido como toda propriedade não nutricional do alimento que influi diretamente no seu comportamento durante o processamento, estocagem, preparação, na aceitação e no consumo do produto final (ORDÓNEZ et al., 2005) e também nos aspectos econômicos dos produtos (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2006).

O conhecimento das propriedades funcionais tecnológicas do okara desidratado é essencial, uma vez que avaliam suas aplicações em produtos alimentícios. O termo "propriedades funcionais tecnológicas", quando aplicado em ingredientes alimentares, pode ser definido como todas as propriedades não nutricionais que influenciam na qualidade e na produção de determinado alimento. A

maioria das propriedades funcionais influencia nas características sensoriais dos alimentos, sendo a textura a mais afetada, mas estas propriedades também podem afetar significativamente algumas características físicas dos alimentos (GRIZOTTO; AGUIRRE, 2011).

As proteínas podem ser consideradas como sendo as principais responsáveis pelas características funcionais das matérias-primas cárneas, sendo que no geral, todas as propriedades funcionais são influenciadas pelas interações existentes entre proteína e água (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2006). Sendo assim, quando as proteínas forem substituídas por proteínas vegetais, deverão manter ou melhorar a qualidade e aceitabilidade dos produtos aos quais foram adicionadas (EL NASRI; EL TINAY, 2007).

As interações existentes entre água e óleo com as proteínas são muito importantes em sistemas alimentícios, pelos seus efeitos no sabor e textura dos mesmos (BARBUT, 1999⁴; apud YU; AHMEDNA; GOKTEPE, 2006). A maioria das propriedades funcionais são dependentes das propriedades de hidratação das proteínas, que está relacionado com a habilidade das mesmas em imobilizar a água em sua estrutura e se associarem à ela (CHOU; MORR, 1979; SEIBEL, 2006; ANDIÇ; ZORBA; TUNÇTÜRK, 2010) sendo estas interações consideradas umas das propriedades funcionais mais importantes para aplicação em sistemas alimentícios (CHOU; MORR, 1979).

3.4 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL DO TIPO CENTRÓIDE SIMPLEX

A metodologia de “design” de experimentos é vista como uma tecnologia de qualidade para alcançar produtos de excelência com baixo custo. É uma ferramenta utilizada para a otimização de produtos e processos, para acelerar o desenvolvimento e reduzir os custos envolvidos, melhorar a transição dos produtos desde a pesquisa e desenvolvimento até sua produção e efetivamente solucionar os problemas na fabricação (GRAF; SAGUY, 1991).

⁴ Barbut, S. (1999). Determining water and fat holding. In G. M. Hall (Ed.), *Methods of testing protein functionality* (pp. 186–225). New York: Blackie Academic and Professional.

O objetivo geral de um experimento com misturas é estimar, partindo-se de superfícies de resposta, as propriedades de um sistema a partir de um número limitado de experimentos, que são obtidos de combinações pré-selecionadas dos componentes, na tentativa de se determinar quais delas otimizam a resposta. Os componentes possuem proporções e são variáveis dependentes entre si, não podendo ser negativos. Para misturas de três componentes a representação espacial “simplex” é de um triângulo equilátero, formado por um plano diagonal dentro de um cubo, em que a soma das proporções dos componentes da mistura (x_1 , x_2 e x_3) é sempre igual a um. Os pontos que estão situados nos vértices do triângulo representam os componentes puros, suas laterais às misturas binárias e os pontos no interior do triângulo às possíveis misturas ternárias. As combinações das proporções dos componentes da mistura é denominada de planejamento experimental e o delineamento experimental chamado centróide simplex apresenta a mistura dos componentes em iguais proporções (REIS; ANDRADE, 1996).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

Para a produção dos hambúrgueres foram adquiridos em comércio local a carne bovina (patinho), toucinho, proteína texturizada de soja (Zaeli) (Figura 1a) e glutamato de sódio (Ajinomoto). A farinha de okara (Figura 1b), foi obtida a partir da soja de cultivar BRS 232 proveniente da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).



Figura 1 – Proteína texturizada de soja (a) e farinha de okara (b).

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Obtenção da Farinha de Okara

O okara foi obtido a partir de adaptações da metodologia descrita por Mandarino, Benassi e Carrão-Paniizi (2003).

Para a produção da farinha, procedeu-se com a centrifugação e secagem do okara, em estufa com circulação forçada de ar a 60°C por 10 horas (GRIZOTTO et al., 2012), com posterior moagem. O fluxograma do processamento pode ser observado na Figura 2.

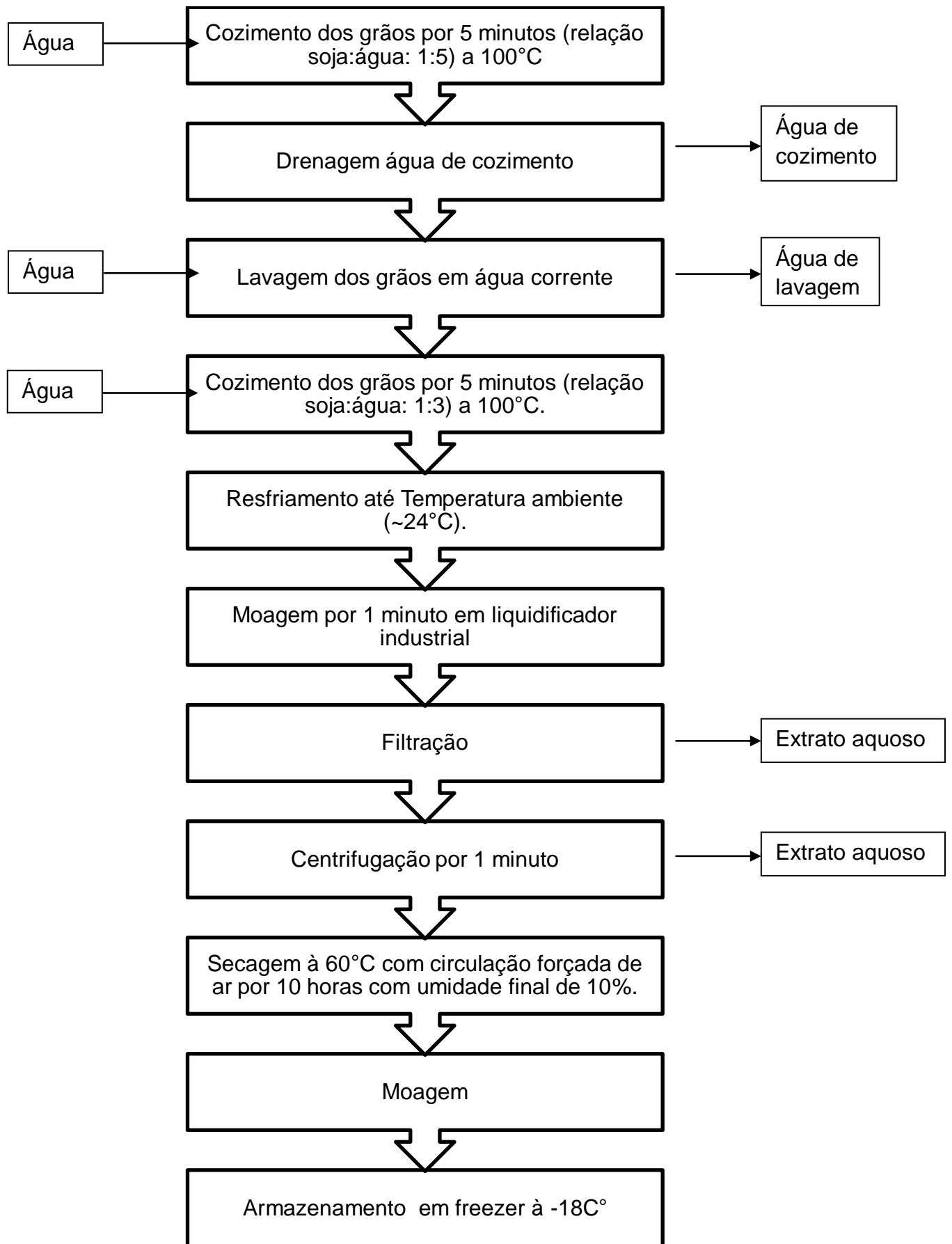


Figura 2 – Fluxograma de produção da farinha de okara.

4.2.2 Preparo da carne e toucinho

Os cortes cárneos foram submetidos à retirada manual de gordura e tecidos conjuntivos intermusculares. Este procedimento objetivou padronizar o teor de gordura da matéria prima, além de reduzir possíveis variações de textura associada à presença de tecido conjuntivo. Após a toailete (Figura 3a), os cortes foram submetidos à moagem em moedor de disco (Marca Skymesen/ Modelo PSEE-98MHD) com disco de 3mm de diâmetro (Figura 3b). O mesmo procedimento foi realizado com o toucinho após retirada da pele (Figura 3c). Esta etapa foi realizada no mesmo dia da produção.



Figura 3 - Patinho bovino (a); Patinho bovino moído (b); Toucinho moído (c).

4.2.3 Elaboração dos Hambúrgueres

Os hambúrgueres foram processados de acordo com as atividades descritas na Figura 4, que podem ser visualizadas em partes na Figura 5. Todas as formulações foram produzidas no mesmo dia.

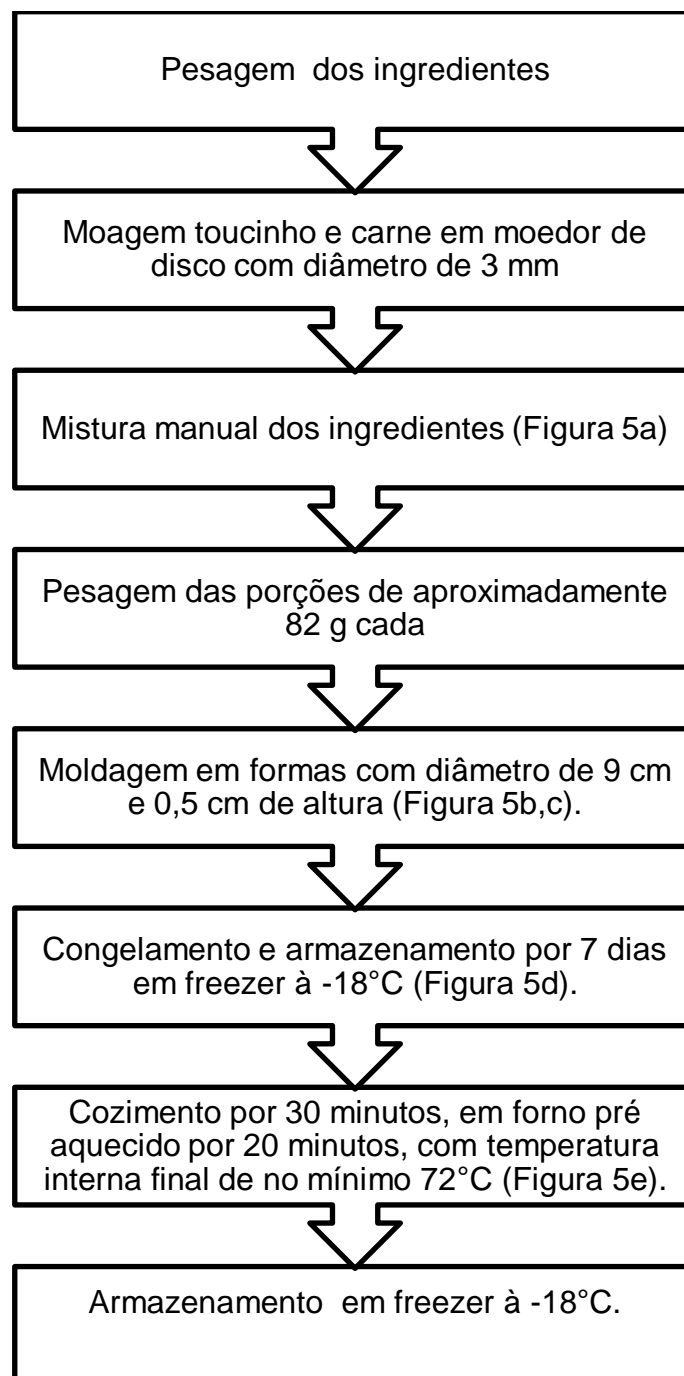


Figura 4 – Fluxograma de produção dos hambúrgueres.



Figura 5 – Etapas do processamento e armazenamento dos hambúrgueres.

As formulações estudadas constam no Tabela 1, sendo que destas, três foram desenvolvidas com ingredientes puros (F1, F2 e F3), três com misturas binárias (F4, F5, e F6) e uma com mistura ternária (F7). Para o toucinho considerou-se como mínimo 7% pois este ingrediente é essencial para o desenvolvimento de sabor e textura do produto em questão. O nível máximo de adição (proporção componente = 1) de cada variável foi 8% com relação ao total da formulação.

Tabela 1 – Formulações e seus respectivos ingredientes (g/100g)

Ingrediente	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Orégano	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Alho em pó	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Condimento para hambúrguer**	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67
Glutamato monossódico	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Água	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Carne bovina	76,21	76,21	76,21	76,21	76,21	76,21	76,21
Toucinho	7,00	7,00	15,00	7,00	11,00	11,00	9,67
PTS*	8,00	0	0	4,00	4,00	0	2,66
Okara	0	8,00	0	4,00	0	4,00	2,66
Total (g)	100	100	100	100	100	100	100

*PTS – Proteína texturizada de soja.

**Marca: Aglomax Hambúrguer. Composição: Condimento preparado (sal, maltodextrina, açúcar, pimenta em pó, cebola em pó, antioxidante eritorbato de sódio, corantes urucum e oleoresina de páprica, antiumectante dióxido de silício e aromatizante e estabilizante.

Pode ser considerada como formulação controle, àquela sem adição de farinha de okara, porém com a adição de 8% de proteína texturizada de soja (F1). A proteína texturizada de soja foi utilizada para comparação porque ela geralmente é adicionada em produtos cárneos, principalmente em hambúrgueres, substituindo parte da proteína cárnea.

4.2.4 Preparo das amostras

As amostras foram identificadas e dispostas em formas de alumínio, em seguida foram assadas em forno industrial a gás (Dako) por 30 minutos à uma temperatura de $180 \pm 5^\circ\text{C}$. Com 15 minutos de forno, as amostras foram viradas, visando a homogeneidade de cor. A temperatura interna dos hambúrgueres (mínimo

72°C) foi mensurada por meio da inserção do termômetro nas amostras (Incoterm/Modelo: TD-01).

4.2.5 Composição Química

As análises de composição química foram realizadas segundo os métodos da AOAC (1995). O teor de umidade foi obtido pelo método de secagem em estufa com circulação forçada de ar a 105 °C até peso constante; as cinzas foram determinadas por meio de incineração em mufla a 550 °C; para o nitrogênio total foi usado o método de microKjeldahl, com sulfato de cobre e sulfato de potássio como catalizadores e o teor de proteínas calculado utilizando o fator de conversão de 6,25; para os lipídios foi utilizado o método de Soxhlet com éter de petróleo como extrator. O teor de carboidratos totais foi obtido por diferença de acordo com Taco (2011).

4.2.6 Propriedades Funcionais Tecnológicas

4.2.6.1 Encolhimento

O percentual de encolhimento (y_1), devido ao cozimento, foi determinado através da diferença entre os diâmetros dos hambúrgueres antes e após o assamento de acordo com Mansour e Khalil (1997) e Wan et al. (2011) com medição da seção transversal dos mesmos com o auxílio de um paquímetro (Starrett125MEB), em três diferentes pontos, em cinco hambúrgueres de cada tratamento. Os valores foram obtidos pela equação (1).

$$y_1 = \frac{[(\text{diâmetro amostra cru} - \text{diâmetro amostra assada}) / \text{diâmetro amostra cru}] \times 100}{100} \quad (1)$$

4.2.6.2 Rendimento

O percentual de rendimento (y_2) foi calculado pela diferença entre o peso das amostras cruas (ainda congeladas) e assadas, de acordo com El-Magoli, Laroia e Hansen (1996) e Mansour e Khalil (1997). As pesagens foram determinadas em cinco hambúrgueres de cada tratamento e estes valores aplicados na equação (2).

$$y_2 = (\text{peso amostra assada} / \text{peso amostra crua}) \times 100 \quad (2)$$

4.2.6.3 Retenção de umidade

Os valores de retenção de umidade (y_3) representam a quantidade de umidade retida no produto cozido a cada 100g de amostra crua. O cálculo foi realizado de acordo com a equação (3) (EL-MAGOLI; LAROIA; HANSEN, 1996):

$$y_3 = [\text{rendimento da amostra (\%)} \times \text{umidade amostra assada (\%)}] / 100 \quad (3)$$

4.2.6.4 Retenção de gordura

A retenção de gordura (y_4) está relacionada com o peso e teor de lipídios do produto cru e assado. Os valores foram obtidos de acordo com a equação (4) (EL-MAGOLI; LAROIA; HANSEN, 1996):

$$y_4 = \{[\text{peso amostra assada (g)} \times \text{gordura amostra assada (\%)}] / [\text{peso amostra cru} \times \text{gordura amostra cru (\%)}]\} \times 100 \quad (4)$$

4.2.6.5 Índice de absorção de água (IAA)

Um grama de amostra foi suspensa em 30 mL de água destilada a 30 °C em tubos de centrífuga, previamente tarados. Estes, já com a amostra, foram agitados de forma intermitente durante 30 minutos em agitador horizontal Marconi com velocidade de 150 rpm e posteriormente centrifugados por 10 minutos a 3.000 rpm. O sobrenadante de cada tubo foi descartado e o sedimento úmido foi pesado. O IAA foi obtido a partir da razão entre o peso da amostra úmida e o peso da matéria seca e expresso em gramas de água absorvida / grama de matéria seca (SEIBEL; BELÉIA, 2009).

4.2.6.6 Índice de absorção de óleo (IAO)

O IAO foi determinado conforme a metodologia descrita no item 4.2.6.1, porém, com a substituição da água pelo óleo de soja comercial (SEIBEL; BELÉIA, 2009).

4.2.7 Análise Sensorial

O teste de aceitação foi conduzido em 7 dias diferentes, um dia para cada amostra. A ordem de apresentação para as amostra foi determinada através de sorteio, que consistiu na seguinte ordem: F7, F4, F1, F6, F3, F5, F2. As amostras foram servidas quentes (± 50 °C) em pratos brancos descartáveis codificados com três dígitos aleatórios, contendo 1/8 da amostra de conforme Bomdespacho et al. (2011) (Figura 6). As análises foram conduzidas no laboratório de Análise Sensorial da UTFPR Câmpus Londrina com a participação de 51 julgadores não treinados para cada amostra, totalizando 357 julgadores. Foi utilizado para os testes a escala hedônica híbrida, proposta por Villanueva, Petenate e Da Silva (2005) com 10 centímetros de comprimento (0 = desgosta extremamente; 5 = não gostei, nem

desgostei; 10 = gosta extremamente) para os atributos cor, sabor, textura, aparência e aceitação global. Simultaneamente ao teste afetivo, foi realizado o teste de intenção de compra, no qual uma escala de 5 pontos (5 = certamente eu compraria o produto; 1 = eu certamente não compraria o produto) foi utilizada. Ao final de cada avaliação de atributos, foram solicitados comentários sobre a amostra avaliada. A ficha utilizada nos testes encontra-se no apêndice A.

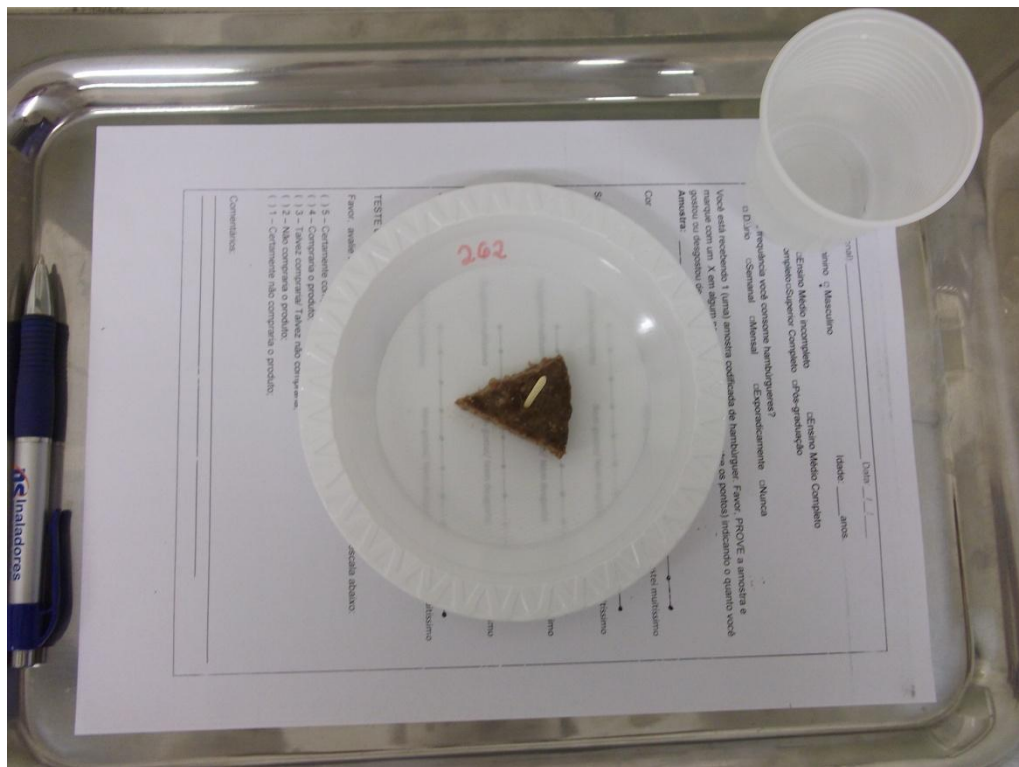


Figura 6 - Disposição da amostra no teste de aceitação e intenção de compra.

4.2.8 Planejamento experimental do tipo Simplex-centróide para formulação de produtos cárneos: Hambúrguer

O delineamento simplex-centróide para misturas de três componentes foi aplicado para verificar possíveis efeitos das variáveis independentes proteína texturizada de soja (x_1), okara (x_2) e toucinho (x_3) nas propriedades físicas, químicas e sensoriais dos hambúrgueres, além de estabelecer modelos

estatisticamente válidos para descrever as relações existentes entre os ingredientes e os resultados das análises (Tabela 2).

Tabela 2 - Delineamento experimental de misturas do tipo simplex-centróide para estudo das propriedades de PTS, farinha de okara e toucinho em sete ensaios

Ensaio(1)	Proporção dos ingredientes na mistura		
	Em concentrações reais (%)		
	PTS(2) (x1)	Okara (x2)	Toucinho (x3)
F1	8	0	0
F2	0	8	0
F3	0	0	8
F4	4	4	0
F5	4	0	4
F6	0	4	4
F7	2,67	2,67	2,66

(1) Ensaio foram aleatórios

(2) Proteína texturizada de soja

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1$$

As proporções das misturas dos componentes em estudo (x_1 , x_2 e x_3), foram determinadas seguindo o planejamento experimental do tipo Centróide-simplex. Este planejamento é representado por um triângulo equilátero (Figura 7), que equivale a uma mistura de três componentes, no qual, os vértices (1, 2 e 3) correspondem às formulações com a adição de somente um dos ingredientes em estudo, as arestas (4, 5 e 6) às misturas binárias na mesma proporção e o ponto central (7) à uma mistura ternária de mesma proporção.

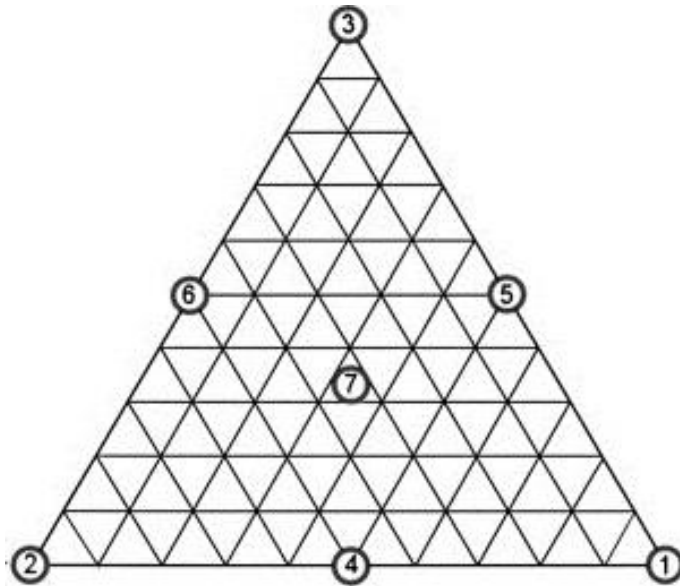


Figura 7 – Planejamento experimental do tipo Centróide-Simplex.
Fonte: MAIA et al., 2011.

As funções respostas foram designadas por y . Os dados foram avaliados segundo análise de variância (ANOVA) ao nível de 5 % de significância usando o programa STATÍSTICA 10.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA FARINHA DE OKARA

No processamento de 10 kg de grãos de soja foram utilizados 30 litros de água para a produção do extrato aquoso, obtendo-se 12,6 kg de okara fresco já centrifugado que, por sua vez, gerou aproximadamente 5,5 kg de farinha de okara. Esta operação proporcionou um rendimento de 43,34 % em relação ao okara fresco (centrifugado), valor superior ao citado por Bowles e Demiate (2006), que encontrou valor de 25% de rendimento após a secagem. Na secagem do okara industrial, Livrari e Maurício (2008) encontraram rendimento de 21,4 %. Lescano (2009) relata rendimento de 40 % em relação ao grão e 22 % em relação ao okara fresco (80 % de umidade), com uma umidade final de 8 %.

Estes valores superiores de rendimento encontrado no presente trabalho, pode estar relacionado a dois fatores: ao método de centrifugação que foi empregado antes da secagem, que conseqüentemente aumenta o rendimento do produto pela menor quantidade de água presente e a proporção de água utilizada na última etapa da produção do okara (1:3, soja:água). Os valores citados na literatura usam como valor padrão para a produção do extrato hidrossolúvel de soja proporção de 1:10 (soja:água) (MANDARINO; BENASSI; CARRÃO-PANIZZI, 2003). Esta redução da quantidade de água para a extração do extrato hidrossolúvel objetivou um extrato mais concentrado para demais estudos, o que pode ter favorecido a saturação da água com compostos solúveis e redução da migração dos mesmos.

Em relação à composição do okara, pesquisas demonstram sua elevada qualidade nutricional e suas possíveis aplicações, visando melhorias nos produtos alimentícios (BOWLES; DEMIATE, 2006). Em um estudo para isolar e caracterizar as proteínas dos okara, Ma et al. (1997) observaram que sua proteína isolada possui propriedades funcionais e qualidade nutricional similiar comparada à proteína isolada de soja. No entanto, durante a produção do extrato aquoso, o tratamento térmico empregado causa uma extensa desnaturação protéica que resulta em uma proteína isolada de pouca solubilidade, o que pode limitar sua incorporação em sistemas alimentícios. Porém Kamata, Okubo e Shibasaki (1979) relatam que o

tratamento térmico empregado é o fator mais importante para aumentar a digestibilidade das mesmas pois há destruição dos inibidores de proteases.

A composição química do okara foi determinada e os valores encontrados são apresentados na Tabela 3, assim como valores encontrados por outros autores.

Tabela 3 - Composição química da farinha de okara em peso seco (%).

Trabalhos	Proteínas	Lipídios	Cinzas	Carboidratos totais
Valores obtidos (neste trabalho)	55,50±1,83	21,52±0,49	3,97±0,32	19,01
Bowles e Demiate (2006)	37,00	13,00	2,80	47,2
Andrade, Moreira, Pereira (2010)	41,97	17,01	3,90	35,12
Mateos-Aparício et al. (2010)	33,4	8,50	3,7	54,80
Silva et al. (2009)	20,65	5,43	2,61	71,30
Cunha et al. (2007)	40,88	20,49	1,40	30,23
Grizotto e Aguirre (2011)	43,93	16,23	3,98	33,11
Grizotto et al. (2012)	36,91	16,43	4,00	39,01
Ma et al. (1997)	26,80	12,30	4,54	52,9
Pinto; Castro (2009)	47,57	23,15	2,93	26,35

Como pode ser observado, em peso seco, 21,52 % referem-se aos componentes lipídicos, 55,50 % aos proteicos, 3,97 % às cinzas e 19,01 % aos carboidratos. Estes valores (exceto para carboidratos) encontram-se superiores àqueles descritos por Bowles e Demiate (2006), Andrade, Moreira, Pereira (2010), Mateos-Aparício et al. (2010), Silva et al. (2009) e por Cunha et al. (2007).

Grizotto e Aguirre (2011) também encontraram valores inferiores para proteínas e lipídios e superiores para carboidratos, assim como Grizotto et al. (2012), porém os valores encontrados para cinzas são muito próximos. Ma et al. (1997), também encontraram valores inferiores para proteínas e lipídios e superiores para carboidratos e cinzas. Porém, Pinto e Castro (2008) encontraram valores superiores para lipídios e carboidratos e valores inferiores para proteínas e cinzas.

O'Toole (1999) em estudo de comparação das composições do okara de três diferentes trabalhos, concluiu que a composição deste subproduto depende de fatores como a quantidade de água extraída dos grãos de soja, além da quantidade de água adicionada para extrair os componentes solúveis residuais. Em relação à maior quantidade de proteínas encontrada no presente estudo, Pinto e Castro (2008) relatam que isto pode ser consequência de fatores como a proporção de soja e água utilizada, pH da água, temperatura de extração, teor inicial de proteínas presentes na matéria-prima e dos procedimentos utilizados para a obtenção do produto,

principalmente durante a etapa trituração. Na simulação em laboratório durante a trituração do produto, utilizou-se água à temperatura ambiente, enquanto que processos industriais realizam a trituração com adição de água a 90 °C, resultando em uma maior extração de proteínas para o leite de soja, que é o principal produto da indústria e um resíduo com menor teor de proteínas, o okara.

O percentual de umidade do okara fresco obtido (após etapa de centrifugação) foi de 62,44 %, valor semelhante ao encontrado por Lescano (2009), (60%, no qual o autor utilizou uma prensa helicoidal horizontal contínua) e ao citado pelo Project Soy 20/20 (2005), que refere uma umidade de 65 % ao okara após centrifugação. Bowles e Demiate (2006) encontraram valor superior (75,1 %) para a umidade do okara, assim como Silva et al. (2009) (75 %) porém esta variação pode ser atribuída à etapa de centrifugação que foi empregada no presente estudo, uma vez que objetivou-se a redução da umidade para aumentar o rendimento no processo de secagem, reduzindo tempo, energia e espaço para dispor o material a ser seco.

A análise de composição centesimal demonstra que o okara é uma ótima fonte de proteínas e, portanto, apresenta um valor nutricional elevado, sendo interessante o seu reaproveitamento para a alimentação humana.

5.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA

Os valores encontrados foram: $9,53 \pm 0,11$ % de umidade, $0,99 \pm 0,02$ % de lipídios, $39,16 \pm 2,39$ % de proteínas, $6,11 \pm 0,53$ % de cinzas e 44,21 % de carboidratos totais. De acordo com a rotulagem do produto, o valor total de proteínas teria que estar em torno de 50%, porém o valor encontrado foi menor.

5.3 AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DAS MISTURAS DE PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA, OKARA E TOUCINHO NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS HAMBÚRGUERES ATRAVÉS DO PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL SIMPLEX-CENTRÓIDE

A análise de composição química objetivou verificar possíveis alterações decorrentes da adição dos ingredientes x1 (proteína texturizada de soja), x2 (okara) e x3 (toucinho) em diferentes concentrações na composição dos hambúrgueres.

A partir das médias obtidas das triplicatas para cada variável (Tabela 4) dos sete ensaios realizados e aplicação do planejamento experimental de misturas simplex-centróide (Tabela 1), foram obtidos os modelos das equações y1 (umidade), y2 (proteínas), y3 (lipídios) e y4 (cinzas) com os seus respectivos coeficientes de regressão e análise de variância dos modelos matemáticos (Tabela 5). Estes coeficientes foram utilizados para expressar as equações descritivas para cada variável mistura, onde y foi a resposta prevista pelo modelo para a proteína texturizada de soja (representada por x1), para o okara (x2) e para o toucinho (x3), que estão apresentados conjuntamente com as respostas gráficas dada pela superfície de resposta, mostradas nas Figuras de 8 a 11. Os modelos matemáticos y1, y2, y3 e, y4 apresentaram efeitos linear e quadráticos significativos ao nível de 5 % de significância e o termo cúbico não foi significativo para todas as variáveis estudadas. Quanto maior o valor do coeficiente para cada matriz, maior será sua contribuição na variável dependente.

Tabela 4 – Planejamento experimental simplex-centróide e suas respectivas respostas para umidade, lipídios, proteínas e cinzas para as amostras cruas.

Misturas	Variáveis resposta *			
	y1	y2	y3	y4
1	63,28±0,39	27,65±1,96	7,92±0,11	3,14±0,28
2	63,46±0,33	24,51±0,84	10,78±1,39	3,21±0,28
3	64,58±0,11	16,17±1,76	15,84±0,22	2,72±0,34
4	62,91±0,36	18,60±1,53	7,84±0,00	2,96±0,03
5	65,99±0,19	18,67±0,47	10,78±1,39	2,93±0,02
6	65,17±0,69	18,24±1,82	12,00±0,00	2,81±0,30
7	65,14±0,32	19,62±0,93	9,00±1,41	2,95±0,03

Média ± desvio padrão

*y1= Teor de umidade (%), y2 =Teor de proteínas (%), y3 = Teor de lipídios (%), y4 = Teor de de cinzas (%)

Tabela 5 – Coeficientes de regressão e análise de variância dos modelos matemáticos para as variáveis resposta volume de intumescimento, índice de absorção de água e índice de absorção de óleo para as amostras cruas.

Coeficientes	Variáveis resposta (1)			
	y1	y2	y3	y4
Linear				
$\beta 1$	63,77*	24,50*	7,00*	3,10*
$\beta 2$	63,59*	21,81*	9,78*	3,10*
$\beta 3$	65,72*	15,17*	15,00*	2,69*
R^2	0,43	0,58	0,88	0,76
Falta de ajuste (p)	0,32	0,17	0,01*	0,06
Quadrático				
$\beta 1$	63,27*	27,48*	7,97*	3,14*
$\beta 2$	63,45*	24,34	10,83*	3,20*
$\beta 3$	64,57*	16,00	15,89*	2,71*
$\beta 12$	-1,64	-26,45	-7,09	-0,75
$\beta 13$	8,43*	-9,50	-5,45	0,11
$\beta 23$	4,80*	-4,93	-6,29	-0,49
R^2	1,00	0,96	0,99	0,97
Falta de ajuste (p)	0,07	0,39	0,32	0,43

*Significativo ao nível de 5 %

(1) y1= Umidade, y2 = Proteínas, y3 = Lipídios, y4 = Cinzas

5.3.1 Umidade

Para a variável dependente teor de umidade (y1) não houve falta de ajuste para ambos modelos estudados, linear e quadrático ($p > 0,05$), ou seja, a equação modelo e os dados experimentais estão em acordo. Termos lineares e quadráticos foram significativos ($p < 0,05$), porém, o modelo quadrático foi considerado devido ao melhor de coeficiente de determinação obtido, $R^2 = 1,00$, contra 0,43 do modelo linear (Tabela 5).

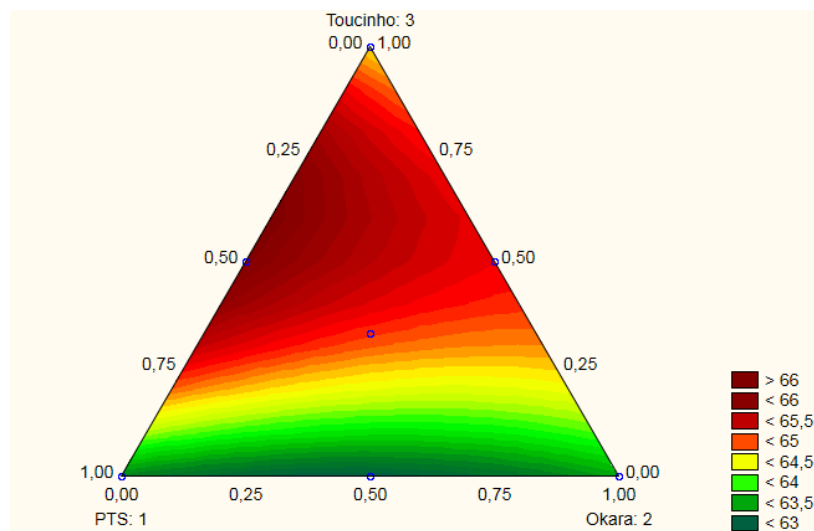
A função resposta = y1 (teor de umidade), foi afetada positivamente pelas variáveis independentes x1 (proteína texturizada de soja), x2 (okara) e x3 (toucinho), com os termos quadráticos $\beta 1$, $\beta 2$, $\beta 3$, $\beta 13$ e $\beta 23$ significativos ($p < 0,05$) (Tabela 5). O termo que mais influenciou na equação y1 foi $\beta 3$ (x3 = toucinho), com o maior valor obtido. Porém Sedaroglu e Degirmencioglu (2004) encontraram resultados opostos aos obtidos neste trabalho, no qual com o aumento do teor de lipídios, houve o decréscimo da quantidade de umidade ($p < 0,05$).

Porém ao observar a superfície de resposta (Figura 8), verificou-se uma tendência no aumento do teor de umidade com a mistura binária $\beta 13$ (x1, proteína texturizada de soja e x3, toucinho). Verificando os valores da quantidade de umidade

presente em cada formulação, Tabela 4, este fato é confirmado, uma vez que o maior valor obtido para esta variável foi para a mistura 5 (mistura binária $\beta 13$).

Turhan, Temiz e Sagir (2007) observaram que com o aumento das quantidades de okara adicionadas neste tipo de produto, houve aumento no teor de umidade para o produto ainda cru.

Os teores de umidade encontrados para as formulações estudadas, estiveram entre 62,91 % e 65,99 % (Tabela 4). Mansour e Khalil (1997) encontraram para a formulação controle valor de umidade de aproximadamente 61 %, valor muito próximo aos teores encontrados no presente trabalho. Olivo (2006) relata que a água representa entre 60 e 80 % do peso da carne.



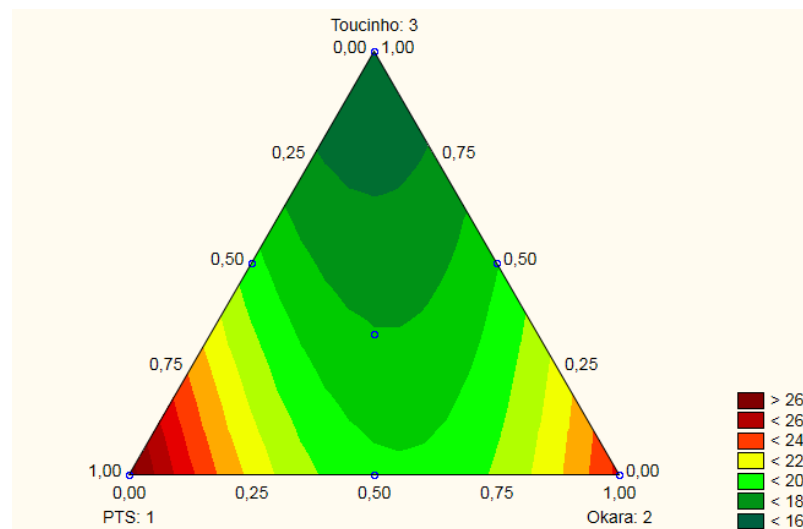
$$y_1 = 63,27 \cdot x_1 + 63,45 \cdot x_2 + 64,57 \cdot x_3 - 1,64 \cdot x_1 x_2 + 8,43 \cdot x_1 x_3 + 4,8 \cdot x_2 x_3$$

Figura 8– Superfície de resposta para os componentes: x_1 (proteína texturizada de soja), x_2 (okara) e x_3 (toucinho), mostrando o efeito das misturas na variável dependente y_1 = umidade, com predominância na matriz x_3 .

5.3.2 Proteínas

Para a variável dependente teor de proteínas (função resposta = y_2) não houve falta de ajuste para ambos modelos estudados, linear e quadrático ($p > 0,05$), ou seja, a equação modelo e os dados experimentais estão em acordo. Termos lineares e quadráticos foram significativos ($p < 0,05$), porém, o modelo quadrático foi considerado devido ao melhor coeficiente de determinação obtido, $R^2 = 0,96$, contra 0,58 do modelo linear (Tabela 5).

O teor de proteínas dos hambúrgueres (y_2) foi afetado significativamente e positivamente somente pela presença da variável independente, x_1 (proteína texturizada de soja) ($p < 0,05$). Os valores encontrados variaram entre 16,17 % e 27,65 %, na faixa dos parâmetros estudados (Tabela 4). O maior conteúdo de proteínas, foi encontrado na amostra contendo somente a adição de proteína texturizada de soja (x_1) (mistura 1, coeficiente β_1), enquanto que, para aquelas amostras contendo adição de okara os níveis ficaram entre 18,24 % e 24,51 %. Turhan, Temiz e Sagir (2007) encontraram teor de proteínas variando entre 9,97 % e 19,15 % para as amostras adicionadas de okara fresco e os autores observaram redução do teor de proteínas dos hambúrgueres com o aumento dos níveis de okara adicionados ($p < 0,05$) devido à redução do teor de carne.



$$y_2 = 27,48 \cdot x_1 + 24,34x_2 + 16,00x_3 - 26,45x_1x_2 - 9,50x_1x_3 - 4,93x_2x_3$$

Figura 9– Superfície de resposta para os componentes: x_1 (proteína texturizada de soja), x_2 (okara) e x_3 (toucinho), mostrando o efeito das misturas na variável dependente $y_2 =$ proteínas, com predominância na matriz x_1 .

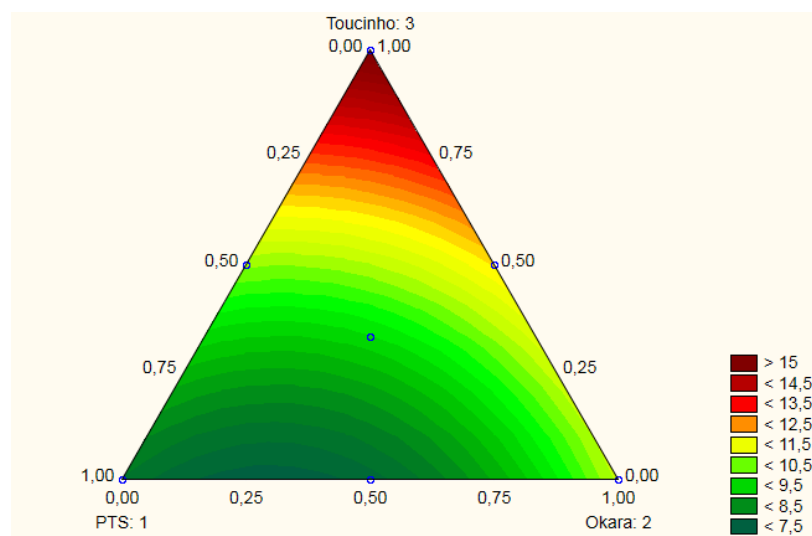
5.3.3 Lipídios

Para a variável dependente teor de lipídios (y_3) houve falta de ajuste somente para o modelo linear ($p < 0,05$). Para o modelo quadrático não houve falta de ajuste ($p > 0,05$), o que significa dizer que a equação modelo e os dados experimentais estão em acordo (VELIOGLU et al., 2010). Termos lineares e

quadráticos foram significativos sendo o modelo quadrático considerado para esta variável dependente. Seu coeficiente de determinação R^2 foi 0,99 (Tabela 7).

A função resposta y_3 (teor de lipídios) foi afetada significativamente pelos coeficientes x_1 (proteína texturizada de soja), x_2 (okara) e x_3 (toucinho) ($p < 0,05$), com termos quadráticos positivos β_1 , β_2 e β_3 (Tabela 5). O coeficiente que exerceu maior influência na equação foi o β_3 , comportamento explicado pela maior quantidade de gordura adicionada na mistura correspondente ao mesmo (mistura 5, Tabela 2).

Os valores para a quantidade de lipídios variaram entre 7,84 % e 15,00 %. A variação ocorrida era prevista, uma vez que diferentes valores de lipídios foram encontrados no okara e na proteína texturizada de soja. Turhan, Temiz e Sagir (2007) obtiveram uma variação muito pequena entre os valores obtidos [10,17 % e 10,70 % ($p > 0,05$)], porque houve uma padronização do teor de gordura das formulações utilizadas para 10 %.



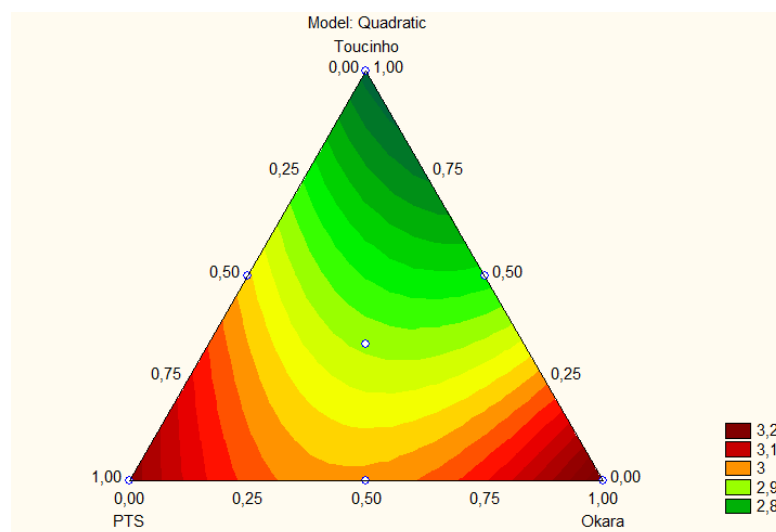
$$y_3 = 7,97 \cdot x_1 + 10,83 \cdot x_2 + 15,89 \cdot x_3 - 7,09 x_1 x_2 - 5,45 x_1 x_3 - 6,29 x_2 x_3$$

Figura 10– Superfície de resposta para os componentes: x_1 (proteína texturizada de soja), x_2 (okara) e x_3 (toucinho), mostrando o efeito das misturas na variável dependente y_3 = lipídios, com predominância na matriz x_3 .

5.3.4 Cinzas

Para a função resposta $y_4 =$ teor de cinzas, não houve falta de ajuste para ambos modelos estudados ($p > 0,05$), evidenciando que os dados experimentais e a equação modelo estão em acordo. Houve termos lineares e quadráticos significativos ($p < 0,05$), porém o modelo quadrático foi considerado pelo seu valor de R^2 (0,97). Os termos quadráticos não significativos foram considerados devido à sua contribuição no ajuste do modelo (β_{12} , β_{13} e β_{23}) (Tabela 5).

A função resposta y_4 (teor de cinzas) foi afetada significativamente pelos coeficientes x_1 (proteína texturizada de soja), x_2 (okara) e x_3 (toucinho) ($p < 0,05$), com termos quadráticos positivos β_1 , β_2 e β_3 (Tabela 5). Analisando a superfície de resposta abaixo (Figura 11), verifica-se uma tendência no aumento da quantidade de cinzas com o aumento quantidade dos componentes x_1 (proteína texturizada de soja) e x_2 (okara) (β_1 , β_2). Pelos coeficientes da equação, a variável que exerceu maior influência foi $x_2 =$ okara (β_2). Os valores obtidos para teor de cinzas estiveram entre 2,72 % e 3,21 % (Tabela 4). Turhan, Temiz e Sagir (2007) não obtiveram diferença ($p > 0,05$) entre as amostras adicionadas de diferentes proporções de okara para esta variável e os valores encontrados pelos autores variaram entre 2,29 % e 2,34 %.



$$y_4 = 3,14 \cdot x_1 + 3,20 \cdot x_2 + 2,71 \cdot x_3 - 0,75x_1x_2 + 0,11x_1x_3 - 0,49x_2x_3$$

Figura 11– Superfície de resposta para os componentes: x_1 (proteína texturizada de soja), x_2 (okara) e x_3 (toucinho), mostrando o efeito das misturas na variável dependente $y_4 =$ cinzas, com predominância na matriz x_2 .

5.4 AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DAS MISTURAS DE PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA, OKARA E TOUCINHO NAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS TECNOLÓGICAS DOS HAMBÚRGUERES ATRAVÉS DO PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL SIMPLEX-CENTRÓIDE

A partir dos valores médios das funções respostas (Tabela 6) dos sete ensaios realizados e aplicação do planejamento experimental de misturas simplex-centróide (Tabela 1), foram obtidos os modelos das equações y_5 (% de encolhimento), y_6 (% de rendimento), y_7 (% de retenção de umidade), y_8 (% de retenção de gordura), y_9 (índice de absorção de água) e y_{10} (índice de absorção de óleo) com os seus respectivos coeficientes de regressão e análise de variância dos modelos matemáticos (Tabela 7). Estes coeficientes foram utilizados para expressar as equações descritivas para cada variável mistura, onde y foi a resposta prevista pelo modelo para a proteína texturizada de soja (representada por x_1), para o okara (x_2) e para o toucinho (x_3), que estão apresentados conjuntamente com as respostas gráficas dada pela superfície de resposta, mostradas nas Figuras de 12 a 17.

Os modelos matemáticos y_5 , y_6 , y_7 , y_8 , y_9 e y_{10} apresentaram efeitos linear e quadráticos significativos ao nível de 5 % de significância. Quanto maior o valor do coeficiente para cada matriz, maior será sua contribuição para a variável dependente (y_5 , y_6 , y_7 , y_8 , y_9 e y_{10}). De acordo com Kurt e Kiliççeker (2011) estas equações modelo são usadas para a compreensão da significância e as interações dos fatores estudados.

Tabela 6 – Planejamento experimental simplex-centróide e respectivas respostas para encolhimento, rendimento, retenção de umidade, retenção de gordura, índice de absorção de água e índice de absorção de óleo.

Misturas	Variáveis resposta					
	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	y_{10}
1	15,36±0,36	76,78±0,72	43,13±0,65	95,97±3,23	1,61±0,06	1,62±0,11
2	17,45±2,29	72,88±1,14	37,54±1,36	80,31±6,26	1,61±0,14	1,36±0,05
3	24,50±1,52	58,29±1,55	30,44±2,61	58,36±1,84	1,44±0,17	1,32±0,06
4	16,79±1,42	69,18±1,79	34,11±3,11	132,61±2,37	1,80±0,05	1,46±0,17
5	19,10±1,91	66,83±1,17	35,95±0,63	85,81±1,50	1,41±0,12	1,31±0,05
6	22,37±0,73	65,11±2,22	34,71±1,18	75,20±2,57	1,32±0,07	2,12±0,31
7	23,29±0,57	61,19±1,46	29,98±0,71	95,21±2,46	1,37±0,04	2,09±0,09

Média ± desvio padrão

* y_5 = Encolhimento (%), y_6 = Rendimento (%), y_7 = Retenção de umidade (%), y_8 = Retenção de gordura (%), y_9 = Índice de absorção de água amostra crua (g de água absorvida/ g de amostra), y_{10} = Índice de absorção de óleo amostra crua (g de óleo absorvido/ g de amostra).

Tabela 7 – Coeficientes de regressão e análise de variância dos modelos matemáticos para as variáveis resposta para encolhimento, rendimento, retenção de umidade e retenção de gordura.

Variáveis resposta (1)						
Coefficientes	y5	y6	y7	y8	y9	y10
Linear						
β 1	15,66*	73,92*	40,08*	112,34*	1,63*	1,56*
β 2	18,64*	70,11*	35,11*	95,57*	1,59*	1,68*
β 3	25,21*	57,50*	30,17*	59,29*	1,30*	1,59*
R²	0,79	0,74	0,51	0,57	0,46	0,01
Falta de ajuste (p)	0,045*	0,065	0,24	0,18	0,29	0,98
Quadrático						
β 1	15,10	77,13*	43,42*	96,60*	1,62*	1,59
β 2	17,19	73,23*	37,83	80,94	1,62*	1,33
β 3	24,24	58,64*	30,73	58,99	1,45*	1,29
β 12	6,67	-29,54	-30,68	165,31	0,59	0,41
β 13	1,81	-9,76	-9,12	22,01	-0,63	-0,10
β 23	10,71	-8,84	-2,90	10,89	-0,99	3,66
R²	0,89	0,94	0,90	0,98	0,94	0,87
Falta de ajuste (p)	0,84	0,61	0,53	0,25	0,40	0,44

*Significativo ao nível de 5%

(1) y5= Encolhimento (%), y6 = Rendimento (%), y7 = Retenção de umidade (%), y8 = Retenção de gordura (%), y9 = Índice de absorção de água amostra crua (g de água absorvida/ g de amostra), y10 = Índice de absorção de óleo amostra crua (g de óleo absorvido/ g de amostra).

Além dos fatores de qualidade já conhecidos como cor, sabor e textura, as características como encolhimento, perda de água e perda de gordura nos hambúrgueres também são considerados critérios importantes de qualidade pelos consumidores (VELIOGLU et al., 2010).

5.4.1 Encolhimento

Para a variável dependente encolhimento (y5), que é um importante parâmetro de qualidade em hambúrgueres (BOMDESPACHO et al., 2011; DAS et al., 2008) houve falta de ajuste somente para o modelo linear ($p < 0,05$). Apenas os termos lineares foram significativos e seu coeficiente de determinação foi (ou percentagem de variação explicada) $R^2 = 0,79$ (Tabela 7). Jogleka e May (1987), sugerem que para um bom ajuste de modelo, o R^2 deve estar em torno de 0,80.

A percentagem de encolhimento dos hambúrgueres foi afetada linear e significativamente ($p > 0,05$) pelas variáveis independentes (proteína texturizada de soja, okara e toucinho). Isto pode ser observado na Tabela 6, no qual os valores

obtidos variaram entre 15,36 % e 24,50 %, na faixa dos parâmetros estudados. Pelos coeficientes da equação (y5) a variável x3 (toucinho) apresentou a maior contribuição no encolhimento seguida das variáveis x2 (okara) e x1 (proteína texturizada de soja). Analisando a superfície de resposta (Figura 12), observa-se que há uma tendência na redução do encolhimento com o aumento da quantidade de proteína texturizada de soja (x1).

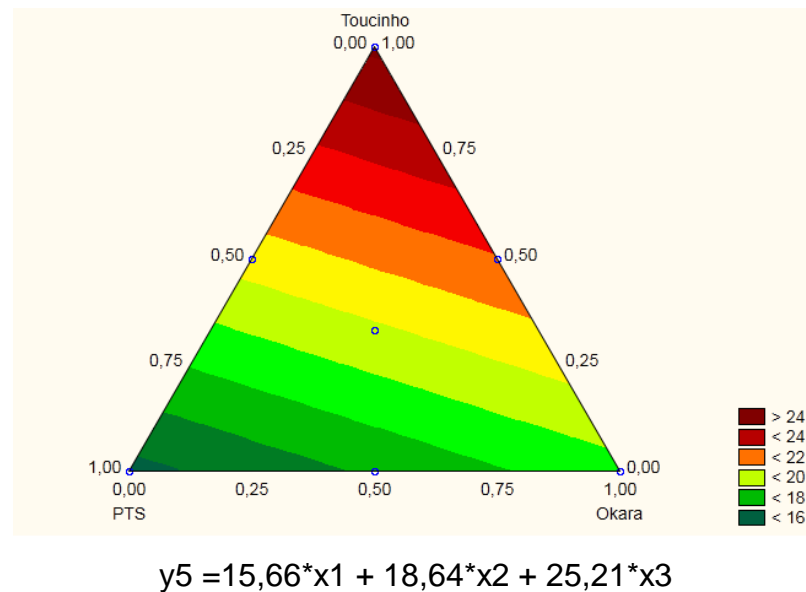


Figura 12 – Superfície de resposta para os componentes: x1 (proteína texturizada de soja), x2 (okara) e x3 (toucinho), mostrando o efeito das misturas na variável dependente y5 = encolhimento (%), apresentando-se predominante na matriz x3.

Durante o cozimento das carnes, de acordo Godsolve, Davis e Gordon (1977), suas proteínas desnaturam, o que provoca o decréscimo da capacidade de retenção de água e o encolhimento da rede de proteínas. Este encolhimento da rede exerce uma força mecânica entre a água e as fibras. Na presença destes gradientes de pressão, o excesso de água existente é expelida para a superfície da carne.

Em hambúrgueres, além deste fator, outros podem afetar no encolhimento dos hambúrgueres, dentre eles a redução da quantidade de gordura (BERTOLINI et al., 2011). Velioglu et al. (2010) encontraram resultados semelhantes ao estudarem os efeitos da interação de diferentes proporções de gordura (15-30 %), água (10-20 %) e proteína texturizada de soja (3-9 %) no mesmo tipo de produto, encontrando o maior encolhimento nas amostras que continham a maior

quantidade de gordura (30 %) e, quando houve adição de proteína texturizada de soja, o valor de encolhimento também diminuiu. Serdaroglu e Degirmencioglu (2004), em estudo de diferentes níveis de gordura e farinha de milho nas características de cozimento, composição química e nas propriedades sensoriais de almôndegas, relataram que a redução do nível de gordura de 20 % para 5 % diminuiu significativamente o encolhimento neste produto e, o maior encolhimento foi observado na amostra que continha somente a adição de gordura.

Bomdespacho et al. (2011), em estudo do emprego do okara em hambúrgueres de frango fermentado com *Lactobacillus acidophilus* verificaram que, à medida que se adiciona okara, os valores de encolhimento reduzem, fato semelhante ao presente trabalho. Os autores atribuem este efeito a uma provável capacidade do okara de aumentar a retenção de água nos produtos, sendo possivelmente devido à sua alta concentração protéica.

Akesowan (2010) em estudo das propriedades físicas, químicas, sensoriais e de microestrutura de hambúrgueres de carne suína adicionados de proteína isolada de soja, observaram um menor encolhimento ($p < 0,05$) com o aumento da quantidade de proteína isolada de soja (0,5 a 3 %).

As indústrias produtoras de hambúrgueres para o setor de *fast food*, tem considerável atenção na padronização do tamanhos dos hambúrgueres produzidos, pois a aparência destes produtos é uma importante característica para os consumidores. Se o tamanhos dos hambúrgueres cozidos não atenderem aos padrões das empresas, este produto certamente será rejeitado (VELIOGLU et al., 2010).

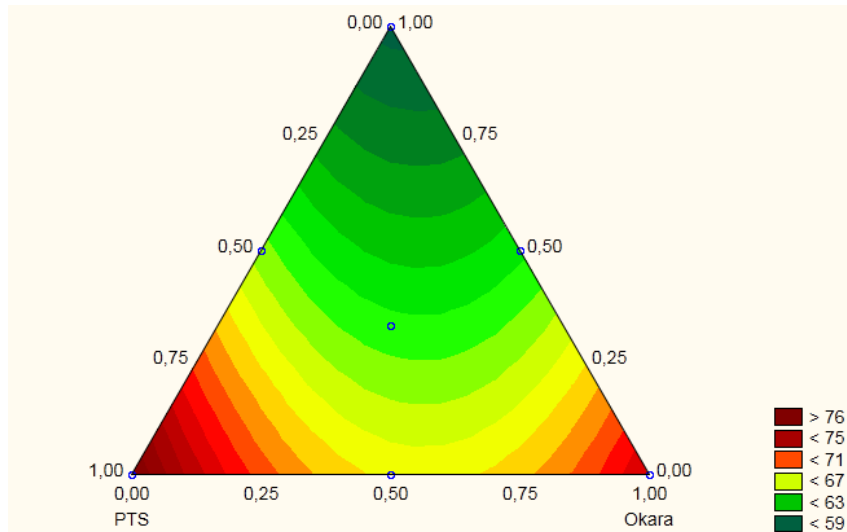
Portanto, manter o tamanho original dos hambúrgueres após seu preparo é uma característica importante a ser considerada durante o processamento, pois se esta característica permanecer inalterada ou com poucas alterações, outros aspectos importantes na aceitação dos hambúrgueres serão assegurados como impressão visual, palatabilidade e suculência (FONTAN et al., 2011).

5.4.2 Rendimento

Para a função resposta y_6 = rendimento, não houve falta de ajuste para os modelos linear e quadrático, apresentando termos lineares e quadráticos significativos ($p < 0,05$). Os termos quadráticos β_{12} , β_{13} e β_{23} não foram significativos, entretanto foram considerados devido à contribuição no ajuste do modelo. Seu coeficiente de determinação quadrático R^2 foi 0,94 (Tabela 7), indicando que a equação y_6 tem boa capacidade de predição.

O rendimento dos hambúrgueres foi afetado significativamente pelas variáveis independentes x_1 (proteína texturizada de soja), x_2 (okara) e x_3 (toucinho) ($p < 0,05$). Os valores para o rendimento variaram entre 58,29 % e 76,78 %, na faixa dos parâmetros estudados (Tabela 6) e encontram-se inferiores aos valores encontrados por Yildiz-Turp e Sedaroglu (2010) (76,1 % e 79,6 %), que estudaram o efeito da adição de purê de ameixa em hambúrgueres de carne bovina com baixo teor de gordura.

Pelos coeficientes da equação (y_6) a variável x_1 (proteína texturizada de soja) apresentou a maior contribuição para esta variável dependente, seguida das variáveis x_2 (okara) e em menor contribuição, x_3 (toucinho). Analisando a superfície de resposta (Figura 13), observa-se o aumento do rendimento com o aumento da quantidade de proteína texturizada de soja (x_1) e okara (x_2). A formulação 1 contendo apenas proteína texturizada de soja (x_1) e a formulação 2 contendo apenas okara (x_2), apresentaram os maiores valores de rendimento obtidos (Tabela 6).



$$y_6 = 77,13 \cdot x_1 + 73,23 \cdot x_2 + 58,64 \cdot x_3 - 29,54 x_1 x_2 - 9,76 x_1 x_3 - 8,84 x_2 x_3$$

Figura 13 – Superfície de resposta para os componentes: x1 (proteína texturizada de soja), x2 (okara) e x3 (toucinho), mostrando o efeito das misturas na variável dependente y6 = rendimento (%), apresentando-se predominante na matriz x1.

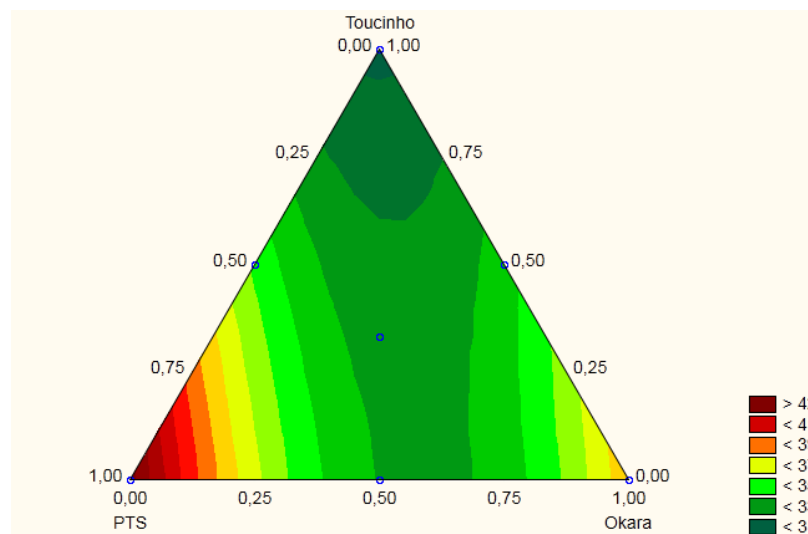
Nos produtos cárneos, as proteínas determinam o rendimento, estrutura e a qualidade dos mesmos (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2006). Em hambúrgueres a proteína de soja tem a capacidade de melhorar o rendimento no cozimento (HOOGENKAMP, 1997). Turhan, Temiz e Sagir (2007), ao avaliar o efeito de diferentes teores de okara fresco em hambúrgueres bovino com baixo teor de gordura, constataram que a medida que houve o aumento da quantidade de okara na formulação, houve uma menor perda por cozimento, com conseqüente aumento no rendimento e redução do custo do produto. Este alto rendimento deve-se à capacidade de retenção de água da proteína de soja, fato que também pode ser considerado neste trabalho. Akesowan (2010) relata que a adição de proteína isolada de soja em quantidades maiores que 2 % aumenta significativamente ($p < 0,05$) o rendimento de hambúrgueres de carne suína.

Em relação ao teor de gordura, o aumento da quantidade deste ingrediente também afetou significativamente o rendimento no cozimento do produto. Semelhante ao presente trabalho, Serdaroglu e Degirmencioglu (2004) também encontraram o pior rendimento (64,2 %) em bolinhos de carne bovina contendo a maior quantidade de gordura (20 %), ao passo que a redução do teor deste ingrediente melhorou significativamente o rendimento.

5.4.3 Retenção de umidade

Para a função resposta y_7 = retenção de umidade não houve falta de ajuste para os modelos linear e quadrático, apresentando termos lineares e quadráticos significativos ($p < 0,05$). Os termos quadráticos β_2 , β_3 , β_{12} , β_{13} e β_{23} não foram significativos, mas foram considerados devido a contribuição no ajuste do modelo. Seu coeficiente de determinação R^2 foi 0,90 (Tabela 7), indicando que a equação y_7 tem boa capacidade de predição.

A retenção de umidade dos hambúrgueres foi afetada significativamente somente pela presença da variável independente x_1 (proteína texturizada de soja) ($p < 0,05$). Os valores para a retenção de umidade variaram entre 29,98 % e 43,13 %, na faixa dos parâmetros estudados (Tabela 6). Analisando a superfície de resposta (Figura 14), é possível observar a tendência do aumento da retenção de umidade com o aumento do teor de proteína texturizada de soja (x_1).



$$y_7 = 43,42 \cdot x_1 + 37,83x_2 + 30,73x_3 - 30,68x_1x_2 - 9,12x_1x_3 - 2,90x_2x_3$$

Figura 14 – Superfície de resposta para os componentes: x_1 (proteína texturizada de soja), x_2 (okara) e x_3 (toucinho), mostrando o efeito das misturas na variável dependente y_7 = retenção de umidade (%), apresentando-se predominante na matriz x_1 .

Velioglu et al. (2010) obtiveram o mesmo resultado, no qual a diminuição da perda de água no cozimento foi favorecida pelo aumento da quantidade de proteína texturizada de soja, sendo este fato relacionado à alta capacidade de

absorção de água deste componente, que resulta em uma textura mais firme. Ahmedna, Prinyawiwatkul e Rao (1999) relatam que a adição de proteína melhora a retenção de umidade dos produtos. De acordo com Olivo (2006), as proteínas são as principais responsáveis pela retenção de umidade em carnes.

Em contrapartida, os resultados obtidos por Turhan, Temiz e Sagir (2007), mostraram claramente que a adição de okara fresco neste tipo de produto resultou em uma maior retenção de umidade durante o cozimento por causa da habilidade do okara em reter água. E a água que não estavam presas às proteínas, foi perdida durante o cozimento.

Kurt e Kiliñçeker (2011) relatam que as proteínas presentes na soja são muito hidrofílicas, podendo absorver até 10 vezes o seu peso em água. Hutton e Campbell (1981)⁵, relatam que o principal fator responsável pelo aumento da retenção de água nos alimentos, é a quantidade total de proteína presente em sua matriz (PRINYAWIWATKUL et al., 1997). De acordo com Serdaroglu (2006)⁶ a perda de umidade afeta diretamente a aparência e a textura dos hambúrgueres cozidos e em diversos estudos a suculência foi considerada o atributo sensorial mais importante afetando a pontuação total na qualidade do produto.

El Narsi e El Tinay (2007) descrevem que a capacidade de reter água nos alimentos que as proteínas possuem, está relacionado principalmente com espessamento e viscosidade dos mesmos.

5.4.4 Retenção de gordura

Com relação à retenção de gordura (função resposta y_8) dos hambúrgueres, não houve falta de ajuste para os modelos linear e quadrático ($p > 0,05$), apresentando termos lineares e quadráticos significativos ($p < 0,05$). Os termos quadráticos β_2 , β_3 , β_{12} , β_{13} e β_{23} não foram significativos, mas foram considerados devido à contribuição no ajuste do modelo. Seu coeficiente de

⁵ Hutton, C. W.; Campbell, A. M. Water and fat absorption. In *Protein Functionality in Foods*; Cherry, J. P., Ed.; American Chemical Society: Washington, DC, 1981; pp 177-200.

⁶ Serdaroglu, M. (2006). Improving low fat meatball characteristics by adding whey powder. *Meat Science*, 72, 155–163.

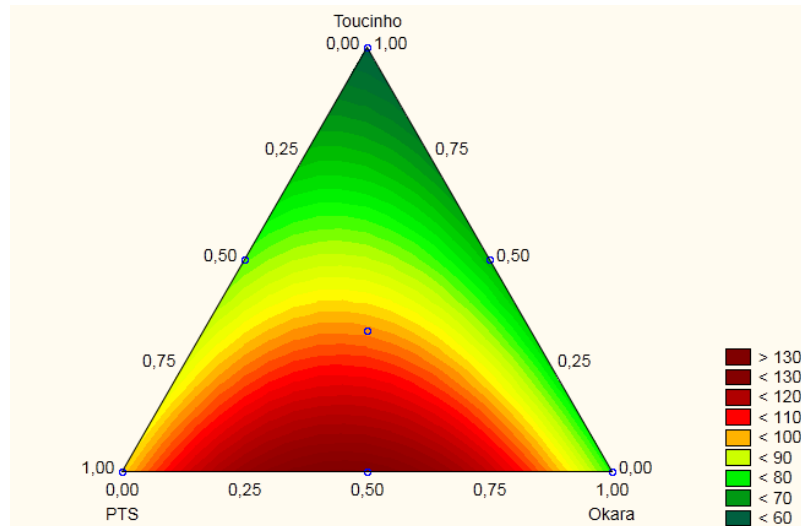
determinação R^2 foi 0,98 (Tabela 7), o que significa que a equação y_8 tem boa capacidade de predição.

A retenção de gordura dos hambúrgueres foi afetada significativamente pela presença da variável independente x_1 (proteína texturizada de soja) ($p < 0,05$). Os valores para a retenção de gordura variaram entre 58,36 % e 132,61 %, na faixa dos parâmetros estudados (Tabela 6). Ahmedna, Prinyawiwatkul e Rao (1999) relatam que a adição de proteína melhora a retenção de gordura dos produtos.

Velioglu et al. (2010) verificaram que a proteína texturizada de soja é o fator mais importante para minimizar a perda de gordura durante a cocção. De acordo com Hoogenkamp (1997), em hambúrgueres a proteína de soja tem a capacidade de melhorar a estabilidade da gordura e da água. O'Toole (1999) relata que as proteínas do okara apresentam uma boa capacidade de se ligarem à água e aos lipídios, muito semelhante às proteínas do isolado protéico de soja. Foi observado que nos ensaios contendo maior quantidade de gordura (3, 5 e 6) (Tabela 1) os valores para a retenção de gordura (Tabela 6) foram os menores observados. Analisando os coeficientes, este fato é confirmado uma vez que os mesmos possuem a menor contribuição na equação (β_3 , β_{13} e β_{23}) (Tabela 7). Resultados similares foram encontrados por Sedaroglu e Degirmencioglu (2004) no qual a retenção de gordura aumentou com a diminuição dos níveis de gordura na formulação. Ainda no mesmo trabalho, os pesquisadores citaram o estudo de Tornberg, Olsson e Persson (1989)⁷, no qual relatam que com o aumento do teor de gordura na formulação, a distância livre entre as gotículas de gordura diminui, levando à coalescência das mesmas com consequente vazamento do produto.

O inverso ocorreu com Velioglu et al. (2010), no qual os autores observaram uma diminuição na perda de gordura dos hambúrgueres cozidos com a adição excessiva de gordura. De acordo com os autores este fenômeno pode ser explicado com base no comportamento anormal de gordura excessiva acumulada logo abaixo da superfície do hambúrguer durante seu cozimento.

⁷ Tornberg, E., Olsson, A., & Persson, K. (1989). A comparison in fat holding between hamburgers and emulsion sausages. In Proceedings of the 35th international congress on meat science and technology (pp. 753–757). Denmark: Copenhagen.



$$y_8 = 96,60x_1 + 80,94x_2 + 58,99x_3 + 165,31x_1x_2 + 22,01x_1x_3 + 10,89x_2x_3$$

Figura 15– Superfície de resposta para os componentes: x1 (proteína texturizada de soja), x2 (okara) e x3 (toucinho), mostrando o efeito das misturas na variável dependente y8 = retenção de gordura (%), com predominância na mistura binária x1 e x2.

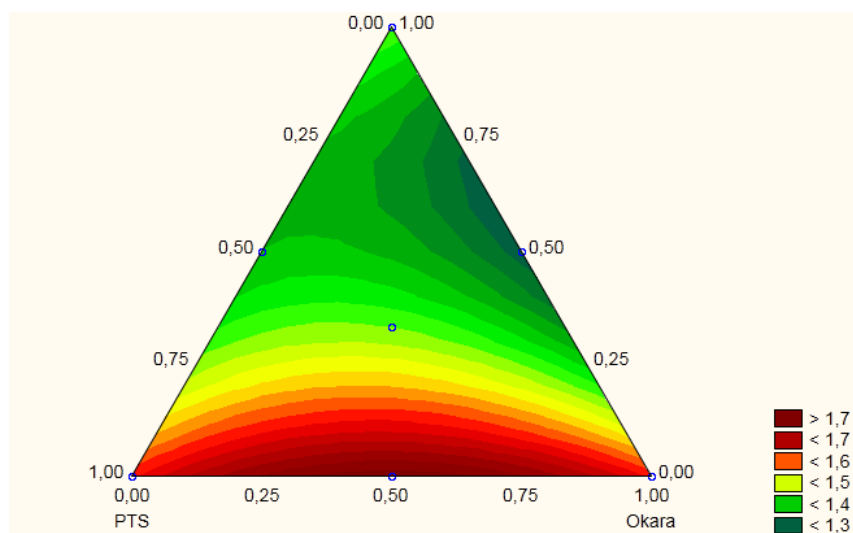
Yilmaz e Daglioglu (2002) relataram que a intensidade do sabor, suculência e maciez da carne estão diretamente relacionados ao teor de gordura da carne. Portanto, a redução dos teores de gordura reduz a aceitabilidade global e o consumo dos produtos derivados.

5.4.5 Índice de Absorção de Água (IAA)

Para a função resposta $y_9 = \text{IAA}$, não houve falta de ajuste para os modelos estudados ($p > 0,05$), demonstrando que os dados experimentais e a equação modelo estão em acordo. Houve termos lineares e quadráticos significativos, porém o modelo quadrático foi considerado pelo seu valor de R^2 (0,95). Os termos quadráticos não significativos foram considerados devido à sua contribuição no ajuste do modelo (β_{12} , β_{13} e β_{23}) (Tabela 7).

Pelos coeficientes da equação y_9 , as variáveis x1 (proteína texturizada de soja) e x2 (okara) exerceram a mesma influência no IAA nos hambúrgueres, positiva e significativa ($p < 0,05$). Isto significa dizer que tanto as amostras adicionadas de

PTS ou de okara terão o mesmo comportamento perante esta propriedade funcional. O IAA pode estar relacionado com a capacidade de absorção de água que as proteínas ou os alimentos protéicos possuem, ou seja, interação entre a proteína e água. Sendo assim, sua maior ou menor interação está relacionada com a textura, viscosidade, geleificação e emulsificação (CAVALCANTI; BORA; CARVAJAL, 2009). Dentre os fatores intrínsecos que afetam a capacidade de ligação das proteínas alimentares com a água temos a composição de aminoácidos, conformação da proteína e a polaridade da superfície (CHOU; MORR, 1979; BARBUT, 1999; apud YU; AHMEDNA; GOKTEPE, 2006). Chou e Morr (1979) relatam que os grupos de aminoácidos polares são os principais para as interações entre proteína e água. Analisando a superfície de resposta (Figura 16), observa-se uma tendência do aumento da melhora desta propriedade com o aumento dos componentes x1 e x2.



$$y_9 = 1,62 \cdot x_1 + 1,62 \cdot x_2 + 1,45 \cdot x_3 + 0,59 x_1 x_2 - 0,63 x_1 x_3 - 0,99 x_2 x_3$$

Figura 16– Superfície de resposta para os componentes: x1 (proteína texturizada de soja), x2 (okara) e x3 (toucinho), mostrando o efeito das misturas na variável dependente y9 = índice de absorção de água, com predominância na matriz x1 e x2.

O componente x3 (toucinho), exerceu menor influência na absorção de água comparado aos componentes x1 (proteína texturizada de soja) e x2 (okara). As interações proteína – água ocorrem nos aminoácidos polares presentes nas proteínas e, a maioria delas possuem inúmeras cadeias laterais polares, tornando-as hidrofílicas (PRINYAWIWATKUL et al., 1997). Portanto, como havia menor

quantidade de proteína nesta formulação como pode ser observado na Tabela 6 (mistura 3) sua absorção de água consequentemente foi menor.

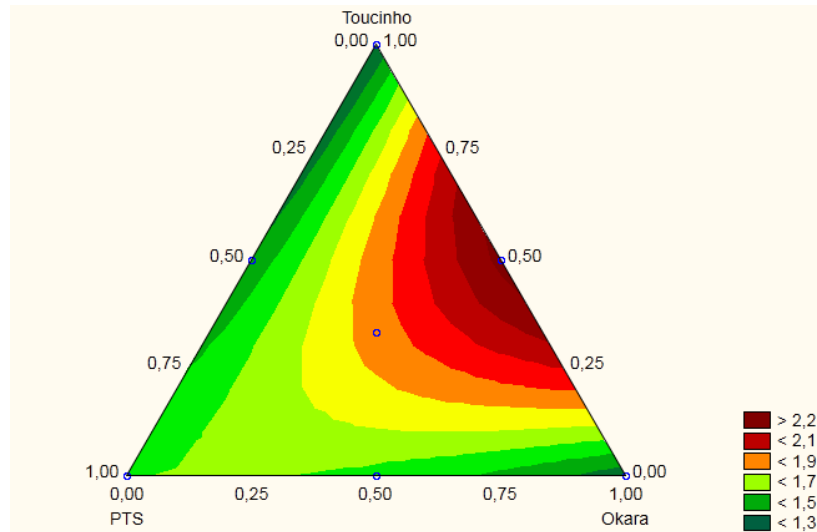
5.4.6 Índice de Absorção de Óleo (IAO)

Para a função resposta y_{10} , não houve falta de ajuste para os modelos linear e quadrático ($p > 0,05$), apresentando apenas termos lineares significativos ($p < 0,05$). Apesar de não haver termos quadráticos significativos, eles foram considerados devido ao ajuste do modelo, pois seu coeficiente de determinação R^2 foi 0,87 (Tabela 7), evidenciando que a equação y_{10} tem boa capacidade de predição.

Pelos coeficientes da equação (y_{10}), a mistura binária x_2 (okara) e x_3 (toucinho) exerceu maior influência no IAO da amostra. Ao observar a superfície de resposta (Figura 17), este fato pode ser verificado. O mecanismo de absorção de óleo foi explicado por Kinsella (1976)⁸ como uma retenção física que ocorre por capilaridade (CHAU; CHEUNG, 1997). Além disso, a hidrofobicidade das proteínas presentes, também desempenha um papel importante (CHAU; CHEUNG, 1998; CAVALCANTI; BORA; CARVAJAL, 2009), que está relacionado com as proporções apolares dos aminoácidos existentes de cadeias laterais das superfícies das moléculas protéicas, favorecendo desta forma, o aumento da absorção de óleo (CHAU; CHEUNG, 1997). El Nasry e El Tinay (2006) relatam que a capacidade de absorção de óleo é um determinante na retenção de sabor nos alimentos.

A mistura binária x_1 e x_3 apresentaram interação antagônica (sinal negativo), o que contribuiu para a menor absorção de óleo nos hambúrgueres crus.

⁸ Kinsella, J. E. Functional properties of protein in foods: A survey. *Journal of Food Science and Nutrition* 7, 219±280. 1976.



$$y_{10} = 1,59x_1 + 1,33x_2 + 1,29x_3 + 0,41x_1x_2 - 0,10x_1x_3 + 3,66x_2x_3$$

Figura 17– Superfície de resposta para os componentes: x1 (proteína texturizada de soja), x2 (okara) e x3 (toucinho), mostrando o efeito das misturas na variável dependente y10 = índice de absorção de óleo, com predominância na mistura binária x2 e x3.

As proteínas que possuem alta capacidade de ligação com água e óleo, tem seu uso recomendado para carnes, salsichas pães e bolos (YU; AHMEDNA; GOKTEPE, 2006).

5.5 AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DAS MISTURAS DE PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA, OKARA E TOUCINHO NA ACEITAÇÃO DOS HAMBÚRGUERES ATRAVÉS DO PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL SIMPLEX-CENTRÓIDE

5.5.1 Perfil dos julgadores

A maioria dos julgadores consistiu no sexo feminino (65%) com idade variando entre 17 e 54 anos. Como pode ser observado (Figura 18), cerca de 75% dos participantes possuíam idade entre 17 e 22 anos e 96% consumiam hambúrgueres (Figura 19).

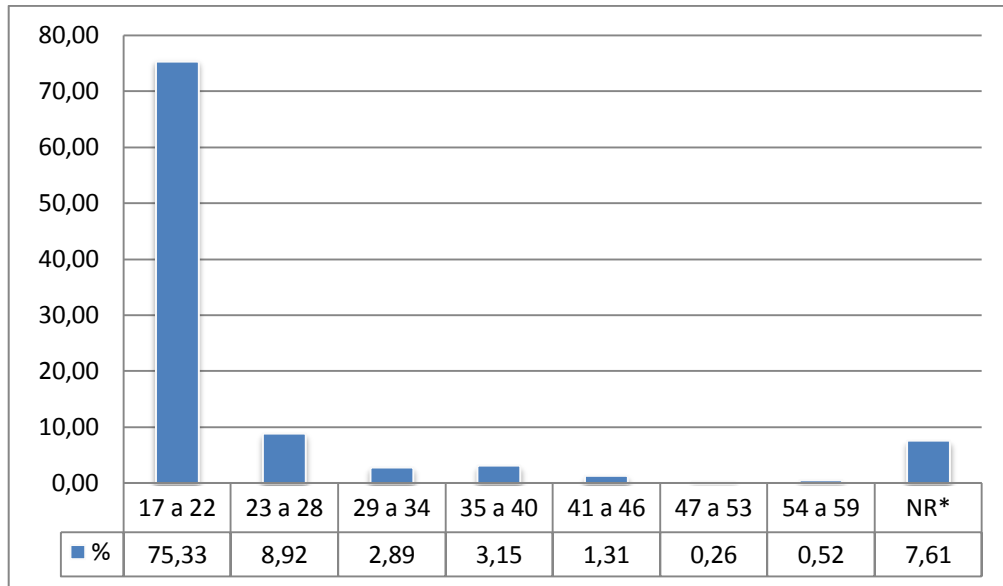


Figura 18– Idade dos jogadores participantes da pesquisa.
NR* = Não respondeu

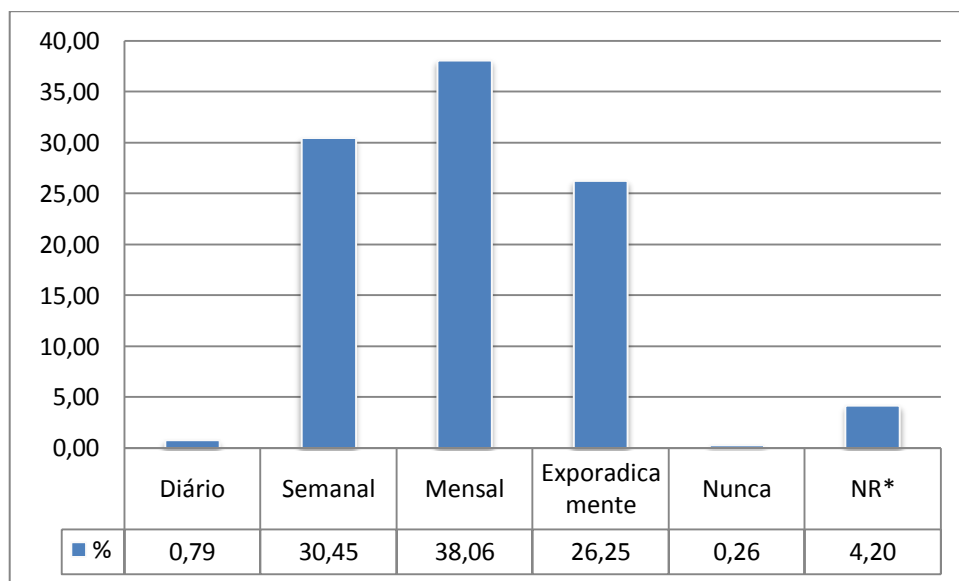


Figura 19 – Frequência de consumo de hambúrgueres dos jogadores participantes da pesquisa.
NR* = Não respondeu

5.5.2 Teste de aceitação

O teste de aceitação objetivou verificar possíveis alterações na aceitação decorrentes da adição dos ingredientes x1 (proteína texturizada de soja), x2 (okara) e x3 (toucinho) em diferentes concentrações nos hambúrgueres.

A partir dos valores médios das notas dadas pelos julgadores (Tabela 8) aos sete ensaios realizados e aplicação do planejamento experimental de misturas simplex-centróide (Tabela 1), foram obtidos os modelos das equações y11 (cor), y12 (sabor), y13 (textura), y14 (aparência), y15 (aceitação global) e y16 (intenção de compra) com os seus respectivos coeficientes de regressão e análise de variância dos modelos matemáticos (Tabela 9). Estes coeficientes foram utilizados para expressar as equações descritivas para cada variável mistura, onde y foi a resposta prevista pelo modelo para a proteína texturizada de soja (representada por x1), para o okara (x2) e para o toucinho (x3), que estão apresentados conjuntamente com as respostas gráficas dada pela superfície de resposta, mostradas nas Figuras de 20 a 25. Os modelos matemáticos y11, y12, y13, y14, y15 e y16 apresentaram efeitos linear e quadráticos significativos ao nível de 5% de significância e o termo cúbico não foi significativo para todas as variáveis estudadas. Quanto maior o valor do coeficiente para cada matriz, maior será sua contribuição na variável dependente (y11, y12, y13, y14, y15 e y16).

Tabela 8 - Médias das notas (n=51) obtidas para as diferentes formulações de hambúrgueres de carne bovina a partir do teste de aceitação e intenção de compra.

Mistura	Variáveis resposta (1)					
	y11	y12	y13	y14	y15	y16
1	6,87±2,12	7,70±1,95	7,03±2,31	6,96±2,35	7,42±2,09	3,78±0,99
2	7,65±1,88	7,80±2,29	7,58±2,16	7,47±1,99	7,67±1,99	3,80±0,98
3	7,36±1,92	7,58±2,42	7,29±2,08	7,22±2,11	7,38±2,08	3,98±0,73
4	7,75±1,59	8,57±1,23	8,06±1,55	7,79±1,73	8,25±1,23	4,10±0,73
5	7,94±1,35	8,13±1,69	7,86±1,63	7,81±1,63	8,05±1,24	3,98±0,58
6	7,92±1,70	8,08±1,67	8,25±1,47	7,74±1,75	7,92±1,55	3,94±0,79
7	7,80±1,52	8,51±1,25	8,15±1,10	7,74±1,44	8,40±1,09	4,24±0,65

Média ± desvio padrão.

(1) y11 = Cor, y12 = Sabor, y13 = Textura, y14 = Aparência, y15 = Aceitação global, y16 = Intenção de compra

Tabela 9 – Coeficientes de regressão e análise de variância dos modelos matemáticos para as variáveis resposta cor, sabor, textura, aparência, aceitação global e intenção de compra.

Coeficientes	Variáveis resposta (1)						
	Linear	y11	y12	y13	y14	y15	y16
$\beta 1$		7,25*	8,13*	7,45*	7,34*	7,88*	3,94*
$\beta 2$		7,87*	8,19*	8,05*	7,72*	8,02*	3,94*
$\beta 3$		7,71*	7,84*	7,74*	7,53*	7,71*	4,04*
R^2		0,50	0,10	0,17	0,14	0,07	0,05
Falta de ajuste (p)		0,50	0,81	0,68	0,75	0,87	0,90
Quadrático							
$\beta 1$		6,89*	7,70*	7,04*	6,98*	7,41*	3,77*
$\beta 2$		7,67*	7,80*	7,59*	7,49*	7,66*	3,79*
$\beta 3$		7,38*	7,58*	7,30*	7,24*	7,37*	3,97*
$\beta 12$		1,60	3,36*	2,80	1,99	3,00	1,49
$\beta 13$		2,94	2,04	2,58	2,57	2,78	0,65
$\beta 23$		1,30	1,64	3,04	1,27	1,76	0,45
R^2		0,95	0,997	0,99	0,95	0,99	0,87
Falta de ajuste (p)		0,32	0,07	0,15	0,30	0,14	0,46

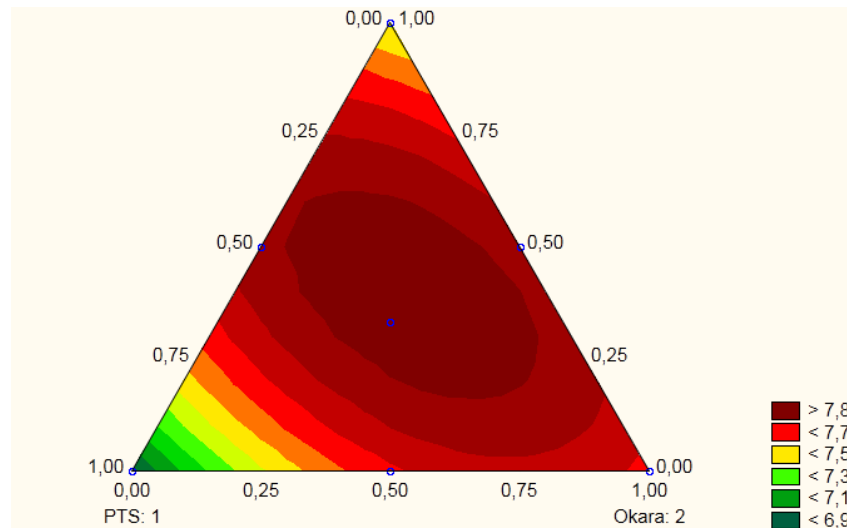
*Significativo ao nível de 5%

(1) y11 = Cor, y12 = Sabor, y13 = Textura, y14 = Aparência, y15 = Aceitação global, y16 = Intenção de compra

5.5.3 Cor

Para a função resposta y11 = cor, não houve falta de ajuste para os modelos estudados ($p > 0,05$), evidenciando que os dados experimentais e a equação modelo estão em acordo. Houve termos lineares e quadráticos significativos, porém o modelo quadrático foi considerado pelo seu valor de R^2 (0,95). Os termos quadráticos não significativos foram considerados devido à sua contribuição no ajuste do modelo ($\beta 12$, $\beta 13$ e $\beta 23$) (Tabela 9).

A função resposta y11 (cor) foi afetada significativamente pelos coeficientes x1 (proteína texturizada de soja), x2 (okara) e x3 (toucinho) ($p < 0,05$), com termos quadráticos positivos $\beta 1$, $\beta 2$ e $\beta 3$ (Tabela 9). Pelos coeficientes da equação y11 a variável x2 (okara) exerceu maior influência na coloração do hambúrguer, seguida das variáveis x3 (toucinho) e x1 (proteína texturizada de soja). O coeficiente $\beta 2$ do termo quadrático foi positivo e significativo ($p < 0,05$) (Tabela 9) indicando que maiores concentrações de okara (x2) podem melhorar a coloração do produto perante a percepção dos julgadores. Isto significa dizer que as amostras adicionadas de farinha de okara não interferiram na aceitação dos julgadores em relação ao aspecto visual do produto, sendo este fator muito importante uma vez que o primeiro contato do consumidor com o produto é visual.



$$y_{11} = 6,89 \cdot x_1 + 7,67 \cdot x_2 + 7,38 \cdot x_3 + 1,60x_1x_2 + 2,94x_1x_3 + 1,30x_2x_3$$

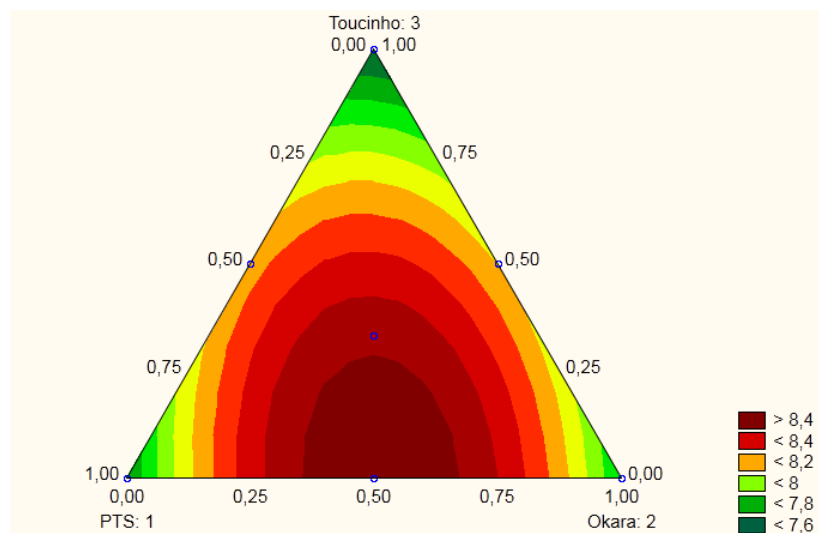
Figura 20 – Superfície de resposta para os componentes: x1 (proteína texturizada de soja), x2 (okara) e x3 (toucinho), mostrando o efeito das misturas na variável dependente y11 = cor, com predominância na matriz x2.

As médias obtidas para as notas de cor variaram de 6,87 a 7,94 (Tabela 8). Bomdespacho et al. (2011) no teste de aceitação de hambúrgueres de carne de frango adicionados de okara, e utilizando uma escala hedônica de nove pontos, obtiveram notas inferiores para as amostras adicionadas de 50 % de okara (x2). As amostras contendo 30 % ou menos, não diferiram do controle em relação a este atributo e suas médias variaram de 6,0 a 7,0.

5.5.4 Sabor

Com relação ao sabor dos hambúrgueres (função resposta y12) não houve falta de ajuste para nenhum dos modelos ($p > 0,05$), ou seja, os dados experimentais e a equação do modelo estão em acordo, e termos lineares e quadráticos foram significativos ($p < 0,05$). Os termos quadráticos β_{13} e β_{23} não foram significativos, entretanto foram considerados devido à contribuição no ajuste do modelo. Seu coeficiente de determinação R^2 foi 0,99 (Tabela 9), indicando que a equação quadrática tem boa capacidade de predição.

A função resposta y_{12} (sabor) foi afetada significativamente pelos coeficientes x_1 (proteína texturizada de soja), x_2 (okara) e x_3 (toucinho) ($p < 0,05$), com termos quadráticos positivos β_1 , β_2 , β_3 e β_{12} (Tabela 9). Pelos coeficientes da equação y_{12} , o atributo sabor foi mais afetado pela variável x_2 (okara) seguida de x_1 (proteína texturizada de soja) e x_3 (toucinho). O efeito do componente x_2 (okara) revela que o aumento das concentrações deste componente apresenta uma melhora no sabor do produto perante a percepção dos julgadores. Ahmedna, Prinyawiwatkul e Rao (1999) relatam que a adição de proteína melhora o sabor dos produtos. Bomdespacho et al. (2011) no emprego de 10% de farinha de okara em hambúrgueres de carne de frango não obtiveram diferença estatisticamente significativa com o controle, ao passo que maiores concentrações de okara (30 a 50 %) afetaram negativamente a aceitação do produto em relação ao atributo sabor. Já, Turhan, Temiz e Sagir (2007) obtiveram as maiores notas para este atributo ($p > 0,05$) para as amostras adicionadas com até 22,5 % de okara fresco. Analisando a superfície de resposta (Figura 21) é possível verificar uma tendência do aumento das notas do atributo sabor com a mistura binária da proteína texturizada de soja (x_1) e okara (x_2).



$$y_{12} = 7,70 \cdot x_1 + 7,80 \cdot x_2 + 7,58 \cdot x_3 + 3,36 \cdot x_1 x_2 + 2,04 \cdot x_1 x_3 + 1,64 \cdot x_2 x_3$$

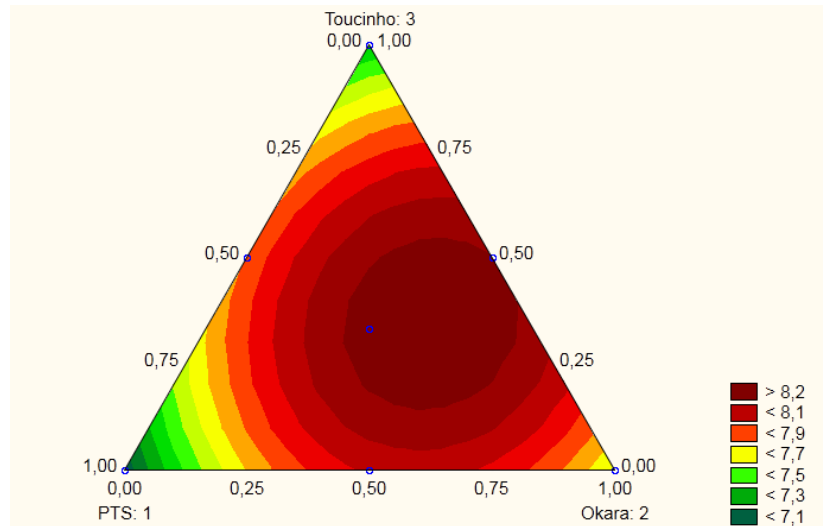
Figura 21 – Superfície de resposta para os componentes: x_1 (proteína texturizada de soja), x_2 (okara) e x_3 (toucinho), mostrando o efeito das misturas na variável dependente y_{12} = sabor, com predominância na matriz x_2 .

Yamaguchi et al. (2011) ao estudarem 2 formulações de hambúrgueres de carne bovina, uma com 4 % okara e outra com 4 % PTS, e submeterem as amostras ao teste de aceitação, não obtiveram diferença estatisticamente significativa entre as formulações para o atributo sabor ($p > 0,05$).

5.5.5 Textura

Para a função resposta y_{13} = textura, não houve falta de ajuste para os modelos linear e quadrático ($p > 0,05$), apresentando termos lineares e quadráticos significativos ($p < 0,05$). Os termos quadráticos β_{12} , β_{13} e β_{23} não foram significativos, mas foram considerados devido à contribuição no ajuste do modelo. Seu coeficiente de determinação R^2 foi 0,99 (Tabela 9), o que significa que a equação tem boa capacidade de predição.

A função resposta y_{13} (textura) foi afetada significativamente pela presença das variáveis x_1 (proteína texturizada de soja), x_2 (okara) e x_3 (toucinho) ($p < 0,05$), com termos quadráticos positivos β_1 , β_2 e β_3 (Tabela 9). Analisando os coeficientes da equação y_{13} = textura, a variável x_2 (okara) apresentou maior contribuição, seguida das variáveis x_3 (toucinho) e x_1 (proteína texturizada de soja). Estes valores revelam que o okara (x_2) atua na melhora da textura destes produtos de acordo com a percepção dos julgadores. Ahmedna, Prinyawiwatkul e Rao (1999) relatam que a adição de proteína melhora a textura dos produtos. Esta maior nota pode ser atribuída ao fato de o okara possuir alta quantidade protéica. A superfície de resposta (Figura 22), demonstra uma tendência do aumento das notas do atributo textura com a mistura binária x_2 (okara) com x_3 (toucinho).



$$y_{13} = 7,04 \cdot x_1 + 7,59 \cdot x_2 + 7,30 \cdot x_3 + 2,80x_1x_2 + 2,58x_1x_3 + 3,04x_2x_3$$

Figura 22 – Superfície de resposta para os componentes: x1 (proteína texturizada de soja), x2 (okara) e x3 (toucinho), mostrando o efeito das misturas na variável dependente y13 = textura, com predominância na matriz x2.

O ensaio 6, correspondente a este coeficiente (β_{23}), obteve a maior média das notas (Tabela 8), que variou entre 7,03 a 8,25. De acordo com Bomdespacho et al. (2011) a textura está diretamente relacionada com a quantidade de gordura do produto. No entanto, a amostra que obteve a maior média das notas, foi aquela correspondente ao ensaio 6 (Tabela 8). Assim, o okara pode ter atuado como melhorador de textura, já que, segundo Moraes e Silva (2000)⁹, alguns derivados da soja têm sido utilizados na elaboração de produtos cárneos como fonte protéica, atuando como melhoradores tecnológicos de textura e maciez, e agindo como agente emulsionante em hambúrgueres e salsicha (BOMDESPACHO et al., 2011)

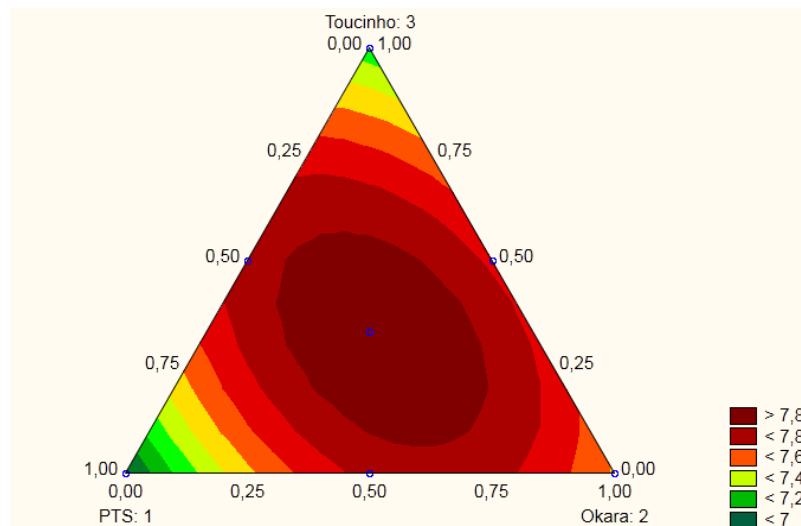
5.5.6 Aparência

Com relação à aparência (função resposta y14) dos hambúrgueres, termos lineares e quadráticos foram significativos ($p < 0,05$) e não houve falta de ajuste para ambos modelos ($p > 0,05$). Os termos quadráticos β_{12} , β_{13} e β_{23} não

⁹ MORAIS, A. A. C.; SILVA, A. L. Valor nutritivo e funcional da soja. **Rev. Bras. Nutr. Clín.** v.15, n.2, p.306-315. 2000.

foram significativos, mas foram considerados devido à contribuição no ajuste do modelo. Seu coeficiente de determinação R^2 foi 0,95 (Tabela 9), o que significa que a equação tem boa capacidade de predição.

A função resposta y_{14} (aparência) foi afetada significativamente pela presença das variáveis x_1 (proteína texturizada de soja), x_2 (okara) e x_3 (toucinho) ($p < 0,05$), com termos quadráticos positivos β_1 , β_2 e β_3 (Tabela 9). Pelos coeficientes da equação (y_{14}) a variável x_2 (okara) apresentou a maior contribuição na equação, seguida das variáveis x_3 (toucinho) e x_1 (proteína texturizada de soja). Ahmedna, Prinyawiwatkul e Rao (1999) relatam que a adição de proteína também melhora a aparência dos produtos com ela adicionados. Turhan, Temiz e Sagir (2007), ao submeterem amostras de hambúrgueres de carne bovina adicionados de diferentes teores de farinha de okara ao teste de aceitação, verificaram que as amostras adicionadas de 7,5 % a 15 % de farinha de okara tiveram as melhores notas para aparência. A superfície de resposta (Figura 23) apresenta uma tendência quadrática de melhora da textura com o aumento das misturas binárias x_1 (proteína texturizada de soja) com x_2 (okara) e x_1 (proteína texturizada de soja) com x_3 (toucinho).



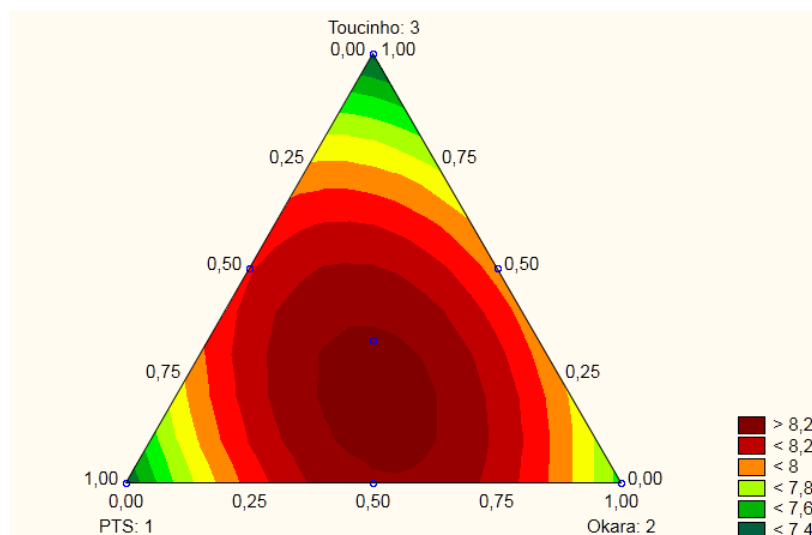
$$y_{14} = 6,98 \cdot x_1 + 7,49 \cdot x_2 + 7,24 \cdot x_3 + 1,99x_1x_2 + 2,57x_1x_3 + 1,27x_2x_3$$

Figura 23 – Superfície de resposta para os componentes: x_1 (proteína texturizada de soja), x_2 (okara) e x_3 (toucinho), mostrando o efeito das misturas na variável dependente y_{14} = aparência, com predominância na matriz x_2 .

5.5.7 Aceitação Global

Com relação à aceitação global dos hambúrgueres (função resposta y_{15}), termos lineares e quadráticos foram significativos ($p < 0,05$) e não houve falta de ajuste para os modelos estudados ($p > 0,05$). Os termos quadráticos β_{12} , β_{13} e β_{23} não foram significativos, porém foram considerados devido à contribuição no ajuste do modelo. Seu coeficiente de determinação R^2 foi 0,99 (Tabela 9), indicando que a equação tem boa capacidade de predição.

A função resposta y_{15} (aceitação global) foi afetada significativamente pelos coeficientes x_1 (proteína texturizada de soja), x_2 (okara) e x_3 (toucinho) ($p < 0,05$), com termos quadráticos positivos β_1 , β_2 , β_3 e significativos ($p < 0,05$, Tabela 9). Pelos coeficientes, a equação y_{15} (aceitação global) teve maior influência significativa da variável x_2 (okara), seguida das variáveis x_1 (proteína texturizada de soja) e x_3 (toucinho). Gurjal et al. (2002) observaram para o mesmo atributo que as notas decresciam com o aumento da proteína texturizada de soja nos hambúrgueres. Analisando a superfície de resposta (Figura 24), observa-se uma tendência quadrática do aumento da aceitação global dos hambúrgueres com a mistura binária x_1 (proteína texturizada de soja) e x_2 (okara).



$$y_{15} = 7,41 \cdot x_1 + 7,66 \cdot x_2 + 7,37 \cdot x_3 + 3,00 x_1 x_2 + 2,78 x_1 x_3 + 1,76 x_2 x_3$$

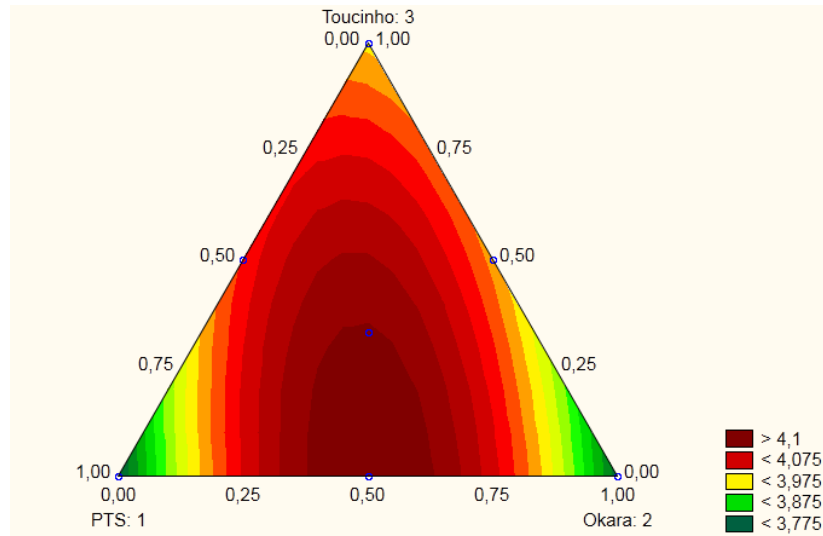
Figura 24– Superfície de resposta para os componentes: x_1 (proteína texturizada de soja), x_2 (okara) e x_3 (toucinho), mostrando o efeito das misturas na variável dependente y_{15} = aceitação global, com predominância na matriz x_2 .

5.5.8 Intenção de compra

Para a intenção de compra dos hambúrgueres (função resposta y16), termos lineares e quadráticos obtidos foram significativos ($p < 0,05$) e não houve falta de ajuste para nenhum dos modelos estudados ($p > 0,05$). Os termos quadráticos β_{12} , β_{13} e β_{23} não foram significativos, porém foram considerados devido a contribuição no ajuste do modelo. Seu coeficiente de determinação R^2 foi 0,87 (Tabela 9), havendo boa capacidade de predição pela equação.

A função resposta y16 (intenção de compra) foi afetada significativamente pelos coeficientes x1 (proteína texturizada de soja), x2 (okara) e x3 (toucinho) ($p < 0,05$), com termos quadráticos positivos β_1 , β_2 e β_3 e significativos ($p < 0,05$, Tabela 9). Analisando os coeficientes da equação y16 = intenção de compra, foi observado que a variável x3 (toucinho) apresentou maior contribuição seguida das variáveis x2 (okara) e x1 (proteína texturizada de soja). As variáveis x2 (okara) e x1 (proteína texturizada de soja) apresentaram efeitos muito semelhantes, com valores de coeficientes muito próximos (β_1 e β_2 , Tabela 9).

O mesmo comportamento foi encontrado por Yamaguchi et al. (2011), que relata que não houve diferença ($p < 0,05$) entre as amostras com proteína texturizada de soja e okara submetidas ao teste de intenção de compra. A partir do gráfico de superfície de resposta (Figura 25), é possível visualizar que há uma tendência quadrática do aumento das notas de intenção de compra com a mistura binária x1 (proteína texturizada de soja) com x2 (okara).



$$y_{16} = 3,77 \cdot x_1 + 3,79 \cdot x_2 + 3,97 \cdot x_3 + 1,49x_1x_2 + 0,65x_1x_3 + 0,45x_2x_3$$

Figura 25 – Superfície de resposta para os componentes: x_1 (proteína texturizada de soja), x_2 (okara) e x_3 (toucinho), mostrando o efeito das misturas na variável dependente y_{16} = intenção de compra, com predominância na matriz x_3 .

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O okara apresentou grande potencial de utilização em hambúrgueres de carne bovina, sendo possível sua aplicação em forma de farinha para a obtenção de um produto de qualidade.

Proteína texturizada de soja, okara e toucinho influenciaram significativamente ($p < 0,05$) as variáveis dependentes estudadas, exceto para IAO. As equações modelo desenvolvidas no presente trabalho foram utilizadas para identificar os fatores mais importantes que afetaram a qualidade dos hambúrgueres.

Para as propriedades tecnológicas, proteína texturizada de soja, okara e toucinho influenciaram significativamente ($p < 0,05$) o encolhimento, rendimento e IAA do produto estudado. Menores valores de encolhimento e maiores valores de rendimento foram obtidos com a utilização de proteína texturizada de soja. O IAA teve a mesma influencia tanto da proteína texturizada de soja quanto do okara. Para a retenção de umidade e gordura, somente a proteína texturizada de soja teve efeito significativo para melhora destas variáveis.

Em relação à composição química, todas as variáveis dependentes foram influenciadas significativamente ($p < 0,05$) pelos componentes proteína texturizada de soja, okara e toucinho, com exceção do teor de proteínas que teve influencia significativa somente da proteína texturizada de soja. A umidade e o teor de lipídios, tiveram maior influência do toucinho, porém para o teor de cinzas a maior influência na equação obtida neste estudo foi para o okara.

Referente à aceitação sensorial das formulações desenvolvidas, todas as variáveis dependentes sofreram influência significativa dos componentes proteína texturizada de soja, okara e toucinho. Porém neste caso, o okara foi o componente que teve maior influência em todos os parâmetros, exceto para intenção de compra, que teve maior influência na equação do componente toucinho.

Servindo de fonte protéica de baixo custo e efetivo para a obtenção de um produto de boa qualidade, a substituição total da proteína texturizada de soja pelo okara pode ser considerada uma das alternativas para o aproveitamento deste subproduto, que apesar de apresentar elevado teor protéico, ainda não é direcionado para a alimentação humana.

Pesquisas posteriores serão necessárias no sentido de relacionar os tipos de extração disponíveis simulando a extração industrial, para verificar a efetividade do reaproveitamento da farinha de okara em hambúrgueres de carne bovina e também em relação ao custo x benefício da utilização do okara em produtos cárneos.

REFERÊNCIAS

- AHMEDNA, Mohamed; PRINYAWIWATKUL, Witoon; RAO, Ramu M. Solubilized wheat protein isolate: functional properties and potential food applications. **J. Agric. Food Chem.**, v.47, p.1340-1345. 1999.
- AKESOWAN, Asisak. Quality characteristics of light pork burgers fortified with soy protein isolate. **Food Sci. Biotechl.** v.19, n.5, p.1143-1149, oct. 2010.
- AMARAL, Vera M. G. do. **A importância da soja como alimento funcional para qualidade de vida e saúde.** 2006. 69f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.
- ANDIÇ, Seval; ZORBA, Ömer; TUNÇTÜRK, Yusuf. Effect of whey powder, skim milk powder and their combination on yield and textural properties of meat patties. **Int. J. Agric. Biol.** v.12, p.871-876. 2010.
- ANDRADE, Alyne G; MOREIRA, Taís M; PEREIRA Marlise T. Efeitos do consumo de *Okara* (subproduto da soja), no metabolismo: revisão da literatura. **In: II SIMPOSIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO “ALIMENTOS E SAÚDE”.** 2010. Uberlândia.
- APLEVICZ, Krischina S; DEMIATE, Ivo M. Análises físico-químicas de pré-misturas de pães de queijo e produção de pães de queijo com adição de okara. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1416-1422, set./out., 2007.
- AOAC. **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists.** 16. ed. Washington, 1995.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº20, de 31 de julho de 2000. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Hambúrguer.** Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>. Acesso em: 06 jul 2011.
- BAYRAM, Mustafa; KAYA, Ahmet; ÖNER, Mehmet Durdu. Changes in properties of soaking water during production of soy-bulgur. **J. Food Eng.** v.61, n.2, p. 221-230, Mar, 2004.

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

BERTOLINI, William et al. Utilização de proteínas plasmáticas em hambúrgueres bovinos com diferentes teores de gordura. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.** Salvador, v.12, n.3, p.563-572, jul./set. 2011.

BOMDESPACHO, Laura Q. de. et al. O emprego de okara no processamento de “hambúrguer” de frango fermentado com *Lactobacillus acidophilus* crl 1014. **Alim. Nutr.** Araraquara, v.22, n.2, p.315-322, abr./jun. 2011.

BOWLES, Simone. **Utilização do subproduto da obtenção do extrato aquoso de soja – Okara em pães do tipo francês.** 87f.. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2005.

BOWLES, Simone; DEMIATE, Ivo M. Caracterização físico química de okara e aplicação em pães tipo francês. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas, v.26, n.3, p.652-659, jul.-set. 2006.

CAMPAGNOLI, Renata R.; BRENDA, Caroline A.; SANJINEZ-ARGANDÓNA, Eliana J. **Desenvolvimento e caracterização de barras de cereais com adição de polpa e de amêndoa da bacaiúva (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd.).** In: 63ª Reunião anual da SBPC, 2011, Goiânia. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/63ra/resumos/resumos/3854.htm>. Acesso em: 07 set. 2011.

CANTUÁRIA, Cláudia M. et al. Perfil sensorial de pães de forma enriquecidos com okara. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.10, n.2, p.111-120. 2008.

CARRÃO-PANIZZI, Mercedes C. Apresentação. In: Soja Saúde. 2001. Londrina. **Anais do I Simpósio Brasileiro sobre os Benefícios da soja para a Saúde Humana.** Londrina. EMBRAPA: 2001.

CAVALCANTI, Mônica T; BORA, Pushkar S; CARVAJAL, Juan C. L. Propriedades funcionais das proteínas de amêndoas da faveleira (*Cnidoculus phyllachantus* (Mart.) Pax. et K. Hoffm.) com e sem espinhos. **Cienc. Tecnol. Aliment.** v.29, n.3, p. 597-602, jul.-set. 2009.

CAVALHEIRO, Silvia F. L. et al. Biscoito sabor chocolate com resíduo de soja, "Okara": teste afetivo com crianças em idade pré-escolar. **Alim. Nutr.**, São Paulo, v. 12, 2001. p. 151-162.

CAYE, Luana et al. Hambúrguer de carne ovina: aceitabilidade do consumidor. In: **III Seminário: Sistemas de Produção Agropecuária - Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 2009. Dois Vizinhos - PR.

CHAU, C. F.; CHEUNG, P. C. K. Functional Properties of flours prepared from three Chinese indigenous legume seeds. **Food Chemistry**. V.61, n.4, p.429-433, apr. 1997.

CHOU, David H.; MORR, Charles V. Protein-water interactions and functional properties. **J. Am. Oil Chemists' Soc.**, v.56, p.53A-62A, Jan. 1979.

CUNHA, Mário A. A. de et al. Produção de biscoitos com subproduto de soja (okara). **Synergismus Scientifica UTFPR**, Pato Branco, v.2, p.1-4. 2007.

CUNHA, Mário A. A. de et al. Barras alimentícias formuladas com resíduo de soja. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**. Campo Mourão, v.1, n.2, p.89-96, jul./dez. 2010.

DAS, Arun K. et al. Physicochemical, textural, sensory characteristics and storage stability of goat meat patties extended with full-fat soy paste and soy granules. **Int. J. Food Sci. Tech**. v.43, p.383-392, 2008.

EL-MAGOLI, Salwa B.; LAROIA S.; HANSEN, P. M. T. Flavor and Texture Characteristics of Low Fat Ground Beef Patties Formulated with Whey Protein Concentrate. **Meat Science**, v.42, n.2, p. 179-193. 1996.

EL NARSI, Nazar A.; EL TINAY, A. H. Functional properties of fenugreek (*Trigonella foenum graecum*) protein concentrate. **Food Chemistry**. v.103, n. 2, p.582-589, jun./sept. 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Soja em números**. 2011a. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=294&cod_pai=16>. Acesso em: 10 abr. 2013.

_____. Soja na alimentação. Composição química e propriedades. 2011b.

Disponível em:

http://www.cnpso.embrapa.br/soja_alimentacao/index.php?pagina=23>. Acesso em: 18 out. 2011.

FONTAN, Rafael C. I. et al. Influência do tipo de carne, adição de fosfato e proteína texturizada de soja na perda de peso por cocção e redução do tamanho de hambúrgueres. **Alim. Nutr.** Araraquara, v.22, n.3, p. 407-412, jul./set. 2011.

GRAF, NaErnest; SAGUY, Israel S. **Food Product Development: From concept to the marketplace.** New York: Chapman & Hall. 1991.

GRIZOTTO, Regina K. et al. Evaluation of the quality of a molded sweet biscuit enriched with okara flour. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas, v.30, n.1, p.270-275, mai. 2010a.

GRIZOTTO, Regina K. et al. Estudo de viabilidade econômica de unidade de secagem de okara. **Informações Econômicas.** São Paulo, v.40, n.10, out. 2010b.

GRIZOTTO, Regina K; AGUIRRE, José M. de. Study of the flash draying of the residue from soymilk processing – “okara”. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas, v.31, n.3, p.645-653, jul.-set. 2011.

GRIZOTTO, Regina K. et al. Physical, chemical, technological and sensory characteristics of Frankfurter type sausage containing okara flour. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas, v.32, n.3, p.538-546, jul.-set. 2012.

GURJAL, H. S. et al. Effect o liquid whole egg, fat and textured soy protein on the textural, and cooking properties of raw and baked patties from goat meat. **J. Food Eng,** v.53, p.377-385. 2002.

HOOGENCAMP, Henk. W. **Soy protein and formulated meat products.** Cambridge: CABI Publishing, 1997.

HORAN, F.E. Soy protein products and their production. **Journal of the American Oil Chemists.** v.51, n.1, p.67a-73a, Jan. 1974.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatística da produção agrícola janeiro de 2013.** Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201301_comentarios.pdf>. Acesso em 03 jun. 2013.

JACKSON, C. J. C, et al. Effects of processing on the content and composition of isoflavones during manufacturing of soy beverage and tofu. **Process Biochemistry**, v.37, n.10, p. 1112-1123, Mai, 2002.

JOGLEKA, A. M; MAY, A. T. Product excellence through design of experiments. **Cereal Foods World** 3. p. 857-868. 1987.

KAMATA, Yoshiro; OKUBO, Kazuyoshi; SHIBASAKI, Kazuo. Decrease of soybean glycinin digestibility in excess denaturation: Effect of refolding. **Agric. Biol. Chem.**, v.43, n.6, p.1219-1223. 1979.

KATO, Talita et al. Development of sausages formulated with okara, isolated soy protein and mechanically deboned chicken. In: World Congress of Food Science and Technology, 16, 2012. Foz do Iguaçu. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <<http://iufost.org.br/sites/iufost.org.br/files/anais/01964.pdf>>. Acesso em 20 ago. 2012.

KURT, S. KILINÇÇEKER, O. Performance optimization of sou and whey protein isolates as coating materials on chicken meat. **Poultry Science**, v.90, p.195-200. 2011.

LAROSA, et al. Aspectos sensoriais, nutricionais e tecnológicos de biscoito doce contendo farinha de 'okara'. **Alim. Nutr.** Araraquara, v.17, n.2, p.151-157, abr./jun. 2006.

LAWRIE, R.A. **Ciência da carne**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. p.318.

LESCANO, César A. A. **Análise da secagem de resíduo de leite de soja "okara" em secadores de leito de jorro e de cilindro rotativo assistido a microondas**. 2009. 138f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

LESCANO, César A. A.; TOBINAGA, Satoshi. Modelo codificado e real para a difusividade efetiva da secagem do resíduo do extrato hidrossolúvel de soja. **Revista Brasileira de produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v.6, n.1, p.17-25. 2004.

LI, Bo; QIAU, Meiyong; LU, Fei. Composition, Nutrition, and Utilization of Okara (Soybean Residue). **Food Reviews International**. v. 28, Iss. 3, p. 231-252, Jul. 2012. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/87559129.2011.595023>>. Acesso em: 28 mai 2012.

LIU, Keshun. Agronomic characteristics, production, and marketing. In:_____. **Soybeans: chemistry, technology, and utilization**. New York: Champma & Hall, 1997.

LIVRARI, Mariana, B.; MAURÍCIO, Angélica A. Desenvolvimento de produtos a base de soja e verificação da aceitabilidade da leguminosa pelos consumidores. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**. v.1, n.3, p.335-343, set./dez. 2008.

LUPATINI, Anne L. et al. Desenvolvimento de biscoitos com farinha de casca de maracujá-amarelo e okara. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v.13, n.3, edição especial, p.317-329. 2011.

MA, C. Y. et al. Isolation and characterization of proteins from soymilk residue (okara)*. **Food Res. Int.** v.29, n.8, p.799-805. 1997.

MADRONA, Grasiela S.; ALMEIDA, Aline M. elaboração de biscoitos tipo cookie à base okara e aveia. **Revista Tecnológica**. v.17, p.61-72, 2008.

MAIA, Elaine C. R. et al. Study of the biodiesel B100 oxidative stability in mixture with antioxidants. **Fuel Processing Technology**. v.92, n.9, p.1750-1755. 2011.

MANDARINO, José M. G; BENASSI, Vera de T; CARRÃO-PANIZZI, Mercedes C. Manual de receitas com soja. 2003.

MANSOUR, Esam H.; KHALIL, Ali H. Characteristics of low-fat beefburger as influenced by various types of wheat fibers. **Food Research International**, v.30, n. 314, p. 199-205.1997.

MARTINS,C. K. et al. Desenvolvimento de pão tipo bisnaguinha de leite produzida com adição de okara e leite de soja. In: Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, 8. 2009. Campinas. **Anais...** 2009. Disponível em: <http://dc318.4shared.com/doc/zeiZCiYe/preview.html>>. Acesso em: 08 set. 2012.

MATEOS-APARICIO, I. et al. Pea pod, broad bean pod and okara potential sources of functional compounds. **Food Science and Technology**. v.43. p.1467-1470. 2010.

MENDES, N. S. R. et al. Perfil de minerais em hambúrguer de carne bovina, acrescido de okara e aveia. In: Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, 8. 2009. Campinas. **Anais...** 2009. Disponível em: <<http://dc432.4shared.com/doc/pr5VSyXi/preview.html>>. Acesso em: 08 set. 2012.

MENDONÇA, José E de. **Estudo da viabilidade sensorial do enriquecimento com ferro, de vários produtos derivados da soja e a quantificação de seus teores em isoflavonas**. 2006. 84f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Ciências Farmaceuticas, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2006.

MORAES, Fernanda P.; COLLA, Luciane M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**. Passo Fundo, v.3, n.2, p.99-112, Nov., 2006.

MORAIS, Álvaro A. C. de.; SILVA, Alcino L. da. Valor nutritivo e funcional da soja. **Rev. Bras. Nutr. Clín.** v.15, p.306-315. 2000.

OHNO, A.; ANO, T.; SHODA, M. Production of the antifungal peptide antibiotic iturin by *Bacillus subtilis* NB22 in solid-state fermentation. **Journal Ferment. Bioeng**. v.75, p. 23–27. Oct. 1992.

OLIVO, Rubson; SHIMOKOMAKI, Massami. Fatores que influenciam as características das matérias-primas e suas implicações tecnológicas. In: SHIMOKOMAKI et al. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo: Livraria varela. 236p. 2006.

OLIVO, Rubson. Tecnologia de extensão cárnea. In: SHIMOKOMAKI et al. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo: Livraria varela. 236p. 2006.

ORDÓÑEZ, Juan A. características gerais da carne e componentes fundamentais. In: _____. **Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal**. v.2. Porto Alegre: Atmed, 2005. p. 129 – 141.

O'TOOLE, D. K. Characteristics and Use of Okara, the bean Residue from Milk Production - A Review. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. Hong Kong, v. 47, n.2, p. 363-371, 1999.

PERUSSELO, Camila A. **Estudo dos parâmetros de processo e modelagem numérica da secagem do resíduo sólido da produção do extrato hidrossolúvel de soja (Okara)**. 2008. 129f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná. 2008.

PINTO, Drauton D. J.; CASTRO, Patrícia S. Estudo preliminar da secagem do okara (resíduo do extrato aquoso de soja) para inativação dos fatores antinutricionais e conservação. **Braz. J. Food Technol.**, VII BMCFB, dez. 2008.

PROJECT SOY 20/20. Okara: **Overview of current utilization**. 2005. Disponível em: <<http://www.soy2020.ca/value.php>>. Acesso em: 10 set 2012.

PRINYAWIWATKUL, Witoon et al. Functional properties of cowpea (*vigna unguiculata*) flour as affected by soaking, boiling, and fungal fermentation. **J. Agric. Food Chem.** v.45, p.480-486, 1997.

PUZZI, Domingos. Padronização e classificação de cereais, grãos leguminosos e café. In:_____. **Abastecimento e armazenagem de grãos**. 2 ed. Campinas: Instituto Campneiro de Ensino Agrícola. 2000, p96 - 99.

QUITAIN et al. Recovery of oil components of okara by ethanol-modified supercritical carbon dioxide extraction. **Bioresource Technology**. Japan, v. 97, p. 1509–1514, 2006.

REGITANO-D'ARCE, Marisa A. B. Produtos protéicos de soja. In: OETTERER, Marília; REGITANO-D'ARCE, Marisa A. B; SPOTO, Marta H. F. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri, SP: Manole, 2006.

REIS, César; ANDRADE, João C. De. Planejamento experimental para misturas utilizando cromatografia em papel. **Química Nova**, v.19, n.3, p. 307-319. 1996.

RIBEIRO, Viviane A. de. **Aproveitamento do resíduo do extrato de soja na elaboração de um produto tipo paçoca**. 2006. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras. Minas Gerais. 2006. Disponível em:<http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/title/aproveitamento-do-resíduo-do-extrato-soja-na-elaboração-um-produto/id/8553770.html>. Acesso em: 21 ago. 2012.

RIBEIRO, R. D.; MIGUEL, D.P. Avaliação da composição físico-química de farinhas de *okara* e girassol e sua utilização no desenvolvimento de pão de forma. In: **IX JORNADA CIENTÍFICA DA FAZU**, 2010, Uberaba, MG.

ROMANELLI, Pedro F; CASERI, Roseani; LOPES FILHO, José F. Processamento da carne do jacaré do pantanal (*Caiman crocodilusycare*). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.22, n.1. p. 70-75, jan.-abr. 2002.

SANTOS, Graciela C. dos; BEDANI, Raquel; ROSSI, Elizeu A. utilização do resíduo de soja (*okara*) no desenvolvimento de um cereal matinal. **Alim. Nutr.** Araraquara, v.15, n.1, p.31-34, 2004.

SANTOS, C. G. P. dos; MIGUEL, D. P.; DUARTE, L. B. Estudo da aceitabilidade de hambúrguer a base de *okara* preparados na forma frita e assada. In: **IX JORNADA CIENTÍFICA DA FAZU**, 2009. Uberaba, MG.

SANTOS, C. G. P. dos; MIGUEL, D. P.; LOBATO, F. M. Processamento de “hambúrgueres” à base de resíduo de soja “Okara”: Análise físico-química, sensorial e microbiológica. In: **IX JORNADA CIENTÍFICA DA FAZU**, 2010, Uberaba, MG.

SERDAROGLU, Meltem; DEGIRMENCIOGLU, Ozlem. Effects of fat level (5%, 10%, 20%) and corn flour (0%, 2%, 4%) on some properties of Turkish type meatballs (koefta). **Meat Science**, Peru, v. 68, p.291-296. 2004.

SEIBEL, Neusa F. **Caracterização, fracionamento e hidrólise enzimática dos componentes do resíduo do processamento da soja [*Glycine Max (L.) Merrill*], fibras dos cotilédones**. 2006. 101f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

SEIBEL, Neusa F.; BELÉIA, Adelaide D. P. Características químicas e funcionalidade tecnológica de ingredientes de soja [*Glycine Max (L.) Merrill*]: carboidratos e proteínas. **Braz. J. Food Technol.**, v. 12, n. 2, p. 113-122, abr./jun. 2009.

SHEEDER M. R. L. et al. Fat acid composition cooking loss and texture of beef patties from meat of bulls fed different fats. **Meat Science**, Suíça, v.58, p.321-328, jan. 2001.

SILVA, Leomar H. et al. Desenvolvimento de pão de fôrma com a adição de farinha de “okara”. **Braz. J. Food Technol.** v.12, n.4, p. 315-322, out./dez. 2009.

SILVA, Maria S. et al. Composição química e valor protéico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.26, n.3, Jul – Set, 2006.

TAVARES, Talissa de M; SERAFINI, Álvaro B. Carnes de hambúrgueres prontas para consumo: aspectos legais e riscos bacterianos. **Revista de patologia tropical**, v.35, n.1, jan.-abr. 2006.

TACO. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. 4ed. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA, Unicamp. 2011. 161p.

TERRA, Nelcindo N. **Produção de carnes**. In: _____. Apontamentos de tecnologia de carnes. São Leopoldo: Ed. Uninsos. 1998. 216p.

TELLES, Tiago. S.; GUIMARÃES, Maria de F.; ROESSING, Antônio C. A infra-estrutura de transporte frente à expansão da cultura da soja no Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, suplemento 1, p. 1109-1122, 2009.

TIRABOSQUI, P. C. A. et al. Desenvolvimento e rendimento de pães caseiros enriquecidos com okara, leite de soja e farinha integral. In: **Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos**, 8. 2009. Campinas. **Anais...** 2009. Disponível em: <<http://dc180.4shared.com/doc/vGZDq08b/preview.html>>. Acesso em: 08 set. 2012.

TURHAN, Sadettin; TEMIZ, Hasan; SAGIR, Inci. Utilization of wet okara in low-fat beef patties. **Journal of Muscle Foods**, Peru, v.18, p.226-235, out. 2007.

VELIOGLU, Hasan M. et al. Investigating the effects of ingredient levels on physical quality properties of cooked hamburger patties using response surface methodology and image processing technology. **Meat Science**, Peru, v.84, p.477-483, 2010.

VILLANUEVA, Nilda D. M; PETENATE, Ademir J; DA SILVA, Maria A. A. P. Performance of the hybrid scale as compared to the traditional hedonic, self-adjusting and ranking scales. **Food Quality and Preference**. v.16. p.691-703. 2005.

WAN, Rosli et al. Colour, textural properties, cooking characteristics and fibre content of chicken patty added with oyster mushroom (*Pleurotus sajor-caju*). **International Food Research Journal**. v.18. p. 621-627. 2011.

WANG, Sin-Huei; CABRAL, Lair C.; BORGES, Geraldo G. Utilização do resíduo do leite de soja na elaboração de paçoca. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.34, n.7, p.1305-1311, jul. 1999.

WANG, H. L.; CAVINS, J. F. Yield and Amino Acid Composition of Fractions Obtained During Tofu Production. **Cereal Chem.** v.66, n.4, p.359-361, abr, 1989.

YANG, In et al. Adhesives formulated with chemically modified okara and phenol–resorcinol–formaldehyde for bonding fancy veneer onto high-density fiberboard. **Journal of Industrial and Engineering Chemistry.** v.15, 2009. p. 398–402.

YAMAGUCHI, Margarida M et al. Avaliação física e sensorial de hambúrguer bovino contendo okara na formulação. In: **XI Encontro Regional Sul de Ciência e Tecnologia de Alimentos – XI ERSCTA.** 2011. Curitiba, Pr.

YILDIZ-TURP, Gülen; SEDAROGLU, Meltem. Effects of using plum puree on some properties of low fat beef patties. **Meat Science.** v.86, p.896-900. 2010.

YILMAZ, I.; DAGLIOGLU, O. The effect of replacing fat with oat bran on fatty acid composition and physicochemical properties of meatballs. **Meat Science**, v.65, p. 819–823. 2002.

YU, Jianmei; AHMEDNA, Mohamed; GOKTEPE, Ipek. Peanut protein concentrate: Production and functional properties as affected by processing. **Food Chemistry.** v.103, n.1, 121-129, jul./aug. 2006.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Ficha de avaliação sensorial utilizada no teste de aceitação das amostras

APÊNDICE B – Trabalhos

16th World Congress of Food Science and Technology – IUFOST – Foz do Iguaçu, 2012

Effect of the Addition of Okara (By-Product From Soybean Aqueous Extract) Over the Technological Properties of Beef Hamburgers.

Autores: Heloisa Gabriel Falcão, Margarida Masami Yamaguchi, Neusa Fátima Seibel, Jéssica Cruz Devidé e Sarah Negreiros Ribeiro.

59th International Congress of Meat Science and Technology – INCOMST – Turquia, 2013.

Evaluation of Effects of Adding Textured Soy Protein, Okara And Fat on Technological Characteristics of Hamburgers.

Autores: Fábio Augusto Garcia Coró, Neusa Fátima Seibel, Heloisa Gabriel Falcão, Margarida Masami Yamaguchi, Jéssica Cruz Devidé e Sarah Negreiros Ribeiro.