



**RAFAELA B ERGMANN STRADA DE OLIVEIRA**

**ADIÇÃO DE RESÍDUO DO EXTRATO AQUOSO  
DE SOJA (OKARA) EM PRODUTO TIPO  
HAMBÚRGUER FORMULADO COM CARNE  
BOVINA**

**LAVRAS - MG**

**2016**

**RAFAELA BERGMANN STRADA DE OLIVEIRA**

**ADIÇÃO DE RESÍDUO DO EXTRATO AQUOSO DE SOJA (OKARA)  
EM PRODUTO TIPO HAMBÚRGUER FORMULADO COM CARNE  
BOVINA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador

Dr. Carlos José Pimenta

**LAVRAS - MG**

**2016**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Oliveira, Rafaela Bergmann Strada de.

Adição de resíduo do extrato aquoso de soja (Okara) em produto  
tipo hambúrguer formulado com carne bovina / Rafaela Bergmann  
Strada de Oliveira. – Lavras : UFLA, 2016.

116 p. : il.

Tese(doutorado)–Universidade Federal de Lavras, 2016.

Orientador: Carlos José Pimenta.

Bibliografia.

1. Resíduo. 2. Soja. 3. Características Tecnológicas. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

**RAFAELA BERGMANN STRADA DE OLIVEIRA**

**ADIÇÃO DE RESÍDUO DO EXTRATO AQUOSO DE SOJA (OKARA)  
EM PRODUTO TIPO HAMBÚRGUER FORMULADO COM CARNE  
BOVINA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 16 de março de 2016.

Dra. Flávia Della Lucia	UNIFAL
Dra. Lidiane Paula Ardisson Miranda	UNIFENAS / UNIS
Dr. Maria Emília Sousa Gomes Pimenta	UFLA
Dra. Sandra Maria Oliveira Morais Veiga	UNIFAL

Dr. Carlos José Pimenta  
Orientador

**LAVRAS – MG**

**2016**

Aos meus filhos Vinícius e Pedro, e ao meu esposo André. Com certeza um dia  
este esforço fará diferença em nossas vidas!

**DEDICO.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela força diária para viver intensamente meu trabalho e estudos e, ainda, cuidar da minha família.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), pela oportunidade concedida e apoio na execução do doutorado.

À Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Pesquisa Científica (CNPq) e à Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo financiamento das ações deste projeto.

Ao meu orientador, professor Dr. Carlos José Pimenta, por sua atenção e seu exemplo de profissionalismo e competência, sendo um excelente mestre nesta minha caminhada. Deixo aqui registrada minha gratidão.

À professora Dra. Maria Emília Sousa Gomes Pimenta, por sua presteza em todos os momentos de que precisei. Você, com certeza, fez diferença nestes anos de estudo. Um exemplo de ser humano. Vencedora!

À professora Dra. Flávia Della Lucia, pelos ensinamentos, presteza, paciência e incentivo. Sem você não sei se chegaria até aqui! Pessoa bondosa, de alma pura. Obrigada de coração por tudo! Aprendi muito com você. Exemplo de determinação, companheirismo, cumplicidade e inteligência. Obrigada pela amizade, minha admiração e respeito por você é grande! Agradeço a cooperação em todas as etapas na realização deste trabalho!

Ao professor Dr. Eric Batista Ferreira, pelo apoio fundamental em todas as análises estatísticas deste trabalho. Você é incrível!

Ao professor Dr. João Evangelista Fiorini e à técnica de laboratório, Luciana Rosa Alves Rufino Feliciano, pelo incentivo constante e auxílio nas análises microbiológicas.

A todos os professores do DCA, que me proporcionaram conhecimento para prosseguir na minha carreira docente, sendo fundamentais para o meu aprimoramento e capacitação.

À Unifenas por ser meu porto seguro nestes anos de estudo. Agradeço a compreensão de todos os colaboradores do Restaurante dos Lagos que me apoiaram e entenderam minha ausência por diversas vezes.

Impossível não agradecer o apoio recebido da Dra. Roseane Maria Evangelista Oliveira. Companheira de orientador, de dúvidas e, também, de muitas certezas. Você foi uma âncora em Lavras.

Agradeço a hospedagem e amizade do querido Dr. Matheus Hernandez Leira.

Agradeço a Nutricionista Clarissa Santos Vieira pelo apoio recebido. A Engenheira de Alimentos Amanda Maria Teixeira Lagos por ser meu apoio logístico por inúmeras vezes em Lavras.

Às amigas, companheiras de viagem e agora Doutoradas, Flávia Della Lúcia e Alessandra dos Santos Danziger Silvério, que fizeram os inúmeros quilômetros percorridos entre Alfenas e Lavras serem extremamente divertidos e felizes!

À banca examinadora, que se dispôs a enriquecer este estudo com toda a paciência e sabedoria que lhes cabe e que, com certeza, muito contribuiu para a realização deste sonho.

“O tempo é o Senhor do destino. Ele é realmente implacável.”



## RESUMO GERAL

A busca pelo desenvolvimento de novos produtos vem sendo explorado em escala crescente nos diferentes segmentos do setor agropecuário brasileiro e mundial, em razão da grande variedade de matéria-prima disponível. O estilo de vida atual tem impulsionado as indústrias a produzirem novos produtos que sejam atrativos, de fácil preparo, além de bons do ponto de vista gustativo e que contenham apelo nutricional. A soja é considerada uma aliada para um estilo de vida mais saudável e gera em seu processamento a okara, que é o resíduo do processo de produção do extrato aquoso da soja, cujo valor nutricional é considerado por apresentar proteínas, lipídeos e fibras em quantidades significativas, além de isoflavonas. Grandes quantidades de okara são desperdiçadas com o seu descarte na natureza ou são destinadas à alimentação animal. Pode-se modificar tal situação por meio de pesquisas que mostrem a viabilidade do seu uso na alimentação humana. Neste sentido, o presente estudo visou, em uma primeira etapa, avaliar as características físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais de hambúrgueres de carne bovina com adição de okara em sua forma úmida. Os resultados demonstraram que as formulações apresentam a melhor aceitabilidade e qualidade tecnológica com concentrações de até 15%. Na segunda etapa do estudo, os hambúrgueres foram avaliados em armazenamento em congelamento por um período de 120 dias, sendo crus e fritos. Observou-se que a inclusão de okara foi proporcional à diminuição do teor de proteínas, ao aumento dos teores de lipídeos e umidade das formulações cruas e fritas. A inclusão de okara aumentou a luminosidade dos hambúrgueres e foi diminuindo com o passar dos dias de armazenamento. Para as formulações cruas, no tempo zero, observam-se menores valores de  $b^*$  e  $a^*$ , quando comparados ao tempo zero dos hambúrgueres fritos, o que leva a uma coloração marrom clara, indicando o clareamento na cor com o aumento da inclusão de okara. Os hambúrgueres fritos, também, possuem esta indicação, porém apresentaram-se marrom mais escuro. Pode-se concluir que as formulações apresentam-se próprias para o consumo por sua qualidade higiênico-sanitária satisfatória e que a melhor aceitabilidade e qualidade tecnológica foram observadas nas concentrações de até 15%. Após 120 dias de armazenamento, os hambúrgueres atendiam o preconizado pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrgueres, no que diz respeito aos teores de proteínas, lipídeos, umidade e à legislação do ponto de vista microbiológico. A coloração marrom dos produtos modificou-se com a inclusão de okara sem, no entanto, alterar a coloração característica de hambúrgueres.

Palavras-chave: Resíduo. Soja. Okara. Hambúrguer. Características tecnológicas.

## GENERAL ABSTRACT

The search for developing new products has been increasingly explored in the different segments of Brazilian and worldwide agricultural and livestock sectors due to the large variety of available prime matter. Current lifestyle has driven industries to produce new products that be attractive, of easy preparation and that present good flavor and nutritional appeal. The soybean is considered an ally for a healthier lifestyle and generates, in its processing, the okara. This is a byproduct of the production process of the aqueous soybean extract, of which nutritional value presents protein, lipids and fibers in significant amounts, in addition to isoflavones. Large amounts of okara are wasted with its disposal in nature or are destined for animal nutrition. We can change this situation by means of researches that show the feasibility of its use for human feeding. In this sense, a first stage of the present study aimed at evaluating the physical, chemical, microbiological and sensorial characteristics of beef hamburgers with the addition of okara to its humid form. The results showed that the formulations presented better acceptability and technological quality with concentrations of up to 15%. In the second stage of the study, raw and fried hamburgers were evaluated during frozen storage for a period of 120 days. The inclusion of okara was proportional to the decrease in the content of protein, and increase in the content of lipids and humidity of the raw and fried formulations. The inclusion of okara increased the luminosity of the hamburgers, which decreased over storage time. For the raw formulations, at time zero, we observed lower values of  $b^*$  and  $a^*$  when compared to the fried hamburgers, which leads to a light brown coloration, indicating the lightening of the color with the increase of okara. The fried hamburgers also presented this indication, however, they were of a darker brown. In conclusion, the formulations were suitable for consumption concerning its satisfactory hygienic-sanitary quality, and the best acceptability and technological quality were observed in the concentrations of up to 15%. After 120 days of storage, the hamburgers met the suggested quality of Technical Regulation of Hamburger Identity and Quality regarding the contents of protein, lipids, humidity and the legislation in the microbiological point of view. The brown coloration of the products changed with the inclusion of okara without, however, changing the characteristic coloring of the hamburgers.

Keywords: Residue. Soybean. Okara. Hamburger. Technological characteristics.

## LISTA DE FIGURAS

### SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

#### ARTIGO 1

- Figura 1 - Médias observadas, modelo de regressão ajustado e coeficiente de determinação para variáveis de umidade (A), Proteína(B) e Lipídeos (C) das formulações de hambúrguer bovino com adição de diferentes concentrações de okara úmida. ....71
- Figura 2 - Médias observadas, modelo de regressão ajustado e coeficiente de determinação para Textura Instrumental das formulações de hambúrguer bovino com adição de diferentes concentrações de okara úmida. ....72
- Figura 3 - Médias observadas, modelo de regressão ajustado e coeficiente de determinação para variáveis L\* (A), b\* (B) e C\* (C) das formulações de hambúrguer bovino com adição de diferentes concentrações de okara úmida. ....73
- Figura 4 - Diagrama de dispersão em três dimensões, com transformação para o sistema RGB (red-green-blue) de cores, das formulações de hambúrguer bovino com adição de okara úmida em diferentes concentrações. ....74
- Figura 5 - Médias observadas, modelo de regressão ajustado e coeficiente de determinação para os atributos aparência (A), Aroma (B), Sabor (C), Textura (D) e Impressão Global (E) das formulações de hambúrguer bovino com adição de diferentes concentrações de okara úmida. ....75
- Figura 6 - Mapa de preferência externo das variáveis físicas, de composição centesimal, das análises de cocção e dos

parâmetros sensoriais das formulações de hambúrguer bovino com adição de okara úmida em diferentes concentrações. Texinst- textura instrumental. Ptn – proteína. L – lipídeos.  $h^{\circ}$ - ângulo Hue. C\*- cromaticidade. b\*- intensidade amarela/azul. L\*- luminosidade. a\*- intensidade de vermelho/verde. IG- impressão global. CRA- capacidade de retenção de água. ....76

## ARTIGO 2

- Figura 1 - Médias observadas e modelo de regressão ajustado para valores de Proteína (%) das formulações de hambúrguer bovino cru (A) e frito (B) com adição de diferentes concentrações de okara úmida ao longo do armazenamento em dias. F0-controle; F1- 5%; F2-10%; F3-15%; F4-20%; F5- 25%.....91
- Figura 2 - Médias observadas e modelo de regressão ajustado para valores de Lipídeos (%) das formulações de hambúrguer bovino cru (A) e frito (B) com adição de diferentes concentrações de okara úmida ao longo do armazenamento em dias. F0-controle; F1- 5%; F2- 10%; F3-15%; F4- 20%; F5- 25%. ....93
- Figura 3 - Médias observadas e modelo de regressão ajustado para valores de Umidade (%) das formulações de hambúrguer bovino cru (A) e frito (B) com adição de diferentes concentrações de okara úmida ao longo do armazenamento em dias. F0- controle; F1-5%; F2-10%; F3-15%; F4- 20%; F5-25%. ....95
- Figura 4 - Médias observadas e modelo de regressão ajustado valores de Textura Instrumental das formulações de hambúrguer bovino

cru (A) e frito (B) com adição de diferentes concentrações de okara úmida ao longo do armazenamento em dias. F0- controle; F1- 5%; F2- 10%; F3-15%; F4- 20%; F5- 25%.....99

Figura 5 - Diagrama de dispersão em 3 D (sistema RGB red-green-blue) das formulações de hambúrguer bovino cru e frito com adição de okara úmida (%) aos 0 e 120 dias de armazenamento. .... 106

## **LISTA DE TABELAS**

### **SEGUNDA PARTE – ARTIGOS**

#### **ARTIGO 1**

Tabela 1 – Composição das formulações dos hambúrgueres bovinos com  
adição de okara úmida em diferentes concentrações. ....70

Tabela 2 – Parâmetros de cocção, composição centesimal e análises físicas  
das formulações de hambúrgueres bovinos com adição de  
okara úmida em diferentes concentrações. ....70

#### **ARTIGO 2**

Tabela 1 – Composição das formulações dos hambúrgueres bovinos com  
adição de okara úmida em diferentes concentrações. ....86

Tabela 2 - Parâmetros de  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  e  $h^o$  das formulações de  
hambúrguer bovino cru e frito com adição de okara úmida em  
diferentes concentrações ao longo do tempo de  
armazenamento em dias..... 101

## SUMÁRIO

<b>PRIMEIRA PARTE</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> ..... 15
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> ..... 17
<b>2.1</b>	<b>Resíduos Agrícolas</b> ..... 17
<b>2.2</b>	<b>Soja</b> ..... 18
<b>2.3</b>	<b>Okara</b> ..... 24
<b>2.4</b>	<b>Hambúrguer</b> ..... 28
<b>3</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> ..... 34
	<b>REFERÊNCIAS</b> ..... 35
<b>SEGUNDA PARTE - ARTIGOS</b> ..... 42	
	<b>ARTIGO 1</b> Qualidade tecnológica e sensorial de hambúrguer bovino com adição de resíduo do extrato aquoso de soja (Okara) ..... 42
	<b>ARTIGO 2</b> Qualidade de hambúrguer bovino com adição de Okara úmida ao longo do armazenamento ..... 80

## **PRIMEIRA PARTE**

### **1 INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento de novos produtos vem sendo explorado com cada vez mais intensidade nos diferentes segmentos do setor agropecuário brasileiro e mundial, em razão da grande variedade de matéria-prima disponível.

Nos últimos anos, os hábitos alimentares da população sofreram mudanças motivadas em particular pelos processos de urbanização, industrialização, profissionalização das mulheres e diminuição do tempo disponível para o preparo e o consumo de alimentos. Esse contexto tem impulsionado o consumo de produtos industrializados ou preparados fora do ambiente doméstico. Este consumo, aliado à necessidade de agilidade e falta de tempo da vida moderna e busca interminável por produtos que apresentem boa qualidade e preços baixos, tem impulsionado a indústria de hambúrgueres a produzir, em larga escala, para suprir a necessidade de restaurantes, lanchonetes, *food trucks* e redes *de fast food*.

Produtos cárneos prontos para o consumo são uma excelente alternativa para o mercado, sendo uma opção diante da necessidade crescente de diminuição do tempo de preparo dos alimentos e refeições e, diante da crescente demanda por praticidade, tanto em nível doméstico quanto comercial. Impulsionado por estes fatores, o hambúrguer tornou-se um produto popular. Este, além de nutrir, tende a saciar a fome e promover agilidade para o seu preparo e consumo (ARISSETO, 2003).

A soja é considerada uma grande aliada para uma dieta mais saudável. De acordo com levantamento feito por Bowles e Demiate (2006), a soja apresenta componentes de comprovada ação benéfica à saúde humana. Destacam-se as isoflavonas, as proteínas, os fosfolipídios, os antioxidantes, as



vitaminas e as fibras. A soja ganhou *status* de alimento funcional, com ação preventiva de doenças cardiovasculares. O consumo diário da leguminosa tem sido, também, associado à prevenção e ao tratamento de disfunções como hipertensão, hipercolesterolemia e osteoporose. Na mesma linha, pesquisas sugerem que a presença de fitoquímicos na soja faz dela um alimento funcional capaz de atuar na prevenção dos sintomas da menopausa, enquanto outros estudos afirmam que o consumo da soja ajuda a evitar o desenvolvimento de alguns tipos de tumores, como o de próstata, de mama e do trato urinário (AZEVEDO, 2011).

O processamento da soja origina diferentes matérias-primas como farinhas de soja, extratos hidrossolúveis e proteínas texturizadas que podem ser utilizados na produção de alimentos que fazem parte da dieta ocidental (GENOVESE; LAJOLO, 2002; WANG; MURPHY, 1994).

O extrato aquoso de soja ("leite" de soja) gera, em seu processamento, um subproduto denominado okara (BOWLES; DEMIATE, 2006). Destaca-se que, na maioria das vezes, este resíduo é descartado. Este descarte inclui seu envio para indústrias de rações animais e, também, seu descarte diretamente na natureza.

Com base nas considerações acima, entendendo que o resíduo de soja contém nutrientes que contribuem para a saúde humana e vem sendo desperdiçado pela indústria, o presente estudo foi realizado com o objetivo geral de desenvolver um produto alternativo tipo hambúrguer com adição do resíduo do extrato aquoso da soja (okara) e avaliar suas características físicas, químicas, microbiológicas, tecnológicas e sensoriais.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Resíduos Agrícolas**

A palavra “resíduo”, colocada etimologicamente, surgiu no século XIV. Deriva do latim “residuum”, que traduz a diminuição do valor de uma matéria, de um objeto e é definido como toda a substância que o produtor abandona, destinada ao abandono ou que se encontra forçado a abandonar (PICHAT, 1995).

Oliveira et al. (2008) destacam que o termo refere-se a todos os subprodutos e sobras do processamento dos alimentos que são de valor econômico relativamente baixo. Entretanto, Evangelista (2005) ressalta que, caso o resíduo seja transformado industrialmente para fins determinados, é conhecido como subproduto.

Os alimentos alternativos e de baixo valor comercial, como os resíduos e subprodutos agrícolas, representam uma forma de minimizar os gastos com alimentação. Os resíduos e subprodutos agrícolas podem apresentar mercados já definidos, representando significativo aporte financeiro à agroindústria (OLIVEIRA et al., 2008).

Sempre que possível, o resíduo final deverá se constituir em matéria-prima para um novo processo, constituindo uma segunda transformação. Há muitos exemplos dessa forma de atuação, entre os quais se cita o processamento da cana - de - açúcar no Brasil, em que o bagaço serve desde a alimentação animal até a cogeração de energia elétrica para venda, satisfazendo a demandas regionais. Como outro exemplo, podemos citar o processamento úmido do milho, do qual a melhor solução para seus resíduos foi repassá-los à indústria de produção de óleo a partir do germe (CEREDA, 2000).

Nos últimos anos, especial atenção vem sendo dada no sentido de minimizar ou reaproveitar resíduos sólidos, gerados nos diferentes processos industriais, evitando perda de substâncias remanescentes, perda financeira e poluição ambiental. Subprodutos e resíduos são gerados nas agroindústrias de alimentos vegetais, paralelamente à linha convencional de seus produtos, os quais envolvem quantidades apreciáveis de cascas, bagaços, sementes, caroços e outros elementos. Esses materiais servem como fonte de proteínas, carboidratos, lipídeos, vitaminas, minerais e fibras, passíveis de recuperação e aproveitamento na indústria de rações, cosméticos e, principalmente, na alimentação humana (EVANGELISTA, 2005; SENHORAS, 2004).

De acordo com Paiva et al. (2012), várias pesquisas científicas vêm buscando a utilização de subprodutos e resíduos das agroindústrias em substituição total ou parcial de matéria-prima e, também, em novos produtos, caracterizando-os e analisando-os tecnológica, química, físico-química, micro e sensorialmente.

## **2.2 Soja**

A soja (*Glycine max*), uma leguminosa conhecida pelos chineses há cerca de cinco mil anos, passou a ser cultivada nos Estados Unidos apenas no século XX, tendo se tornado um produto agrícola de grande importância naquele e em outros países (BOWLES; DEMIATE, 2006).

O cultivar da soja de hoje em dia é muito diferente dos seus ancestrais, que eram plantas rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia, principalmente, ao longo do rio Yangtse, na China. Sua evolução começou com o aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China. As primeiras citações do grão aparecem no período entre 2883 e 2838

AC, quando a soja era considerada um grão sagrado, ao lado do arroz, do trigo, da cevada e do milheto. Um dos primeiros registros do grão está no livro "Pen Ts'ao Kong Mu", que descrevia as plantas da China ao Imperador Sheng-Nung. Para alguns autores, as referências à soja são ainda mais antigas, remetendo ao "Livro de Odes", publicado em chinês arcaico. Até aproximadamente 1894, término da guerra entre a China e o Japão, a produção de soja ficou restrita à China. Apesar de ser conhecida e consumida pela civilização oriental por milhares de anos, só foi introduzida na Europa, no final do século XV, como curiosidade, nos jardins botânicos da Inglaterra, França e Alemanha. Na segunda década do século XX, o teor de óleo e proteína do grão começa a despertar o interesse das indústrias mundiais (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2015).

O grão chegou ao Brasil em 1908 e a ampliação de seu cultivo ocorreu nos anos 70 com o aumento do interesse na produção e demanda internacional de óleo. Deve-se destacar que os Estados Unidos, Brasil, a Argentina e a China são responsáveis por, aproximadamente, 90% da produção mundial (SOUZA; VALLE; MORENO, 2000).

A produção anual mundial de soja, na safra de 2010/2011, foi estimada em 263,7 milhões de toneladas. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja atrás apenas dos EUA. Durante a safra 2009/2010, no Brasil, a cultura ocupou uma área de 23,6 milhões de hectares, o que totalizou uma produção de 68,7 milhões de toneladas. A produtividade média da soja brasileira foi de 2941 kg por hectares. A safra de 2010/2011 foi de 75 milhões de toneladas (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2015). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a estimativa da produção de soja, em abril de 2015, foi de 95 milhões de toneladas (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2015). Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento, a produção de soja

no Brasil mostrou um excelente desempenho, durante todos os períodos de desenvolvimento da lavoura, quando comparado aos levantamentos anteriores. No país, espera-se que, na safra de 2014/2015, a produção de soja alcance 96.222,1 mil toneladas, representando um incremento de 11,7% em relação à safra anterior (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2015)

A expansão de sua cultura foi beneficiada pelos trabalhos de adaptação, produtividade e resistência a pragas, realizados por diferentes universidades e centros de pesquisas, como o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), a Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (Embrapa), entre outros e pela utilização do excedente proveniente da alimentação animal na extração de óleo para fins comestíveis, pelos estudos realizados no Instituto de Tecnologia de Alimentos (Ital) e por uma longa lista de estudos nutricionais, que têm catalogado esta leguminosa como um alimento de alto valor biológico, funcional e nutracêutico (BAYRAM; KAYA; ONER, 2004; MORAES et al., 2006).

A soja (*Glycine max*), pertencente à família Fabaceae, é uma semente oleaginosa, com, aproximadamente 40% de proteínas, aminoácidos essenciais, cálcio, fósforo, ferro, vitamina A e do complexo B (B1, B2 e B6) (HALL, 1971).

Os estudos com a soja e seus produtos vêm aumentando devido não somente ao seu valor nutricional, mas também devido às suas propriedades funcionais na indústria de alimentos e, como alimento funcional, porque exerce ação moduladora em determinados mecanismos fisiológicos através de suas proteínas e isoflavonas (CIABOTTI et al., 2006). Parte do impacto que a cultura de soja gera se deve aos investimentos realizados nos últimos 25 anos por instituições como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, responsável pela adaptação desta leguminosa em muitas regiões do País (BOWLES; DEMIATE, 2006).

Sua importância econômica e nutricional é por seu elevado teor de lipídios e proteínas, responsáveis por cerca de 60% do peso seco da soja, sendo o restante composto por carboidratos (aproximadamente 35%) e cinzas (cerca de 5%). A umidade representa, em média, 13% dos grãos, que, em base úmida, contêm aproximadamente 35% de proteínas, 17% de lipídios, 31% de carboidratos e 4,4% de cinzas. Cerca de 8% do grão da soja correspondem à película externa, 90% aos cotilédones e 2% ao eixo do hipocótilo. O cotilédone contém a maior proporção de proteínas e lipídios da soja, enquanto a película externa contém os menores teores destes componentes (BOWLES; DEMIATE, 2006).

A proteína nos grãos apresenta cerca de 30 a 45%, sua composição, porém é influenciada por fatores ambientais, genéticos, locação e safra, causando alterações no rendimento, na qualidade do extrato de soja e respectivo tofu (BHARDWAJ et al., 1999).

De acordo com levantamento feito por Bowles e Demiate (2006), a soja apresenta componentes de comprovada ação benéfica à saúde humana. Destacam-se as isoflavonas, as proteínas, os fosfolipídios, os antioxidantes, as vitaminas e as fibras. Assim, o consumo de produtos à base de soja na dieta contribui para uma melhoria na qualidade de vida, prevenindo doenças crônico-degenerativas (RIBEIRO et al., 2007) e alguns tipos de câncer (ANJO, 2004; AZEVEDO, 2011). Nos Estados Unidos, em 1999, o *Food and Drug Administration (FDA)* divulgou um documento para conhecimento público, ressaltando as ações em potencial da soja na prevenção de doenças cardíacas e autorizando as indústrias, daquele país, a informar nos rótulos de seus produtos as propriedades benéficas associadas ao consumo de soja. Anteriormente, esse mesmo órgão anunciou que a ingestão diária de 25 g de proteína de soja, como parte de uma dieta com baixa concentração de ácidos graxos saturados e colesterol, poderia reduzir o risco de doenças cardíacas. Alimentos à base de

soja e, conseqüentemente, de suas proteínas reduzem o colesterol LDL, elevando os níveis do HDL colesterol (STAUFER, 2002).

Vários Institutos de Pesquisa e Universidades têm procurado desenvolver produtos à base de soja, ou adicionados com a leguminosa, de maneira que possam substituir, com vantagens, alimentos de origem animal. O uso da soja como alimento verifica avanços significativos não só pelas suas propriedades nutricionais, como também pelas suas propriedades funcionais, por atuar com o emulsificante e estabilizante, por sua capacidade de absorção de água, gelatinização, elasticidade, coesão e aeração (FERREIRA, 2003).

No processamento da soja, a etapa de imersão dos grãos na água, visando ao seu amaciamento, é quase sempre necessária e o tratamento térmico adequado da soja aumenta a digestibilidade de suas proteínas, bem como inativa os inibidores de proteases e outros fatores antinutricionais. Vale salientar que o tratamento térmico das leguminosas deve ser eficaz, para garantir a inativação das substâncias antinutricionais, pois se demonstra que pode ser encontrada atividade residual significativa de inibidores de proteases em produtos da soja, mesmo após tratamento térmico, indicativo da presença de outros antinutrientes (BAYRAM; KAYA; ONER, 2004; WAN; MURPHY, 1996).

O conhecimento geral dos benefícios que a soja apresenta à saúde humana contribui para aumentar não só o consumo do extrato de soja, como também de outros produtos, como tofu, farinhas, isolados proteicos, concentrados proteicos, proteína texturizada e outros (ROSENTHAL et al., 2003).

Por razões comprovadas, o consumo da soja tem aumentado nos países do Ocidente, mas, com um fator limitante pela população, que é o sabor e odor dos produtos da soja (TORRES-PENARANDA; REITMEIER, 2001).

Os produtos da soja sofrem restrições de consumo pela população em consequência do sabor característico desagradável atribuído à ação das lipoxigenases em alguns ácidos graxos poliinsaturados (CIABOTTI et al., 2006).

Os sabores característicos dos produtos proteicos da soja são pela presença de dois grupos de compostos. Um deles é composto pelos voláteis, oriundos da deterioração oxidativa de ácidos graxos sob a ação da lipoxigenase, responsáveis pelo sabor herbáceo ou feijão cru, e o outro pelos compostos não voláteis, formados por deterioração oxidativa de aminoácidos e por hidrólise enzimática, responsáveis pelo sabor amargo e adstringente (HSIEH; HUANG; CHANG, 1982).

A soja é frequentemente adicionada a outros alimentos para aumentar o valor nutricional de farinhas, como a de trigo, a de milho e a de mandioca e substituir fontes proteicas mais caras, como as carnes e outras, constituindo uma fonte proteica de qualidade considerada e, ao mesmo tempo, de baixo custo (RIBEIRO, 2006).

Produtos como o tofu, o "leite" de soja, o iogurte à base de soja, a "carne" de soja, o missô, o isolado proteico e a farinha de soja são alimentos que fazem parte da dieta japonesa e de outros países orientais. Estes produtos são fontes de isoflavonas, antioxidantes e outros componentes que trazem benefícios à saúde. O conteúdo de fibras da soja, além de auxiliar na redução de colesterol e triglicérides, possui atividade mecânica na formação do bolo fecal, propriedade esta relacionada à sua porção insolúvel (SOUZA; VALLE; MORENO, 2000).

O processamento da soja origina diferentes matérias-primas como farinhas de soja, extratos hidrossolúveis e proteínas texturizadas que podem ser utilizados na produção de alimentos que fazem parte da dieta ocidental (GENOVESE; LAJOLO, 2002; WANG; MURPHY, 1994). Nos últimos anos, a procura por alimentos derivados de soja tem aumentado em virtude da



divulgação dos benefícios à saúde atribuídos ao consumo desta leguminosa. O extrato aquoso de soja ("leite" de soja) gera em seu processamento um subproduto denominado okara (BOWLES; DEMIATE, 2006).

### **2.3 Okara**

Okara é o resíduo da produção do extrato aquoso de soja (leite de soja) (LI; QIAO; LU, 2012; LAROSA et al., 2006; SURUGA et al., 2011) e do tofu (WANG; CAVINS, 1989).

O extrato aquoso de soja é um produto obtido a partir da lavagem, maceração e aquecimento de grãos de soja. Os grãos lavados e macerados são moídos e aquecidos para, então, passarem por um processo de filtração que separa o extrato aquoso de seu subproduto, a okara (O'TOOLE, 1999). Acredita-se que o extrato aquoso de soja tenha sido elaborado, pela primeira vez, na China, durante o segundo século depois de Cristo (JACKSON et al., 2001). Desde então, este extrato aquoso tem sido consumido na China diariamente.

As indústrias, que elaboram o extrato aquoso de soja, destinam o resíduo, quase que em sua totalidade, à alimentação animal ou descartam-no como lixo. O resíduo, que pode ser utilizado como alimento humano, por suas qualidades nutritivas, apresenta-se como uma massa de alta coesão, elevado teor de água (70% a 80%) e alta capacidade de deterioração, em condições normais de umidade e temperatura. No processo de deterioração, são gerados odores intensos e desagradáveis, quando não armazenado adequadamente ou utilizado imediatamente após a sua obtenção (LESCANO; TOBINAGA, 2004). Necessita, portanto, de processamento imediato para a sua conservação, o que torna possível o seu aproveitamento (AGUIRRE et al., 1981).

Vários autores relatam o rendimento do resíduo após a confecção do leite de soja. De acordo com Larosa et al. (2006), é possível obter-se de 6 a 9 litros por quilo do grão, resultando cerca de 700 gramas de resíduo fresco. Bowles e Demiate (2006), Madrona e Almeida (2008) e Silva et al. (2009) relatam que, no processamento de 1 kilo de grãos de soja, obtém-se 1,1Kg de okara fresca e, após desidratação, 250g de farinha de okara.

Okara é um produto rico em nutrientes, contendo em torno de 25% de proteína, 20% de gordura e 33% de fibra da dieta na base seca. Cerca de 700.000 toneladas de okara são produzidas no Japão a cada ano, sendo boa parte do seu resíduo utilizado como um alimento para animais de estimação e como fertilizante (O'TOOLE, 1999).

O resíduo do extrato aquoso de soja apresenta, em suas proteínas, um perfil de todos os aminoácidos essenciais, com escore químico limitante em metionina e cisteína (aminoácidos sulfurados) (BOWLES; DEMIATE, 2006; RIBEIRO, 2006). Outra importância é sua riqueza em fibra alimentar, especialmente em polissacarídeos pécnicos, como também em lipídios, num material de baixo custo para o consumo humano. Em base seca, para a okara, o teor dos componentes encontrado é de 25,40% a 37,00% de proteínas, 9,30% a 15,37% de lipídios, 42,50% a 58,10% de fibras alimentares, 2,80% de cinzas e 4,70% a 5,30% de carboidratos solúveis (BOWLES; DEMIATE, 2006; MA et al., 1997; RIBEIRO, 2006; TRAVAGLINI et al., 1980; VAN DER RIET; CILLIERS; DATEL, 1989; WANG et al., 2000). Destaca-se que o “protein efficiency ratio” (PER) do resíduo do extrato de soja é pouco superior ao do próprio extrato de soja, apresentando sabor suave, sem necessidade de aplicar qualquer tratamento térmico adicional, uma vez que, para a elaboração do leite de soja (extrato de soja), submete-se o material triturado ao tratamento térmico adequado (BOWLES; DEMIATE, 2006; TRAVAGLINI et al., 1980).

Outros compostos químicos, também, estão presentes no resíduo do extrato de soja, incluindo isoflavonas (genisteína e daidzeína), lignanas, fitoesteróis, coumestanos e fatores antinutricionais, como as saponinas e fitatos. Esses componentes desempenham diversas funções fisiológicas e terapêuticas, tais como atividade antioxidante, prevenção do câncer e de doenças cardiovasculares. O óleo componente da okara possui potencial de aplicação na indústria cosmética e farmacêutica (QUITAIN et al., 2005).

Jackson et al. (2001) concluíram que, aproximadamente um terço do conteúdo de isoflavonas da soja, é transferida para a okara. Em razão da concentração proteica dele ser semelhante a dos grãos de soja, a okara apresenta um grande potencial para ser utilizado como fonte de nutrientes e isoflavonas.

O tratamento térmico das leguminosas é eficaz, para inativar substâncias antinutricionais, embora possa ocorrer atividade residual significativa de inibidores de proteases em produtos da soja, após tratamento térmico (BAYRAM; KAYA; ONER, 2004).

A suplementação de produtos alimentícios com okara foi relatada por Waliszewski, Pardo e Carreon (2002). Os autores realizaram uma avaliação química e sensorial de okara incorporado em porcentagens de 5, 10, 15, 20 e 25% em Tortillas. Por meio do estudo, os autores demonstraram que concentrações de até 10% de okara podem ser adicionadas às Tortillas, alcançando níveis satisfatórios de aceitação.

Apesar da qualidade nutricional, a okara é utilizada mais comumente na fabricação de rações para animais ou descartado como “lixo industrial”, contaminando o meio ambiente. O seu aproveitamento, além de melhorar a qualidade nutricional dos produtos alimentícios e agregar valor aos produtos à base de soja, reduz o desperdício de alimentos e minimiza a geração de resíduos industriais (SILVA et al., 2009).

Diversos estudos vêm sendo desenvolvidos com okara. Grizotto et al. (2012) desenvolveram salsichas tipo Frankfurter com farinha de okara e concluíram que não houve diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre as determinações físicas (cor, textura objetiva e estabilidade da emulsão) e químicas (pH e composição centesimal) das salsichas com ou sem farinha de okara. Aplevicz e Demiate (2007) demonstraram que pães de queijo enriquecidos com 5, 10 e 15% de okara não apresentaram diferenças significativas em nível de 5% e tiveram boa aceitação, quando submetidos à análise sensorial de aceitabilidade, utilizando-se a escala hedônica de nove pontos, com provadores não treinados e considerando-se a boa aceitação com nota média de  $7,00 \pm 0,5$ .

Silva et al. (2009) substituíram 0, 5, 10 e 15% de farinha de trigo na formulação de pão de forma por farinha de okara e avaliaram suas características tecnológicas e o comportamento durante a estocagem. Os resultados indicam que o aumento da adição de farinha de “okara” reduziu o volume específico e a coesividade, aumentou a umidade, a dureza e a mastigabilidade e intensificou a cor do miolo. Durante a estocagem, observaram-se a redução da umidade, o aumento da dureza e da mastigabilidade, e a diminuição da coesividade para todos os ensaios. As características sensoriais dos pães, após quatro dias de estocagem, foram alteradas, com a redução da aceitação do sabor e da textura, segundo a avaliação dos 35 julgadores. A adição de 10% de farinha de “okara” na formulação de pão de forma apresentou características tecnológicas e sensoriais aceitáveis, sendo esta a percentagem recomendada para a substituição da farinha de trigo utilizada neste estudo.

Bowles e Demiate (2006) adicionaram 0, 5, 10 e 15% de farinha okara na formulação de pão francês e concluíram que a caracterização físico-química dos pães adicionados de okara revelou aumento expressivo do teor proteico e do teor de fibras, quando da adição do subproduto, visto que a amostra contendo

5% do subproduto passou à categoria de produtos alimentícios considerados “fonte” de fibras, e as amostras, contendo 10% e 15% de subproduto, puderam ser classificadas como produtos alimentícios com “alto teor” de fibras.

Larosa et al. (2006) estudaram os aspectos sensoriais, nutricionais e tecnológicos de biscoito doce contendo farinha de okara. O aumento na quantidade de farinha de okara nas formulações, até o nível de 30% não interferiu no aspecto global dos biscoitos e não foi observada nenhuma alteração em aroma, cor e sabor. Destaca-se que a adição de 40% farinha de okara proporcionou um aumento em torno de 62% nos componentes totais, ressaltando-se a concentração no teor de proteína contida no referido biscoito, em relação ao biscoito comercial. A textura das formulações com farinha de okara demonstrou um aumento na textura, sendo apontada a quantidade de fibras da farinha como responsável.

## **2.4 Hambúrguer**

No século XIII, os cavaleiros tártaros utilizavam uma técnica peculiar para moer a carne dura e crua levando-a na sela de seus cavalos. Após horas de galope, o alimento se transformava em uma pasta mais fácil para mastigar. Era o chamado "bife tártaro", que se consumia cru, como ainda se serve em restaurantes, acompanhado de uma gema de ovo, também, crua. Cinco séculos mais tarde, o alimento chegou ao porto de Hamburgo, na Alemanha, onde se incorporou aos hábitos alimentares da população local (COSTA, 2004).

No início do século XIX, imigrantes alemães levaram para os Estados Unidos a receita já adaptada aos seus costumes, que consistia em grelhar a carne levemente com cebolas. No final desse século, um dono de restaurante, em Washington, teve a idéia de colocar o hambúrguer entre duas fatias de pão e transformá-lo em sanduíche (SMITH, 2012).

A introdução do hambúrguer nos costumes do brasileiro deve-se ao americano Robert Falkenburg, campeão de tênis em Wimbledon, que apostou nessa ideia e abriu, em 1952, no Rio de Janeiro, a primeira lanchonete que seguia os padrões americanos (COSTA, 2004).

Mediante a importância e a popularidade do consumo de carnes, sua transformação em produtos industrializados é de suma importância para a praticidade, variedade e balanceamento do cardápio. Essa diversificação de oferta inclui um grande número de produtos como almôndegas, hambúrgueres, empanados, linguiças, mortadelas, salames, entre outros (CHIATTONE, 2010).

De acordo com Brasil (2000), pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer, entende-se por Hambúrguer (Hambúrger) 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. Trata-se de um produto cru, semifrito, cozido, frito, congelado ou resfriado. Para exposição à venda, será designado de Hambúrguer ou Hambúrger, seguido do nome da espécie animal, acrescido ou não de recheio, seguido das expressões que couberem. Como ingrediente obrigatório, está a carne de diferentes espécies de animais de açougue e, como opcional, a gordura animal, gordura vegetal, água, sal, proteínas de origem animal e/ou vegetal, leite em pó, açúcares, malto dextrina, aditivos intencionais, condimentos, aromas e especiarias, vegetais, queijos e outros recheios. O produto será designado de Hambúrguer ou Hambúrger, seguido do nome da espécie animal, acrescido ou não de recheio, seguido das expressões que couberem. Os hambúrgueres devem atender aos seguintes requisitos físico-químicos: gordura (máxima) 23,0%; proteína (mínima) 15,0%; carboidratos totais 3,0%; teor de cálcio (máximo base seca) 0,1% em produto cru e 0,45% em produto cozido. Dessa forma, essas exigências proporcionam características sensoriais próprias do hambúrguer as quais envolvem textura, cor, sabor e odor

específicos do alimento. Ademais, o hambúrguer pode ser adicionado de proteína de soja hidratada, 1% de sal, 0,2% de glutamato monossódico e especiarias. Porém, de acordo com os requisitos de composição do Ministério da Agricultura e Abastecimento, só é permitida a adição máxima de 4,0% de proteína não cárnica na forma agregada.

O hambúrguer já faz parte da rotina alimentar dos brasileiros, em virtude de suas características sensoriais, facilidade de preparo e elevado teor de lipídios, proteínas, vitaminas e minerais (QUEIROZ et al., 2005).

Nos últimos anos, tem - se observado um consumo crescente de hambúrguer de carne bovina, não apenas no Brasil, mas em todo mundo (NASCIMENTO; OLIVEIRA; NASCIMENTO, 2005). O hambúrguer se tornou um alimento popular pela praticidade que representa atualmente, pois possui nutrientes os quais alimentam e saciam a fome rapidamente, o que combina com o modo de vida que vem se instalando nos centros urbanos (ARISSETO, 2003). A necessidade de se buscar refeições fora de casa, prontas para o consumo, produzidas em grande escala e que fossem rápidas e baratas, como os hambúrgueres de carne bovina, tornou opção crescente entre a população as sanduicherias ou lanchonetes do tipo “trailers”, localizados em ruas, praças e lotes públicos, assim como as redes de restaurantes “*fast food*” (FATTORI et al., 2005; LEVRÈ; VALENTINI; CHIAVERINI, 2000; LIMA; OLIVEIRA, 2005; TAVARES; SERAFINI, 2003).

A carne é uma fonte muito boa de aminoácidos, ácidos graxos essenciais e vitaminas do complexo B, além de um significativo teor de ferro, zinco e fósforo (PARDI et al., 2001). O valor nutricional da carne bovina é composto por proteínas, lipídios (com valor energético da gordura de ordem 8,5 cal/g); vitaminas (vitamina A, biologicamente ativa e vitamina B com função indispensável ao crescimento e a manutenção do corpo humano); minerais

(destaca-se a presença de ferro, fósforo, potássio, sódio, magnésio e zinco) e água (constitui cerca de 70% a 75% do músculo) (LAWRIE, 2005).

De acordo com Soltanizadeh e Ghiasi-Esfahani (2015), os consumidores apresentam um crescente interesse por alimentos que sejam aliados da vida movimentada, que sejam de rápido preparo e fácil consumo. Os hambúrgueres se enquadram como tal. A necessidade de satisfazer o consumidor, aliada às preferência e custos, impõe desafios à indústria de alimentos. Os hambúrgueres, hoje em dia, devem ser trabalhados para satisfazer estas necessidades, devendo as indústrias produtoras buscar formulações que ofereçam produtos variados, para ganhar a confiança do consumidor, sem comprometer os atributos relacionados à qualidade.

Diversas pesquisas têm sido feitas com hambúrguer, seja visando à redução de gorduras, ao uso de proteínas de fontes vegetais, à modificação sensorial com carnes de origem diferente, como adicionando outras fontes de nutrientes (BASTOS et al., 2014; SEABRA et al., 2002; YOUSSEF; BARBUT, 2011).

Tavares et al. (2007) analisaram o processamento e a aceitação sensorial de hambúrguer de coelho (*Orytolagus cunicullus*). Os resultados demonstraram que o produto estava dentro do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Hambúrguer (BRASIL, 2000), com 18,37% de proteína e que foi notada uma ótima aceitação do produto elaborado sendo registrada a média de  $5,85 \pm 0,89$ , classificando o produto entre os pontos “gostei moderadamente” e “gostei muito”. Já Seabra et al. (2002) demonstraram o uso da fécula de mandioca e da farinha de aveia como substitutos de gordura, na formulação de hambúrguer de carne ovina, com resultados de melhor rendimento na cocção, melhor capacidade de retenção de água e menor força de cisalhamento.

Hautrive et al. (2008) formularam hambúrgueres de carne de avestruz e demonstraram que eles possuíam teores de lipídios e proteínas dentro da



legislação e que foram bem aceitos pelos julgadores na análise sensorial, já que obtiveram valores médios entre 6 e 9, os quais demonstram que os produtos seriam aceitos por consumidores sob o ponto de vista sensorial. Sousa et al. (2012), estudando hambúrgueres elaborados com farinha de casca de melancia, confirmaram a viabilidade da elaboração, com elevação dos teores de fibras e com baixa umidade, tornando o produto com bom valor nutricional e capaz de ter uma maior vida de prateleira, além de apresentar elevado teor proteico e baixos teores de lipídios.

Em estudo realizado por García, Calvo e Selgas (2009), foi constatado que a adição de casca de tomate seco em hambúrgueres pode ser útil para obtenção de um novo produto enriquecido com licopeno (4,9mg/100g), além de proporcionar uma utilização para este subproduto da indústria do tomate.

Dias, Dias e Pilla (2009) relatam que, na análise sensorial para um produto ‘tipo’ hambúrguer, substituindo a carne bovina por soja, enriquecido com linhaça e quinoa, não foram satisfatórios. Explicam que uma possível justificativa para a baixa aceitação desse hambúrguer desenvolvido pode estar relacionada ao fato de os provadores esperarem sabor de carne no produto, que geralmente é associado a esse tipo de alimento.

Youssef e Barbut (2011) obtiveram bons resultados de textura e rendimento em hambúrgueres com a substituição de gordura animal por óleo vegetal de canola. Martinez et al. (2012) desenvolveram hambúrguer com adição de óleo de oliva, milho e peixe e destacam resultados que caracterizaram os hambúrgueres como alternativa viável para a redução do teor de lipídios totais e a incorporação de ácidos graxos poliinsaturados (ômega-3 e 6), além de ter sido evidenciada boa aceitação das formulações desenvolvidas durante a avaliação sensorial das mesmas.

Muhlisin et al. (2013) desenvolveram formulações de hambúrgueres adicionados de extrato de alecrim, lactato de cálcio e lactato de sódio, aditivos

estes que contribuíram para os resultados satisfatórios, aumentando a vida de prateleira do produto.

Albuquerque et al. (2009) elaboraram hambúrguer de soja e atum e concluíram que a “textura” foi o item mais citado, quando questionados (os provadores) sobre o que menos gostaram no hambúrguer, provavelmente, por seu elevado percentual de proteína de soja texturizada (acima de 60%). Os autores destacam o potencial de alimentos à base de soja, quando combinados com outras matérias - primas.

Galán, Garcia e Selgas (2010) testaram como alternativa, para um hambúrguer mais saudável, a adição de ácido fólico em diferentes concentrações (0,6, 1,2 e 2,4 mg/100g) e conservação pelo processo de irradiação. Os autores obtiveram resultados que permitiram concluir que a adição de ácido fólico nas diferentes concentrações não interferiu sobre a cor e a textura, atributos estes importantes para a qualidade sensorial do produto e que doses de irradiação até 3Kgy podem ser utilizadas sem comprometer a qualidade da matéria - prima.

### **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Em vista da importância e da popularidade do consumo de carnes em nosso país, a sua industrialização e sua transformação em novos produtos é de grande importância para o consumidor, seja pela sua praticidade, agilidade, variedade e inclusão nos mais diversos tipos de cardápios. A diversificação dos produtos cárneos, aliada à inclusão de novos ingredientes e ao uso de resíduos agrícolas, tem potencial para a venda, uma vez que pode originar produtos nutritivos e, possivelmente, muito saborosos. O hambúrguer já faz parte da rotina alimentar dos brasileiros, em virtude de suas características sensoriais, facilidade de preparo e valor nutricional, podendo ser considerado um dos produtos derivados de carne de maior consumo pela população. A soja é considerada uma grande aliada para uma dieta mais saudável. A inclusão de resíduos oriundos da soja neste tipo de produto pode representar a diminuição do seu custo, além da possibilidade de agregar valores nutricionais importantes. Advém daí o interesse deste estudo, que objetiva desenvolver um novo produto, hambúrguer bovino com adição do resíduo do extrato aquoso da soja (okara) que traga valores nutricionais, tecnológicos e sensoriais agregados.

## REFERÊNCIAS

- AGUIRRE, J. M. et al. Secagem e armazenamento do resíduo resultante do processamento do extrato de soja. **Boletim ITAL**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 201-226, abr./jun. 1981.
- ALBUQUERQUE, T. L. et al. Processing and sensorial acceptance of hamburger type product consisted of soy (*Glycine max*) and tuna (*Thunnus* spp). **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 27, n. 2, p. 191-198, jul./dez. 2009.
- ANJO, D. F. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 145-154, jun. 2004.
- APLEVICZ, K. S.; DEMIATE, I. M. Análises físico-químicas de pré-misturas de pães de queijo e produção de pães de queijo com adição de okara. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p.1416-1422, set./out. 2007.
- ARISSETO, A. P. **Avaliação da qualidade global do hambúrguer tipo calabresa com reduzidos teores de nitrito**. 2003. 145 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.
- AZEVEDO, E. Riscos e controvérsias na construção social do conceito de alimento saudável: o caso da soja. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 45, n. 4, p. 781-788, ago. 2011.
- BASTOS, S. C. et al. Alternative fat substitutes for beef burger: technological and sensory characteristics. **Journal of Food Science and Technology**, Índia, v. 51, n. 9, p. 2046–2053, set. 2014.
- BAYRAM, M.; KAYA, A.; ONER, M. D. Changes in properties of soaking water during production of soy-bulgur. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 61, n. 2, p. 221-230, Feb. 2004.
- BHARDWAJ, H. L. et al. Yield and quality of soymilk and tofu made from soybean genotypes grown at four locations. **Crop Science**, Madison, v. 39, n. 2, p. 401-405, Mar./Apr. 1999.
- BOWLES, S.; DEMIATE, I. M. Caracterização físico-química de okara e aplicação em pães do tipo francês. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p.652-659, set. 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Instrução Normativa nº 20**, de 31 de janeiro de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hamburger. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2000. Disponível em: <[http://www.cfmv.org.br/portal/legislacao/outras\\_normas/instrucao\\_normativa\\_020\\_MAA.htm](http://www.cfmv.org.br/portal/legislacao/outras_normas/instrucao_normativa_020_MAA.htm)>. Acesso em: 01 set. 2015.

CEREDA, M. P. **Manejo, uso e tratamento da industrialização da mandioca**: volume 4. São Paulo: Fundação Cargill, 2000. 320 p.

CHIATTONE, P. V. **Ácido ascórbico, eritorbato e mistura comercial na redução da oxidação de hambúrguer bovino processado com água ozonizada**. 2010. 124 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

CIABOTTI, S. et al. Avaliações químicas e bioquímicas dos grãos, extratos e tofus de soja comum e de soja livre de Lipoxigenase. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 920-929, set./out. 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira – grãos**. Brasília: CONAB, 2015. 113 p. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_07\\_09\\_08\\_59\\_32\\_boletim\\_graos\\_julho\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_07_09_08_59_32_boletim_graos_julho_2015.pdf)>. Acesso em: 29 out. 2015.

COSTA, L. O. **Processamento e diminuição do reprocesso do hambúrguer bovino (HBV)**. 2004. 127p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Católica de Goiás, Goiás, 2004.

DIAS, V. M.; DIAS, K. M.; PILLA, V. Desenvolvimento e análise sensorial de hambúrguer de soja enriquecido com linhaça e quinoa. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 9.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 13., 2009, Vale do Paraíba. **Anais Eletrônicos...** Vale do Paraíba: Universidade do Vale do Paraíba, 2009. p. 01-04.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Embrapa soja**. Brasília: EMBRAPA, 2015. Disponível em: <[http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?cod\\_pai=2&op\\_page=294](http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?cod_pai=2&op_page=294)>. Acesso em: 20 mar. 2015.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2005. 652 p.

FATTORI, F. F. A. et al. Aspectos sanitários em “trailers” de lanche no município de Presidente Prudente, SP. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 19, n. 128, p. 54-62, jan./fev. 2005.

FERREIRA, C. L. L. F. **Prebióticos e probióticos: atualização e prospecção**. Viçosa: Editora da UFV, 2003. 206 p.

GALÁN, I.; GARCÍA, M. L.; SELGAS, M. D. Effects of irradiation on hamburgers enriched with folic acid. **Meat Science**, Barking, v. 84, n. 3, p. 437-443, Nov. 2010.

GARCÍA, M. L.; CALVO, M. M.; SELGAS, M. D. Beef hamburgers enriched in lycopene using dry tomato peel as an ingredient. **Meat Science**, Barking, v. 83, n. 3, p. 45-49, Mar. 2009.

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

GRIZOTTO, R. K. et al. Physical, chemical, technological and sensory characteristics of Frankfurter type sausage containing okara flour. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 3, p. 538-546, set. 2012.

HALL, C. W. **Drying farm cops**. Westport: The Avi, 1971. 381 p.

HAUTRIVE, T. P. et al. Análise físico-química e sensorial de hambúrguer elaborado com carne de avestruz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, p. 95-101, dez. 2008. Suplemento.

HSIEH, O. A. L.; HUANG, A. S.; CHANG, S. S. Isolation and identification of objectionable volatile flavor compounds in defatted soybean flour. **Journal Food Science**, Chicago, v. 47, n. 1, p. 16-23, Jan. 1982.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.  
**Levantamento sistemático da produção agrícola**. Brasília: IBGE, 2015.  
Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_201504\\_2.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201504_2.shtm)>. Acesso em: 12 maio 2015.

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**, London, v. 37, n. 10, p. 1117-1123, May 2001.

- LAROSA, G. et al. Aspectos sensoriais, nutricionais e tecnológicos de biscoito doce contendo farinha de "okara". **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 2, p. 151-157, abr./jun. 2006.
- LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384 p.
- LESCANO, C. A. A.; TOBINAGA, A. S. Modelo codificado e real para a difusividade efetiva da secagem do resíduo do extrato hidrossolúvel de soja. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campo Grande, v. 6, n. 1, p. 17-25, jan./jun. 2004.
- LEVRÈ, E.; VALENTINI, P.; CHIAVERINI, F. Presenza di E.coliO157 verocitotossigeni in hamburger di carne bovina. **Annali di Igiene Medicina Preventiva e di Comunità**, Roma, v. 12, n. 2, p. 131-137, 2000.
- LI, B.; QIAO, M.; LU, F. Composition, nutrition, and utilization of okara (soybean residue). **Food Reviews International**, United Kingdom, v. 28, n. 3, p. 231-252, Aug./Sept. 2012.
- LIMA, J. X.; OLIVEIRA, L. F. O crescimento do restaurante self-service: aspectos positivos e negativos para o consumidor. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 19, n. 128, p. 45-53, jan./fev. 2005.
- MA, Y. C. et al. Isolation and characterization of proteins from soymilk residue (okara). **Food Research International**, London, v. 29, n. 8, p. 799-805, 1997.
- MADRONA, G. S.; ALMEIDA, A. M. Elaboração de biscoitos tipo cookies à base de okara e aveia. **Revista Tecnológica**, Maringá, v. 17, n. 1, p. 61-72, 2008.
- MARTINEZ, B. et al. Development of a Hamburger Patty with Healthier Lipid Formulation and Study of its Nutritional, Sensory, and Stability Properties. **Food and Bioprocess Technology**, New York, v. 5, n. 1, p. 200-208, Jan. 2012.
- MORAES, R. M. de et al. Efeito da desodorização nas características sensoriais de extratos hidrossolúveis de soja obtidos por diferentes processos tecnológicos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 46-51, mar. 2006.
- MUHLISIN, M. et al. The effect of modified atmosphere packaging and addition of rosemary extract, sodium acetate and calcium lactate mixture on the quality of pre-cooked hamburger patties during refrigerated storage. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Korea, v. 26, n. 1, p. 134-142, Jan. 2013.

- NASCIMENTO, M. G. F.; OLIVEIRA, C. Z. F.; NASCIMENTO, E. R. Hambúrguer: evolução comercial e padrões microbiológicos. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 23, n. 1, p. 59-74, jan./jun. 2005.
- O'TOOLE, D. K. Characteristics and use of Okara, the soybean residue from soy milk production: a review. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 47, n. 2, p. 363-371, Feb. 1999.
- OLIVEIRA, M. M. de et al. Coeficiente de digestibilidade aparente e energia digestível de alguns resíduos agroindustriais na alimentação de Tilápias. **Revista Eletrônica Nutritime**, [s.n.], v. 5, n. 5, p. 648-657, set./out. 2008.
- PAIVA, A. P. et al. Characterization of food bars manufactured with agroindustrial by-products and waste. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 3, p. 333-340, maio/jun. 2012.
- PARDI, M. C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne: tecnologia da sua obtenção e transformação: volume 1**. Goiânia: Editora da UFG, 2001. 624 p.
- PICHAT, P. **A gestão dos resíduos**. Lisboa: Instituto Piachet, 1995. 129 p.
- QUEIROZ, Y. U. et al. Desenvolvimento e avaliação das propriedades físico-químicas de hambúrgueres com reduzidos teores de gordura e de colesterol. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 338, n. 2, p. 84-89, abr. 2005.
- QUITAIN, A. T. et al. Recovery of oil components of okara by ethanol-modified supercritical carbon dioxide extraction. **Bioresource Technology**, Japan, v. 97, n. 3, p.1509-1514, Sept. 2005.
- RIBEIRO, M. L. L. et al. Isoflavone content and b-glucosidase activity in soybean cultivars of different maturity groups. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 20, n. 1, p. 19-24, 2007.
- RIBEIRO, V. A. **Aproveitamento do resíduo do extrato de soja na elaboração de um produto tipo paçoca**. 2006. 75 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- ROSENTHAL, A. et al. Effect of enzymatic treatment and filtration on sensory characteristics and physical stability of soymilk. **Food Control**, Oxford, v. 14, n. 3, p. 187-192, Apr. 2003.



SEABRA, L. M. J. et al. Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 244-248, set./dez. 2002.

SENHORAS, E. M. Oportunidades da cadeia agroindustrial do coco verde. **Revista Urutágua**: revista acadêmica multidisciplinar, Maringá, v. 5, n. 5, p. 1-14, dez./mar. 2004.

SILVA, L. H. et al. Desenvolvimento de pão de forma com adição de farinha de "okara". **Brazilian Journal of Food Technology**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 315-322, out./dez. 2009.

SMITH, A. F. **Hambúrguer**: uma história global. São Paulo: Editora Senac, 2012. 192 p.

SOLTANIZADEH, N.; GHASII-ESFAHANI, H. Qualitative improvement of low meat beef burger using Aloe vera. **Meat Science**, Barking, v. 99, n. 1, p. 75-80, Jan. 2015.

SOUSA, E. P. M. et al. Análise química da formulação de hambúrguer enriquecido com fibras da casca de melancia desidratada. **Revista Verde**, Mossoró, v. 7, n. 1, p. 96-101, jan./mar. 2012.

SOUZA, G.; VALLE, J. L. E.; MORENO, I. Efeitos dos componentes da soja e seus derivados na alimentação humana. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 34, n. 2, p. 61-69, jul./dez. 2000.

STAUFER, C. E. **Soy protein in baking**. Cincinnati: ASA, 2002. 30 p.

SURUGA, K. et al. "Okara" a new preparation of food material with antioxidant activity and dietary fiber from soybean. **Soybean and Nutrition**, Oxford, p. 311-326, Sept. 2011.

TAVARES, R. S. et al. Processamento e aceitação sensorial do hambúrguer de coelho (*Orytolagus cunicullus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 633-636, set. 2007.

TAVARES, T. M.; SERAFINI, A. B. Avaliação microbiológica de hambúrgueres de carne bovina comercializados em sanduicherias tipo "trailers" em Goiânia, GO. **Revista de Patologia Tropical**, Goiânia, v. 32, n. 1, p. 46-52, jan./jun. 2003.

TORRES-PENARANDA, A. V.; REITMEIER, C. A. Sensory descriptive analysis of soymilk. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 66, n. 2, p. 352-356, Mar./Apr. 2001.

TRAVAGLINI, D. A. et al. Processamento de farinha composta de resíduo do extrato de soja e milho. **Boletim ITAL**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 275-296, jul./set. 1980.

VAN DER RIET, W. B.; CILLIERS, J. J.; DATEL, J. M. Food chemical investigation of tofu and its byproduct okara. **Food Chemistry**, London, v. 34, n. 3, p. 193-202, 1989.

WALISZEWSKI, K. N.; PARDIO, V.; CARREON, E. Physicochemical and sensory properties of corn tortillas made from nixtamalized corn flour fortified with spent soymilk residue (okara). **Journal of Food Science**, Chicago, v. 67, n. 8, p. 3194-3197, Oct. 2002.

WANG, H. J.; MURPHY, P. A. Mass balance study of isoflavonas during soybean processing. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Washington, v. 44, n. 2, p. 2377-2388, Aug. 1996.

WANG, H. L.; CAVINS, J. F. Yield and amino acid composition of fractions obtained during tofu production. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 66, n. 5, p. 359-361, 1989.

WANG, H.-J.; MURPHY, P. A. Isoflavone content in commercial soybean foods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 42, n. 8, p. 1666-1673, Aug. 1994.

WANG, S. H. et al. Influência da proporção arroz: soja sobre a solubilidade e as propriedades espumantes dos mingaus desidratados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 83-89, abr. 2000.

YOUSSEF, M. K.; BARBUT, S. Fat reduction in comminuted meat products - effects of beef fat, regular and pre-emulsified canola oil. **Meat Science**, Barking, v. 87, n. 4, p. 356-360, Apr. 2011.

**SEGUNDA PARTE - ARTIGOS****ARTIGO 1 Qualidade tecnológica e sensorial de hambúrguer bovino com adição de resíduo do extrato aquoso de soja (Okara)**

**Rafaela Bergmann Strada de OLIVEIRA<sup>1</sup>, Flávia DELLA LUCIA<sup>2</sup>, Eric Batista FERREIRA<sup>3</sup>, Maria Emília de Sousa Gomes PIMENTA<sup>4</sup>, Roseane Maria Evangelista de OLIVEIRA<sup>5</sup>, Carlos José PIMENTA<sup>6</sup>.**

**Artigo submetido ao periódico International Journal of Food Science & Technology sendo apresentado segundo suas normas de publicação.**

1 \* Author Correspondent

Rafaela Bergmann Strada de Oliveira - Nutrition Faculty, University José do Rosário Vellano - Unifenas, Rodovia MG 179, Km0, Trevo, Alfenas, MG, Brazil. CEP: 37130-000. Phone: +55 35 3299 3236. E-mail: rafaela.bergmann@unifenas.br

2 Nutrition Faculty, Federal University of Alfenas, Alfenas, MG , Brasil. CEP: 37130-000. Email: flavia@unifal-mg.edu.br

3 Alfenas Federal University, ICEX, Alfenas, MG, Brazil. CEP: 37130-000. E-mail: eric.ferreira@unifal-mg.edu.br

4 Food Science, Caixa Postal 3037, Federal University of Lavras, University Campus, Lavras, MG, Brazil. CEP 37200-000. E-mail: maria.emilia@dca.ufla.br

5 Food Science, Caixa Postal 3037, Federal University of Lavras, University Campus, Lavras, MG, Brazil. CEP 37200-000. E-mail: roseane-ufla@hotmail.com Food Science, Caixa Postal 3037, Federal

6 University of Lavras, University Campus, Lavras, MG, Brazil. CEP 37200-000. E-mail: carlos\_pimenta@dca.ufla.br

## RESUMO

Objetivou-se avaliar as características físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais de hambúrgueres de carne bovina com adição de okara em sua forma úmida. Não houve diferenças significativas entre as formulações com relação ao rendimento e a capacidade de retenção de água. A inclusão de okara não influenciou no encolhimento comparado ao controle, mas foi observada uma diminuição a partir de 15%. O teor de umidade foi aumentando conforme a inclusão de okara e o valor proteico foi decrescendo. Os valores de lipídeos foram maiores nas formulações de 15% e 25%. Okara até 20% não torna a textura diferente e favorece a luminosidade. A cor se intensificou com a inclusão de okara. As formulações com 5%, 10% e 15% foram as mais bem aceitas e correlacionadas com todos os atributos sensoriais. Conclui-se que as formulações de hambúrguer bovino com adição de okara úmida apresentam a melhor aceitabilidade e mantêm a qualidade tecnológica com concentrações de até 15%.

Palavras-chave: Resíduo, Soja, Okara, Hambúrguer, Análise sensorial, Características tecnológicas.

**SENSORIAL AND TECNOLOGICAL QUALITY OF BEEF BURGER WITH  
ADDITION OF SOYBEAN AQUEOUS EXTRACT RESIDUE (OKARA)**

**SUMMARY**

The study aimed to evaluate physical, chemical, microbiological and sensorial characteristics of the beef burger with addition of wet okara as functional ingredient. There was not a significant difference among the formulations with regard to yield and water holding capacity. The okara inclusion did not have any influence in the shrinkage compared to control, but it was observed a diminution starting from 15%. The moisture increased proportionally with the okara inclusion and its protein value decreased. The lipid values were higher in the formulations with 15% and 25%. Okara until 20% did not make the texture different and favoured its luminosity. The colour was intensified with the okara inclusion. The formulations 5%, 10% and 15% were the best accepted and correlated to all the sensorial attributes. It can be concluded that the formulations of beef burger with addition of wet okara showed the best acceptability and technological quality with concentration levels until 15%.

Keywords: Residue, Soybean, Okara, Beef Burger, Sensory analysis, Technological characteristics

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novos produtos vem sendo explorado com cada vez mais intensidade nos diferentes segmentos do setor agropecuário brasileiro e mundial, devido à grande variedade de matéria-prima disponível. O sucesso do desenvolvimento de novos produtos, marcadamente aqueles inovadores, vem contribuindo de forma significativa para a competitividade de muitas empresas (Oliveira et al. 2008).

Nos últimos anos, os hábitos alimentares da população sofreram mudanças motivadas em particular pelos processos de urbanização, industrialização, profissionalização das mulheres e diminuição do tempo disponível para o preparo e o consumo de alimentos. Este contexto tem impulsionado o consumo de produtos industrializados ou preparados fora do ambiente doméstico. Este consumo, aliado à necessidade de agilidade e busca interminável por produtos que apresentem preços baixos, tem impulsionado a indústria de hambúrgueres a produzir em larga escala para suprir a necessidade de restaurantes, lanchonetes, *food trucks* e redes de *fast food*.

A soja é considerada uma grande aliada para uma dieta mais saudável. A produção e a utilização da soja têm aumentado nas últimas décadas em função de suas propriedades nutricionais (Ribeiro et al. 2007; Achouri et al. 2008 ) e do baixo custo (Achouri et al. 2008). De acordo com levantamento feito por Bowles & Demiate (2006) a soja apresenta componentes de comprovada ação benéfica à saúde humana. Destacam-se as isoflavonas, as proteínas, os fosfolipídios, os antioxidantes, as vitaminas e as fibras. Assim, o consumo de produtos à base de soja na dieta contribui para uma melhoria na qualidade de vida, prevenindo doenças crônico-degenerativas (Ribeiro et al. 2007) e alguns tipos de câncer (Azevedo 2011). O processamento da soja origina diferentes matérias-primas como farinhas de soja, extratos hidrossolúveis e proteínas texturizadas que

podem ser utilizados na produção de alimentos que fazem parte da dieta ocidental (Genovese & Lajolo 2002; Wang & Murphy 1994). O extrato aquoso de soja ("leite" de soja) gera em seu processamento um subproduto denominado okara (Bowles & Demiate 2006). Destaca-se que na maioria das vezes, este resíduo é descartado. Este descarte inclui seu envio para indústrias de rações animais e também seu descarte diretamente na natureza. A okara tem elevado teor de proteínas (40% numa base de peso seco) com um bom perfil de aminoácidos essenciais e digestibilidade. Cerca de um terço das isoflavonas presentes na soja permanecem na okara, sugerindo que é uma boa fonte de nutrientes e de baixo custo. Apesar das excelentes propriedades nutricionais e funcionais, a okara é pouco aplicada em produtos alimentícios. O seu aproveitamento além de melhorar a qualidade nutricional dos produtos alimentícios e agregar valor aos produtos à base de soja reduz o desperdício de alimentos e minimiza a geração de resíduos industriais (Tie Su et al. 2013; Silva et al. 2007).

Uma forma possível de se aproveitar este resíduo seria processar na forma de hambúrguer. O hambúrguer é um produto industrializado a partir de carne moída, com ou sem tecido, adicionado ou não de tecido adiposo e outros ingredientes, moldado e submetido a um processo tecnológico adequado (Brasil 2000). Este processo permite a incorporação de resíduos de subprodutos da indústria. Subprodutos gerados pela indústria de alimentos são fontes promissoras de compostos que podem ser utilizados devido as suas propriedades tecnológicas, nutricionais e funcionais (Tie Su et al. 2013).

O presente trabalho objetivou elaborar e avaliar as características físicas, químicas, microbiológica e sensorial de hambúrgueres de carne bovina com adição de okara em sua forma úmida.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Obtenção da Matéria-prima**

A soja foi obtida em grão (Natudday<sup>®</sup>) de um mesmo lote. A carne bovina do corte coxão (JBS<sup>®</sup>) e os demais ingredientes (tempero alho e sal (Arisco<sup>®</sup>), óleo de soja (Soya<sup>®</sup>), pimenta do reino moída (Hikari<sup>®</sup>)) foram adquiridos no comércio local da cidade de Alfenas, MG.

### **Obtenção da Okara**

O processamento da okara foi realizado no Laboratório de Técnica Dietética da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL- MG. Aqueceu-se 1 litro de água a 98°C e adicionou-se 200g de soja e aguardou-se até que a mistura atingisse 98°C e a manteve por 5 minutos. Em seguida, desprezou-se a água e realizou-se choque térmico por 5 minutos em um recipiente com gelo. Em seguida, os grãos de soja foram triturados em liquidificador (Walita<sup>®</sup>) com a adição de 500 mL de água por aproximadamente 2 minutos. Esse conteúdo foi fervido em 1,5 litros de água a 98°C por 10 minutos e por fim, filtrado em tecido de organza. O filtrado (extrato aquoso de soja) foi desprezado e a massa resultante da filtração foi a okara úmida utilizada.

### **Elaboração dos Hambúrgueres**

Após a compra da carne bovina, resfriada e embalada a vácuo, a mesma foi transportada para o Laboratório de Técnica Dietética da Universidade José do Rosário Vellano - Unifenas, onde foi realizada a limpeza com a separação das gorduras e nervos aparentes. A carne foi cortada em pedaços de



aproximadamente 100g, sendo estes moídos em máquina de moer (C.A.F<sup>®</sup>, modelo 22STB) em disco de 5mm. Após o processo a carne foi embalada em saco plástico com 1 Kilo cada e transportada em caixa isotérmica para o Laboratório de Técnica Dietética e Composição de Alimentos da UNIFAL - MG, mantendo a temperatura interior inferior a 10<sup>0</sup>C.

Os hambúrgueres foram processados de acordo com as boas práticas de fabricação, sendo misturados em tigela e moldados em molde plástico para hambúrguer. As formulações são apresentadas na Tabela 1. Os hambúrgueres foram congelados a -18<sup>0</sup>C e mantidos e transportados nesta temperatura para as análises de cocção (Laboratório de Técnica Dietética e Composição de Alimentos – UNIFAL), microbiológicas (Laboratório de Biologia e Fisiologia de Microrganismos - UNIFENAS) e físicas e químicas (Laboratório Central de Análises (LAC) no Departamento de Ciência dos Alimentos - UFLA). A análise sensorial ocorreu no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Nutrição, da UNIFAL.

### **Análises da Cocção**

Após descongelamento a 4<sup>0</sup>C por 12 horas, os hambúrgueres foram preparados grelhados em frigideira com 2mL de óleo por unidade, mantidos por 5 minutos de cada lado, num total de 10 minutos em fogo médio (200<sup>0</sup>C), sendo a temperatura interna controlada por termômetro digital (Delta<sup>®</sup> modelo HD 9214) para garantia da temperatura interna mínima de 74<sup>0</sup>C.

### **Capacidade de retenção de água**

A capacidade de retenção de água (CRA) foi calculada de acordo com Troy et al (1999), através da seguinte equação:

$$\%CRA = \frac{1 - \frac{A - D}{U}}{1} \times 100$$

Onde:

A= peso da amostra(g) antes do aquecimento

D= peso da amostra(g) após aquecimento e centrifugação

U= total de água na amostra (%) (baseada na umidade do hambúrguer)

### **Características tecnológicas**

O percentual de rendimento foi feito conforme proposta de Berry (1992), através da seguinte relação:

$$\% \text{ rendimento} = \frac{\text{peso da amostra após cocção (g)}}{\text{peso da amostra antes da cocção (g)}} \times 100$$

O percentual de encolhimento após a cocção foi determinado conforme a equação abaixo, proposta por Berry (1992):

$$\% \text{ encolhimento} = \frac{(\text{diâmetro da amostra} - \text{diâmetro da amostra após o calor})}{\text{diâmetro da amostra crua}} \times 100$$

### **Análises Microbiológicas**

Todas as análises foram feitas em triplicata e seguiram as metodologias indicadas por Silva et al.(2010), sendo: contagem padrão em placas de microrganismos aeróbios mesófilos, fungos filamentosos e leveduras,

*Estafilococos* coagulase positiva, *Clostridium* sulfito redutor a 46°C e *Bacillus cereus*, quantificação de coliformes a 35°C e 45°C e pesquisa de *Salmonella sp.*

### **Análise da Composição Centesimal**

Foi realizada análise de umidade, lipídeos e proteína bruta utilizando os métodos propostos pela AOAC (2005).

### **Análises Físicas**

Para a determinação da cor foi utilizado o colorímetro Konica Minolta® CR 400 no modo CIE para leitura dos parâmetros L\* (luminosidade, 100= branco, 0= preto), a\* (intensidade de vermelho/verde,) e b\* (intensidade de amarelo/azul), fixadas as seguintes condições: iluminante D65, ângulo de visão 8°, ângulo padrão do observador 10°, especular incluída, conforme especificações da Comissão Internationale D`Le Ecleraige.

Para o cálculo do ângulo *Hue* os valores a\* e b\* foram convertidos conforme a Equação:  $h^0 = \tan^{-1} (b^*/a^*)$  e o cálculo da saturação (Cromaticidade) conforme a Equação  $C = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$ .

Para visualização da coloração correspondente às coordenadas L\*, a\* e b\* foi construído um diagrama de dispersão em três dimensões, cuja coloração de cada tratamento é representada por um ponto, segundo transformação para o sistema RGB (red-green-blue) de cores. Para isso, foi utilizado o software R (R CORE TEAM 2015), por meio de funções do pacote plot3D (SOETAERT 2014).

A análise instrumental da força de cisalhamento foi realizada através do texturômetro TA.XT.plus (Texture Technologies corp./ stable micro systems, UK), equipado com o dispositivo *Warner-Bratzler (WB)* com medida de força

em compressão. O equipamento foi calibrado com peso padrão de 5 kg e com padrão rastreável, a velocidade foi de 2mm/s durante o pré-teste, 10mm/s durante o teste e o pós-teste. O pico da força necessário para cortar as amostras foi expresso em kgf (quilogramas de força).

### **Análise Sensorial**

Os indivíduos incluídos foram esclarecidos de forma completa e linguagem leiga a respeito do protocolo de pesquisa. O consentimento para participar do estudo foi comprovado com assinatura de termo de consentimento livre e esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Unifal-MG (Nº protocolo de aprovação 359.795 de 14/08/2013).

Os testes sensoriais foram realizados em cabines individuais, por 103 provadores, onde se solicitou a avaliação da aceitabilidade em relação à aparência, aroma, sabor, textura e impressão global, através de escala hedônica de 9 pontos (1- desgostei extremamente, 9- gostei extremamente) (Tarancòn et al. 2014; Villanueva & Da Silva 2009). As amostras das 6 formulações (12,5g) foram servidas em pratos descartáveis codificados com número de três dígitos, de forma completa em uma única sessão. Foi oferecido um copo d'água para enxaguar a boca entre as análises, além de cubos de maçã com o intuito de minimizar possíveis interferências entre as amostras.

### **Análises Estatísticas**

Para as variáveis sensoriais foi utilizado o delineamento em blocos completos casualizados (DBC), sendo cada bloco um provador e 6 tratamentos, enquanto que para as variáveis físico-químicas foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (6 tratamentos e 3 repetições). Em ambos os casos, os

dados foram submetidos à análise de variância, seguida de ajuste de modelos de regressão e/ou teste de Tukey, a 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas no software R (R Core Team 2015), por meio do pacote *ExpDes* (Ferreira et al. 2014). Além disso, construiu-se um mapa de preferência externo, por meio do pacote *SensoMineR* (Husson et al. 2014) do software R, no qual variáveis físico-químicas e sensoriais puderam ser avaliadas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Análises da Cocção**

O rendimento e a capacidade de retenção de água das formulações não demonstraram nenhuma diferença entre elas (Tabela 2). Por outro lado, o percentual de encolhimento variou entre as diferentes formulações. O hambúrguer controle não diferiu dos demais tratamentos, sendo apenas o hambúrguer com 15% de okara com igual percentual de encolhimento que o controle e diferente dos demais. Observa-se uma diminuição do percentual de encolhimento com a adição de 20% e 25% de okara. Destaca-se que, quando comparado com o controle, o percentual de encolhimento não foi diferente, podendo-se dizer que a inclusão de okara nas formulações de hambúrguer não influencia no encolhimento, o que indica uma vantagem tecnológica pela manutenção da suculência e maciez com reflexos na diminuição da força de cisalhamento.

De acordo com Bomdespacho et al. (2011) os derivados de soja são amplamente utilizados na elaboração de produtos cárneos como fontes de proteínas, mas atuam também como melhoradores tecnológicos, realçando a textura e a maciez e agindo como emulsionante em salsichas e hambúrgueres. Neste trabalho a inclusão de okara realçou a suculência por manter a capacidade

de retenção de água. 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 observado no presente trabalho.

No estudo de Malak & Basem (2010), com hambúrgueres bovinos adicionados de carragena, proteína de soja texturizada e fosfato trissódico no intuito de melhorar a qualidade, encontrou-se diferentes percentuais de rendimento, variando de 59,9% (somente carne bovina) a 71,1% para hambúrguer adicionado de proteína de soja e fosfato trissódico. Com relação ao encolhimento, destacou-se uma média de 4,6% a 22,2%. Ressalta-se que no mesmo estudo que o tempo de cozimento foi o dobro (20 minutos), comparando-se com as formulações adicionadas de okara, fato este que pode ter interferido, favoravelmente proporcionando um melhor rendimento e manutenção da taxa de encolhimento comparado com o controle.

Hautrive et al. (2008) demonstraram resultados semelhantes com relação a capacidade de retenção de água, não havendo diferença entre hambúrgueres elaborados com carne bovina, carne de avestruz e carne mista (mistura de carnes bovina e avestruz). É importante mencionar que as propriedades físicas da carne (cor e textura na carne crua) e a aceitação dependem de sua capacidade de não perder água (Morón-Fuenmayor & Zamorano-Garcia 2003), sendo talvez este um fator que possa determinar a escolha da melhor formulação frente a uma análise sensorial. Bastos et al. (2014) destacam que a capacidade de retenção de água em hambúrgueres elaborados com possíveis substitutos de gordura, resultam em produtos mais suculentos, pois possuem alta capacidade de reter água, sugerindo que a adição de substitutos de gordura possuem influência positiva para os produtos. Aleson-Carbonell et al. (2005) relatam que a suculência e a maciez das carnes possuem relação direta com a capacidade de retenção de água e a sua perda durante a cocção.

### **Análises Microbiológicas**

As formulações de hambúrguer elaborado com adição de okara atenderam às exigências da Legislação Brasileira, RDC nº12 de 2001, em vigor (BRASIL 2001) no que se refere ao padrão microbiológico, sendo considerado um produto seguro e adequado microbiologicamente para o consumo. Não houve crescimento microbiológico em nenhum dos tratamentos avaliados. Este resultado indica que os procedimentos necessários para manter a qualidade sanitária foram todos efetivos. Martins et al. (2011) destacam que a qualidade sanitária dos alimentos representa uma importante ferramenta para garantir a qualidade do produto final. Melo et al.(2012) estudaram a qualidade higiênico sanitária de carne de hambúrguer industrializada e obtiveram resultado semelhante a este estudo para *Salmonella sp* e *Staphylococcus coagulase positivo*, porém encontraram resultados significativos para microrganismos aeróbios mesófilos que tendem a aumentar a capacidade deteriorante dos alimentos e torná-los impróprios para o consumo por sua qualidade higiênico-sanitária insatisfatória.

### **Análises da Composição Centesimal**

Observa-se que o teor de umidade das diferentes formulações de hambúrguer foi aumentando conforme aumentava o percentual de okara (Figura 1A). A menor umidade foi encontrada na formulação controle (65,15%) diferindo estatisticamente da formulação com 25% de okara (71,42%). As formulações 15%, 20% e 25% não apresentaram diferença entre elas, demonstrando que neste intervalo a umidade não sofreu alteração. Observa-se um aumento da umidade a partir de 15% (Tabela 2). Ressalta-se que a okara inclusa estava úmida, o que sugere uma contribuição para a elevação natural da

umidade dos hambúrgueres. Silva et al.(2014) encontraram valores de umidade para hambúrgueres de carne bovina no valor de 65,47%, o que demonstra um percentual de umidade semelhante da formulação controle.

Com relação à análise de proteínas, é possível observar maiores valores percentuais relacionados ao controle (Tabela 2), sendo esta a formulação com o maior percentual proteico (27,59%). Observa-se na Figura 1B que o valor proteico diminui com a inclusão da okara. As formulações 10% e 20% não foram diferentes entre si. Observa-se que a inclusão de okara diminuiu o teor de proteínas das formulações, destacando-se o menor percentual para a formulação 25% de okara. Destaca-se que todas as formulações atendem ao preconizado pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer (BRASIL 2000), onde é estabelecido um mínimo de 15% de proteína. De acordo com Su et al. (2013), a okara úmida possui 4,7% de proteínas e de acordo com Pauletto & Fogaça (2012) possui 6,3% de proteínas. Acredita-se que o percentual de proteínas da okara úmida, influiu nos resultados encontrados com a substituição da carne bovina (que possui teor proteico superior), mas não a ponto de prejudicar os valores, proporcionalmente, e que esta variação no teor proteico era esperada, por ser a carne um alimento com alto valor proteico.

Com relação à quantidade de lipídeos das formulações, observa-se que até o percentual de 10% os valores são iguais ao controle (4,49% e 4,72%, respectivamente) e estatisticamente diferentes das demais formulações, sendo as formulações 15% e 25% iguais entre si e diferentes de 20% (Tabela 2). Este resultado sugere que concentrações de até 10% de okara não interferem no aumento ou diminuição dos teores de lipídeo, o que já não se pode afirmar nas demais formulações (Figura 1C).

Bowles & Demiate (2006) encontraram valores lipídicos crescentes conforme a inclusão de okara em pães do tipo francês, quando comparados ao pão sem okara, chegando estes a ser até 200% superiores (0,5% de lipídeos em



pães sem okara e 1,5% de lipídeos em pães com 15% de okara). É possível que a adição de óleo para a cocção dos hambúrgueres tenha colaborado para o aumento do percentual de lipídeos no presente estudo. Turhan et al. (2007) demonstraram resultados semelhantes na diminuição da proteína e aumento da umidade em hambúrgueres com adição de okara úmida.

### **Análises Físicas**

A dificuldade de padronização da textura é um dos principais problemas relacionados à qualidade da carne bovina e a avaliação instrumental pela mensuração da força de cisalhamento tem sido a principal ferramenta utilizada em estudos envolvendo a textura da carne (Pinto et al. 2010). Verificou-se que a formulação controle foi estatisticamente diferente apenas da formulação a 25% de okara (6,39 e 4,63Kgf, respectivamente), indicando que a formulação apenas com carne bovina apresenta dureza superior (Figura 2). Apenas a formulação de 25% foi diferente do controle, o que demonstra que a inclusão da okara até 20% não torna a textura diferente (Tabela 2). Acredita-se que a formulação com 25% de okara, por ter umidade superior ao controle, apresenta uma dureza inferior causada pela retenção de água da umidade que a soja possui.

A inclusão de okara em qualquer uma das concentrações favorece a luminosidade (Figura 3A). Observou-se que no parâmetro L\* com a inclusão de okara a partir de 15% ocorre diferenciação da formulação controle e que acima de 15% a luminosidade ficou estabilizada (Tabela 2). Os valores de L\* variaram entre 54,29 e 64,29 (controle e formulação com 20%, respectivamente). Su et al.(2013) encontraram valores inferiores ao deste estudo com relação a luminosidade, mas apresentando aumento do percentual de okara, variando entre 38,2 e 44,2, para formulação controle e 25%, respectivamente.

Os valores de  $a^*$  não demonstraram variação significativa entre as formulações, sinalizando para a coloração vermelha (Tabela 2). Su et al.(2013) encontraram valores superiores para  $a^*$ . Já nos estudos de Bastos et al.(2014) com formulações de hambúrguer bovino adicionados de farinha de aveia, de banana verde, de polpa de banana verde, de casca de banana verde e de casca de maçã os valores de  $a^*$  variaram de 5,64 a 8,38, indicando que mesmo com a adição de outros componentes nas formulações a coloração dos hambúrgueres foi vermelha.

Já os valores de  $b^*$  indicam um aumento linear (Figura 3B), com valor médio de 21,44 para formulações com 25% de okara, não diferindo da formulação com 15% de okara (20,00). O estudo de Silva et al. (2014) encontrou valor de  $b^*$  de 11,28 para hambúrguer formulado apenas com carne bovina, o que corrobora com o resultados encontrado para a formulação sem a inclusão de okara.

O cálculo dos valores do ângulo Hue ( $h^*$ ) não demonstrou diferença significativa entre as formulações, o que demonstra que não houve mudança na tonalidade da cor marrom com a adição de okara em comparação com o controle (Tabela 2).

Os valores de  $C^*$ (cromaticidade) demonstraram também possuir um aumento linear (Figura 3C), com todas as formulações contendo okara diferindo da formulação controle, sendo apenas a formulação de 20% igual as demais. Os maiores valores de  $C^*$  foram para a formulação com 25% de okara (22,22) e os menores para a formulação controle (14,33), o que indica que a inclusão de okara torna a coloração mais intensa que o controle, sendo esta intensidade maior nas formulações a partir de 15%.

Observa-se na Figura 4, a visualização da cor correspondente às coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  através de um diagrama de dispersão em três dimensões. A cor de cada tratamento é representada em um ponto, destacando-se

que com o aumento da inclusão de okara nas formulações, a tonalidade da coloração marrom gerada vai se tornando cada vez menos intensa, o que sugere que os hambúrgueres foram se tornando mais claros, o que pode justificar a menor aceitação para as formulações com 20% e 25% na análise dos atributos sensoriais.

### **Teste de aceitação**

Houve diferença significativa ( $p < 0.05$ ) em todos os atributos analisados de todas as formulações elaboradas, exceto, quanto à textura.

Na figura 5 em todas as letras é possível observar o percentual de okara citado pelo modelo ajustado para proporcionar o máximo de cada variável em todos os atributos sensoriais estudados.

Observa-se que em relação ao atributo aparência, o hambúrguer formulado com 10% de okara apresentou a maior média de aceitação para aparência (7,37 – entre “gostei moderadamente” e “gostei muito”) em relação às outras formulações, não diferindo do controle (7,35). Observa-se na Figura 5A que existe uma queda na aceitação no atributo aparência após a concentração de 10%, mais notadamente a partir de 20% de okara, apesar dos dados da análise física, como o  $h^{\circ}$  não demonstrarem diferenças significativas, sendo talvez os valores de  $L^*$  mais influentes na aparência, uma vez que quanto maior a adição de okara, maior a luminosidade.

A aparência da carne é uma das primeiras características observadas pelos consumidores (Aguiar 2006, Venturini et al. 2011) .Os resultados demonstram que somente a formulação com 25% (6,64 - entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”) apresentou diferença significativa em relação à amostra controle, 5, 10 e 15%. A amostra com 20% não diferiu das demais se mantendo intermediária.

Estes resultados sugerem que a adição de okara ao hambúrguer bovino em até 20% não afetou a aparência esperada pelo consumidor em relação ao controle e boas médias de aceitação para este atributo foram obtidas. Provavelmente, o uso da okara favoreceu a moldagem e dispersão dos ingredientes o que possivelmente influenciou de forma positiva a aparência do produto. No entanto, esta quantidade deve ser controlada, não ultrapassando 20% de okara para manter a mesma aceitabilidade esperada.

Pode-se afirmar que a okara não influenciou negativamente o aroma esperado pelo consumidor, assemelhando-se quanto a este atributo ao hambúrguer controle (Figura 5B), elaborado apenas com carne bovina. Não houve diferença significativa entre as formulações com 10 e 15% de okara apresentando as maiores médias de aceitabilidade (7,20 e 7,22, respectivamente). A amostra com 25% de okara apresentou a menor média de aceitabilidade para o aroma (6,62 - entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”), porém não diferiu estatisticamente ( $p < 0,05$ ) do controle, 5% e 20% de okara (7,10 , 7,04 e 6,98, respectivamente). Destaca-se que as formulações com 10% e 15% de okara obtiveram médias numéricas superiores as do controle, apesar de serem iguais estatisticamente, indicando a importância tecnológica deste ingrediente na manutenção do aroma.

Quanto ao atributo sabor, concentrações superiores a 20% de okara interferem negativamente neste atributo. O hambúrguer formulado com 5% de okara obteve a maior média (7,13 - entre “gostei moderadamente” e “gostei muito”), diferindo significativamente ( $p < 0,05$ ) das formulações com 20% e 25% de okara (6,35 e 6,42, respectivamente) e igual às demais formulações (Figura 5 C). Estes resultados confirmam o estudo de Su et al.(2013) que também encontraram valores menores para este atributo na formulação com a maior concentração de okara(6,39 e 25%, respectivamente).

O consumidor valoriza a textura para determinar a qualidade e a aceitabilidade da carne, e a melhor qualidade é expressa em termos de maior maciez e maior suculência (Borges et al. 2006). Neste estudo, a aceitabilidade da textura (Figura 5D) das formulações não apresentou diferença significativa entre elas.

Estes resultados diferem dos resultados encontrados por Su et al. (2013) onde o aumento na concentração de okara levou a um aumento na dureza do hambúrguer. Já nos estudos de Albuquerque et al. (2009) foram encontrados resultados semelhantes no atributo maciez, uma vez que na análise sensorial não foi relatada diferença entre hambúrguer bovino e hambúrguer a base de soja e atum.

Resultados semelhantes ao sabor foram encontrados na aceitabilidade do atributo impressão global, onde o hambúrguer formulado com 5% de okara obteve melhor aceitabilidade (7,14 - entre “gostei moderadamente” e “gostei muito” ), diferindo somente significativamente ( $p < 0.05$ ) da formulação com 20 e 25% de okara (6,48 e 6,41 respectivamente). A Figura 5E, demonstra uma queda a partir da formulação com 15% de okara para o atributo impressão global. Della Torre (2005) destaca que o sabor de produtos cárneos elaborados com proteínas de soja pode ter sua aceitabilidade diminuída em função do sabor amargo e sensação adstringente. Destaca-se que talvez estes sejam fatores que tenham contribuído para as menores médias de sabor e impressão global nas formulações com maiores teores de okara. No estudo de Su et al. (2013) observa-se que as médias da impressão global possuem valores semelhantes os encontrados neste trabalho para as concentrações padrão, 20% e 25% .

O mapa de preferência externo apresentado na Figura 6 foi ajustado com intuito de explicar, utilizando a impressão global, as variáveis físicas, de composição centesimal, das análises de cocção e dos parâmetros sensoriais. Os resultados obtidos indicam que, de acordo com fatores individuais, as amostras

5%, 10% e 15 % foram as mais bem aceitas e correlacionadas com todos os atributos sensoriais, destacando-se que a formulação com 15% foi a que obteve maior correlação com a textura. A formulação controle correlacionou-se com as formulações até 15%, o que indica que a adição de okara não prejudicou a aceitabilidade e sim, favoreceu a aceitação. As amostras 20% e 25% de okara foram às menos preferidas, não se correlacionando com nenhum dos atributos sensoriais analisados.

Os dados do mapa de preferência corroboram com os resultados obtidos nas análises físicas, de composição centesimal, de cocção e sensorial. Os parâmetros que mais se correlacionaram com a maior aceitação foram todos os atributos sensoriais, de cocção, a textura instrumental e o percentual de proteína. Os dados da análise física, umidade e percentual de lipídeos correlacionaram-se apenas com as formulações menos aceitas com 20% e 25% de okara.

Observa-se, atualmente, uma crescente preocupação em consumir alimentos saudáveis e estudos recentes vêm mostrando a importância desse novo segmento no mercado. A utilização da soja em alimentos tradicionais tem aumentado, uma vez que a simples mesclagem permite uma redução dos custos e uma complementação da constituição química, além de, muitas vezes, conferir características funcionais aos produtos (Santos et al. 2004).

É importante mencionar que a okara apresenta-se como um produto de interesse, pois também contém fibras e isoflavonas em boa quantidade. De acordo com Matsumoto et al.(2007) cerca de 1/3 das isoflavonas normalmente presentes na soja ficam retidas na okara. Bowles & Demiate (2006) estimam valores em torno de 35,7mg% de isoflavonas na okara , então pode-se estimar que as concentrações de isoflavonas nas formulações de hambúrguer fiquem em torno de 1,8mg% a 8,9mg% (5% e 25%, respectivamente).

Com relação ao teor de fibras, Fafaungwithayakul et al. (2011) indicam que a okara úmida possui 3,52% de fibras. Já Zhu et al. (2008) indicam maiores

quantidades de fibras na okara úmida, sendo 9,2%. Então se pode também estimar que o percentual de fibras nas formulações de hambúrguer esteja em torno de 0,46% e 2,3% (5% e 25%, respectivamente).

## **CONCLUSÃO**

Os resultados obtidos indicam que, de acordo com fatores individuais, as amostras 5%, 10% e 15 % foram as mais bem aceitas e correlacionadas com todos os atributos sensoriais, destacando-se que a formulação com 15% foi a que obteve maior correlação com a textura. As amostras 20% e 25% de okara foram as menos preferidas, não se correlacionando com nenhum dos atributos sensoriais analisados. Os parâmetros que mais se correlacionaram com a maior aceitação foram todos os atributos sensoriais, de cocção, a textura instrumental e o percentual de proteína. Os dados da análise física, umidade e percentual de lipídeos correlacionaram-se apenas com as formulações menos aceitas com 20% e 25% de okara. Pode-se concluir que as formulações de hambúrguer bovino com adição de okara úmida apresentam-se próprias para o consumo por sua qualidade higiênico-sanitária satisfatória e que a melhor aceitabilidade e qualidade tecnológica foram observadas nas concentrações de até 15%.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a Capes, ao CNPq e à FAPEMIG, pelo apoio financeiro. À UNIFENAS-MG (Laboratório de Biologia e Fisiologia de Microrganismos), UNIFAL-MG (Faculdade de Nutrição) e à UFLA (Departamento de Ciência dos Alimentos), pelo apoio constante.



## REFERÊNCIAS

Achouri A, Boye JI & Zamani Y (2008) Soybean variety and storage effects on soymilk flavor and quality. *International Journal of Food Science and Technology* 43:82-90

Aguiar APS (2006) Consumer opinion and quality of poultry meat raised in different production systems. Piracicaba, 71p. Dissertation (Master in Science and Food Technology). University of Sao Paulo

Albuquerque TL, Lima MA, Oliveira VS, Coelho RMD, Rodrigues MCP (2009) Processing and sensory acceptance of product type burger soybean (*Glycine max*) and tuna fish (*Thunnus spp*). *B.CEPPA*27:191-198

Aleson-Carbonell L, Fernández-López J, Pérez-Alvarez JA, Kuri V(2005) Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo. *Innov Food Sci Emerg Technol* 6:247–255

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Method of Analysis. 18 ed. Washington, DC, USA, 2005

AZEVEDO E (2011) Risks and controversies in the social construction of the concept of healthy food: the case of soybeans. *Journal of Public Health São Paulo* 45:781-788

Bastos SC, Pimenta MESH, Pimenta, CJ, Reis TA, Nunes CA, Pineiro ACM, Fabrício LFF, Leal RS (2014) Alternative fat substitutes for beef burger: technological and sensory characteristics. *J Food Sci Technol* 51(9):2046–2053

Berry BW (1992) Low fat level effects on sensory, shear, cooking, and chemical properties of ground beef patties. *J Food Sci* 57:537–540

Bomdespacho, LQ, Cavallini, DCU, Castro, AD, Rossi, EA (2011) O emprego de okara no processamento de “hambúguer” de frango fermentado com *Lactobacillus Acidophilus* CRL 1014. *Alim Nutr* 22(2):315-322

Borges AS, Zapata JFF, Garruti DS, Rodrigues MCP, Freitas ER, Pereira ALF (2006) Instrumental and sensorial assessment of tenderness and juiciness in goat. *Food Sci. Technol* 26(4):891-896

Bowles S, Demiate IM (2006) Physicochemical characterization of the soymilk by product – okara. *Food Sci. Technol* 26(3):652-659

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 20, de 31 de janeiro de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hamburguer. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2000. Disponível em: [http://www.cfmv.org.br/portal/legislacao/outras\\_normas/instrucao\\_normativa\\_020\\_MAA.htm](http://www.cfmv.org.br/portal/legislacao/outras_normas/instrucao_normativa_020_MAA.htm). Acesso em 01 de setembro de 2015.

BRASIL, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico Sobre Os Padrões Microbiológicos para Alimentos. Diário Oficial. Brasília, DF. Disponível em: [http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC\\_12\\_2001.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES) Acesso em 28 de setembro de 2015.

Della Torre, JCM (2005) Study of quantification and validation methodologies of soy proteins and collagen and technological uses in meat products. *Rev Inst Adolfo Lutz* 64(1):146

Fafaungwithayakul N, Hongsprabhas P, Hongsprabhas P (2011) Effect of Soy Soluble Polysaccharide on the Stability of Soy-Stabilised Emulsions During In Vitro Protein Digestion. *Food Biophysics* 6:407-415

Ferreira EB, Cavalcanti PP, Nogueira DA (2014) ExpDes: An R package for ANOVA and Experimental Designs. *Applied Mathematics* 5:2952-2958

Genovese MI, Lajolo FM (2002) Isoflavones in soy based foods consumed in Brazil: levels, distribution, and estimated intake. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50:5987-5993

Hautrive TP, Oliveira FR, Silva ARD, Terra NN, Campagnol PCB (2008) Physicochemical and sensorial analyses of ostrich hamburger. *Food Sci. Technol* 28:95–101

Husson F, Le S, Cadoret M (2014) *SensoMineR: Sensory data analysis with R. R package version 1.20.* <http://CRAN.R-project.org/package=SensoMineR>.

Malak MA, Basem MA (2010) Attributes of low-fat beef burgers made from formulations aimed at enhancing product quality. *Journal of Muscle Foods* 21:317–326

Martins RB, Hogg T, Otero JG (2011) Food handlers' knowledge on food hygiene: The case of a catering company in Portugal. *Food Control* 23(1):184-90

Matsumoto K, Watanabe Y, Yokoyama S (2007) Okara, soybean residue, prevents obesity in a diet-induced Murine obesity model. *Biosci Biotechnol Biochem* 71:720-727

Melo LF, Vilela NA, Carvalho PLN, Veiga SMOM, Nascimento LC (2012) Hygienic quality - hamburger meat sanitary industrialized. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde* 10 (2): 370-375

Morón-Fuenmayor OE, Zamorano-Garcia L(2003) Pérdida por goteo en diferentes carnes crudas. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 11 (2): 125-127

Oliveira MM, Ferreira, LO, Carmo, JR, Pimenta, MESH, Logato, PVR, Pimenta, CJ (2008) Apparent digestibility and digestible energy of some organic residues in food of tilapia. *Electronic Journal Nutritime* 5(5):648-657

Pauletto FB, Fogaça AO (2012) Evaluation of the centesimal composition of tofu e okara. *Disc. Scientia. Series: Health Sciences* 13(1):85-95

Pinto MF, Ponsano EHG, Almeida APS (2010) Shear blade thickness in the instrumental evaluation of meat texture. *Rural Science* 40(6):1405-1410

R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

Ribeiro MLL, Mandarino JMG, Carrão-Panizzi, MC, Oliveira, MCN, Campo CBH, Nepomuceno, AL, Ida, EI (2007) Isoflavone content and b-glucosidase

activity in soybean cultivars of different maturity groups. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20:19–24

Santos GC, Bedani R, Rossi EA (2004) Use of soybean residue (okara) the development of a cereal. *Alim Nutr Araraquara* 15(1):31-34

Silva FL, Silva TS, Vargas FC, Franzolin R (2014) Physicochemical parameters and sensory acceptance of buffalo burgers as compared to beef burgers. *Braz. J. Food technol* 17(4):340-344

Silva N, Junqueira VCA, Silveira NFA (2010) *Manual methods of microbiological analysis of food*. 2.ed. São Paulo: Varela

Silva TS, Santos DC, Pereira MM, Barbosa MIMJ (2007) In nature nothing is lost, everything is transformed, "okara utilization, agroindustrial residue of soybeans, in the preparation of breakfast cereal." Federal Center of Technological Education in chemistry of Nilópolis, RJ.

Soetaert K (2014) plot3D: Plotting multi-dimensional data. R package version 1.0-2. <http://CRAN.R-project.org/package=plot3D> .

Tarancon P, Sanz T, Fiszman S and Tarrega A (2014) Consumers' hedonic expectations and perception of the healthiness of biscuits made with olive oil or sunflower oil. *Food Research International* 55 197–206

Su, SIT, Yoshida, CMP, Contreras-Castillo CJ, Quiñones EM, venturini AC (2013) Okara, a soymilk industry by-product, as a non-meat protein source in reduced fat beef burgers. *Food Sci. Technol* 33(1):52-56

Troy DJ, Desmond EM, Buckey DJ (1999) Eating quality of low-fat beef burgers containing fat-replacing functional blends. *J Sci Food Agric* 79:507–516

Turhan S, Temiz H, Inci S (2007) Utilization of okara wet in low-fat beef patties. *Journal of Muscle Foods* 18 (2): 226-235

Venturini AC, Cavenaghi AD, Contreras-Castilho CJ, Quiñones, EM (2011) Uncured fresh chicken sausage with reduced fat content. *Food Science and Technology* 31(3):629-634

Villanueva N and Da Silva M A A (2009) Comparative performance of the nine-point hedonic, hybrid and self-adjusting scales in the generation of internal preference maps. *Food Quality and Preference* 20 1–12

Wang HJ, Murphy PA(1994) Isoflavone content in commercial soybean foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 42:1666-1673

Zhu YP, Fan JF, Cheng YQ, Li LT (2008) Improvement of the antioxidant activity of Chinese traditional fermented okara (Meitauza) using *Bacillus subtilis* B2. *Food Control* 19:654–661.

**Tabela 1 – Composição das formulações dos hambúrgueres bovinos com adição de okara úmida em diferentes concentrações.**

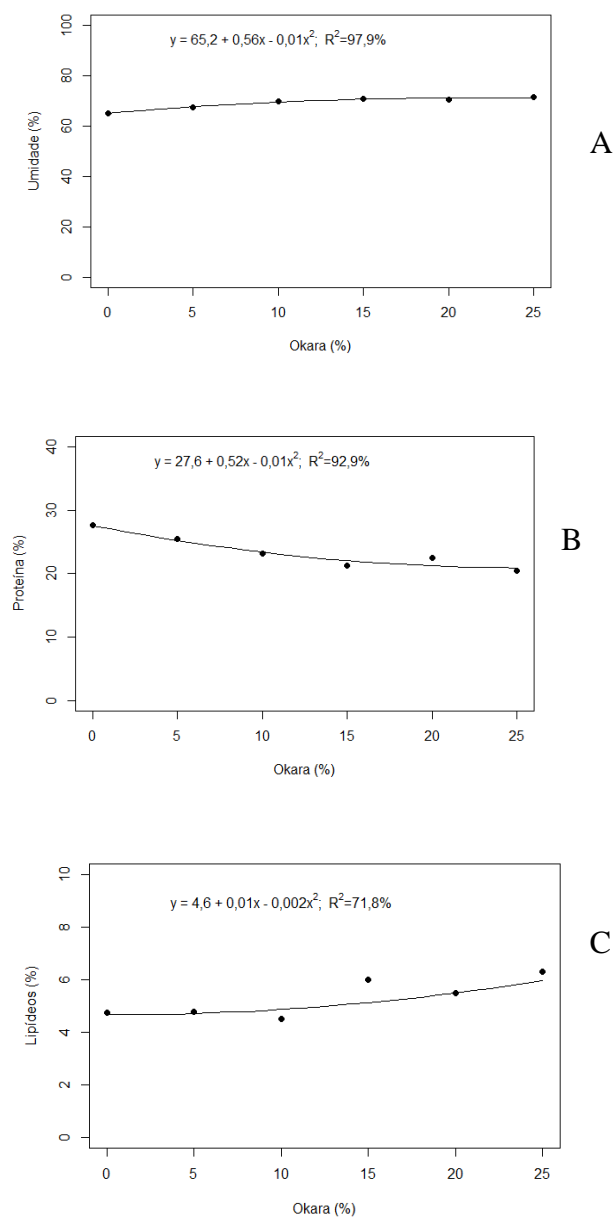
Ingredientes (g)	Formulações (% Okara)					
	FC	F5	F10	F15	F20	F25
Carne bovina	100	95	90	85	80	75
Okara úmida	0	05	10	15	20	25
Tempero alho e sal	2,3	2,18	2,07	1,95	1,84	1,72
Pimenta do reino	0,3	0,28	0,27	0,25	0,24	0,22

FC= 0%. F5= 5%. F10= 10%. F15= 15%. F20= 20%. F25= 25%.

**Tabela 2 – Parâmetros de cocção, composição centesimal e análises físicas das formulações de hambúrgueres bovinos com adição de okara úmida em diferentes concentrações.**

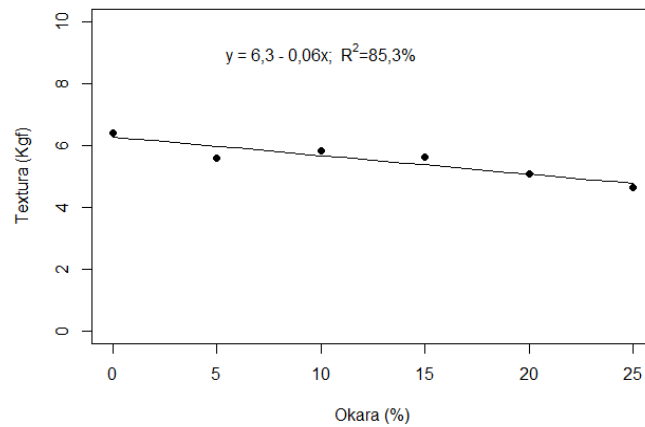
	Formulações					
	FC	F5	F10	F15	F20	F25
Rendimento (%)	86.00±2.00 <sup>a</sup>	87.33±3.06 <sup>a</sup>	82.00±4.00 <sup>a</sup>	82.00±0.00 <sup>a</sup>	81.33±1.15 <sup>a</sup>	81.30±1.48 <sup>a</sup>
Encolhimento(%)	11.71±0.81 <sup>ab</sup>	11.13±0.99 <sup>b</sup>	10.66±0.58 <sup>b</sup>	13.66±0.47 <sup>a</sup>	10.88±0.10 <sup>b</sup>	9.87±1.44 <sup>b</sup>
CRA(%)	79.44±2.86 <sup>a</sup>	81.45±4.51 <sup>a</sup>	74.04±5.76 <sup>a</sup>	74.25±0.14 <sup>a</sup>	73.68±1.65 <sup>a</sup>	73.55±1.61 <sup>a</sup>
Umidade (%)	65.15±0.29 <sup>d</sup>	67.44±0.39 <sup>c</sup>	69.86±0.15 <sup>b</sup>	70.77±0.32 <sup>a</sup>	70.64±0.30 <sup>ab</sup>	71.42±0.31 <sup>a</sup>
Proteínas (%)	27.59±0.41 <sup>a</sup>	25.45±0.11 <sup>b</sup>	23.14±0.06 <sup>c</sup>	21.30±0.31 <sup>d</sup>	22.50±0.27 <sup>c</sup>	20.40±0.36 <sup>c</sup>
Lipídeos (%)	4.72±0.05 <sup>c</sup>	4.76±0.36 <sup>c</sup>	4.49±0.08 <sup>c</sup>	6.00±0.12 <sup>a</sup>	5.48±0.08 <sup>b</sup>	6.30±0.1 <sup>a</sup>
Textura (kgf)	6.39±0.45 <sup>a</sup>	5.58±0.38 <sup>ab</sup>	5.81±0.90 <sup>ab</sup>	5.63±0.32 <sup>ab</sup>	5.06±0.65 <sup>ab</sup>	4.63±0.58 <sup>b</sup>
L*	54.29±1.36 <sup>b</sup>	58.27±1.11 <sup>ab</sup>	58.84±0.44 <sup>ab</sup>	61.81±3.09 <sup>a</sup>	64.29±2.24 <sup>a</sup>	63.65±3.76 <sup>a</sup>
a*	4.57±0.80 <sup>a</sup>	4.58±0.40 <sup>a</sup>	4.51±0.62 <sup>a</sup>	5.41±0.73 <sup>a</sup>	4.45±1.42 <sup>a</sup>	6.43±0.72 <sup>a</sup>
b*	13.57±0.63 <sup>d</sup>	16.95±0.56 <sup>c</sup>	16.96±1.21 <sup>c</sup>	20.00±0.33 <sup>ab</sup>	18.25±1.18 <sup>bc</sup>	21.44±1.53 <sup>a</sup>
h°	71.45±2.61 <sup>a</sup>	74.82±1.72 <sup>a</sup>	75.41±1.49 <sup>a</sup>	74.86±1.99 <sup>a</sup>	76.03±3.60 <sup>a</sup>	74.96±4.61 <sup>a</sup>
C*	14.33±0.77 <sup>c</sup>	17.57±0.43 <sup>b</sup>	17.87±0.95 <sup>b</sup>	20.73±0.34 <sup>a</sup>	19.58±1.35 <sup>ab</sup>	22.22±1.50 <sup>a</sup>

Valores das médias em triplicata. Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha de cada formulação não diferem significativamente (P<0.05). FC= 0%. F5= 5%. F10= 10%. F15= 15%. F20= 20%. F25= 25%. CRA- capacidade de retenção de água. L\*- luminosidade. a\*- intensidade de vermelho/verde. b\*- intensidade amarela/azul. h°- ângulo Hue. C\*- cromaticidade.

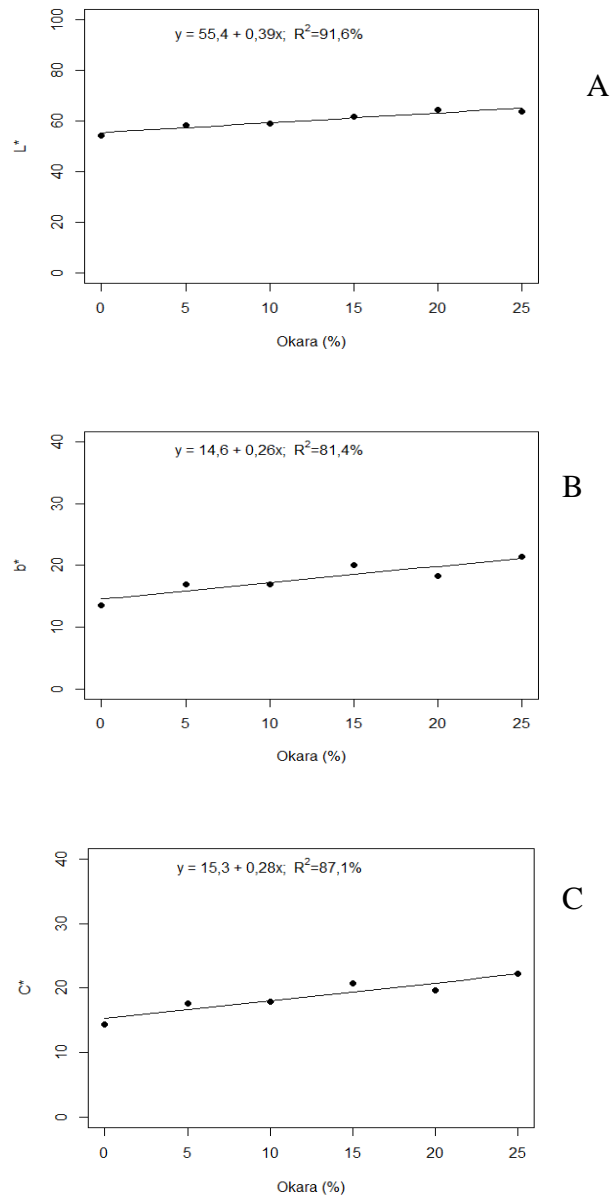


**Figura 1 - Médias observadas, modelo de regressão ajustado e coeficiente de determinação para variáveis de umidade (A), Proteína(B) e Lipídeos (C) das formulações de hambúrguer bovino com adição de diferentes concentrações de okara úmida.**

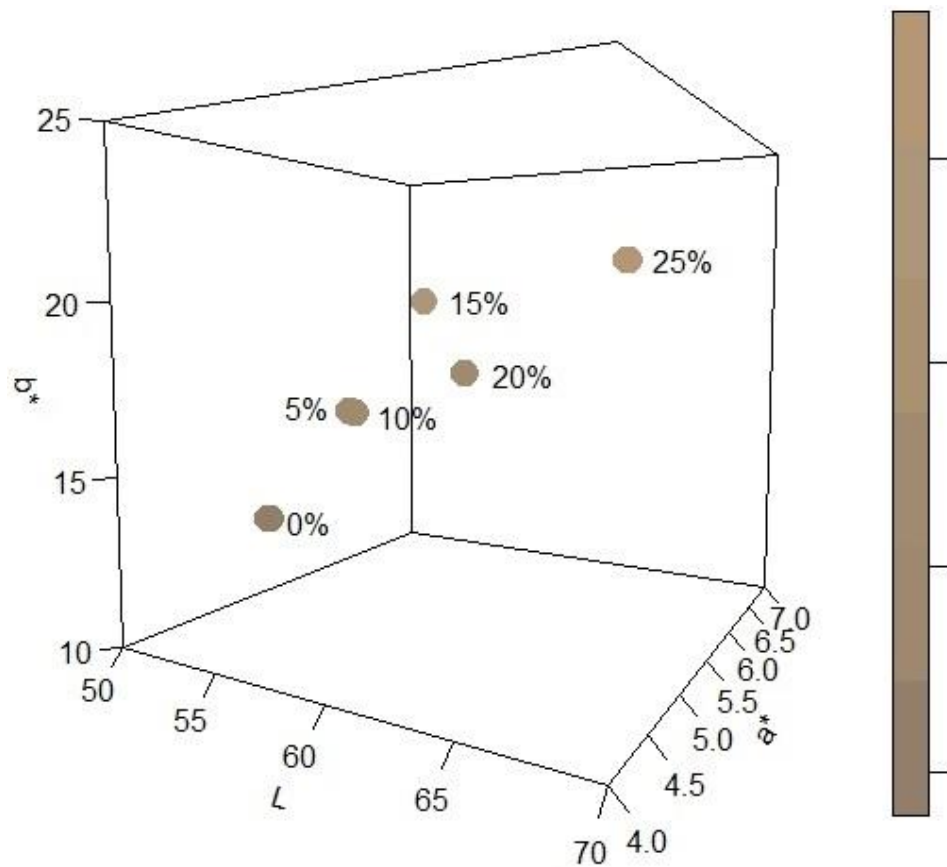




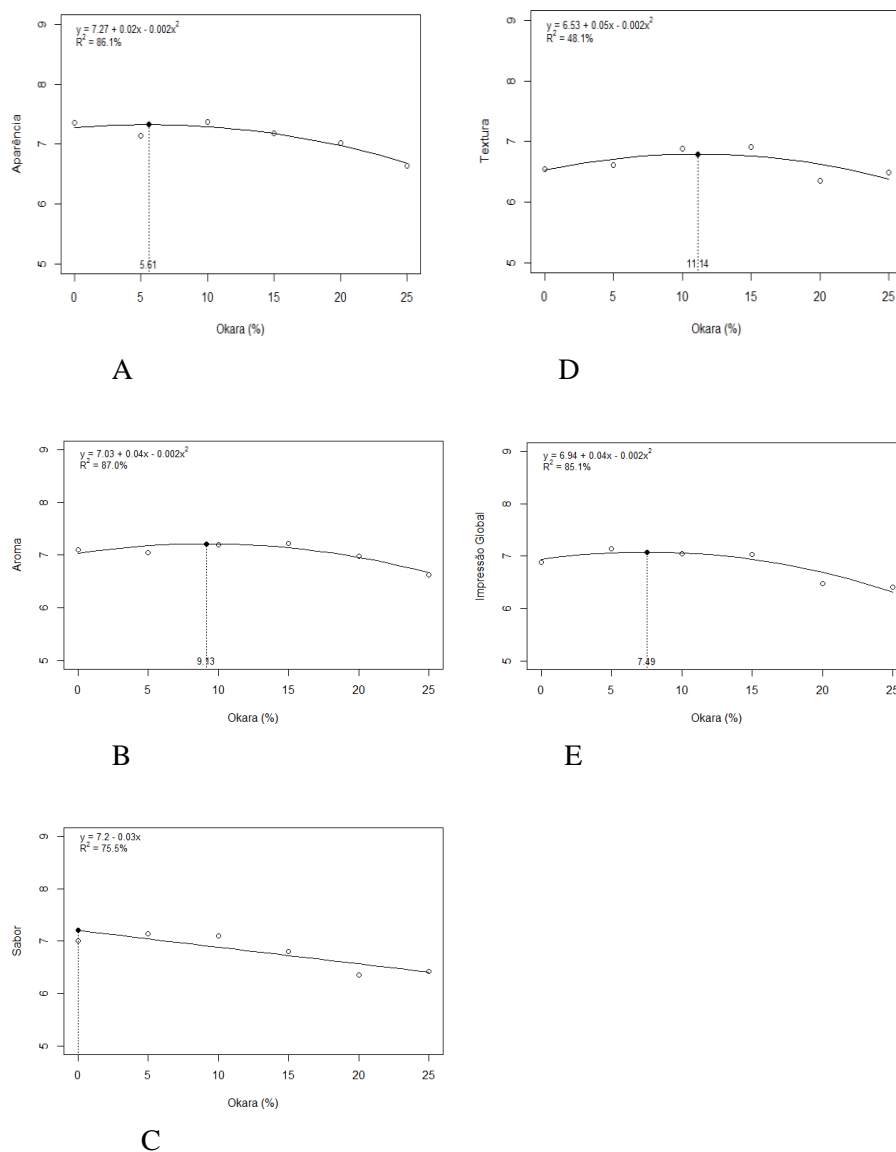
**Figura 2 - Médias observadas, modelo de regressão ajustado e coeficiente de determinação para Textura Instrumental das formulações de hambúrguer bovino com adição de diferentes concentrações de okara úmida.**



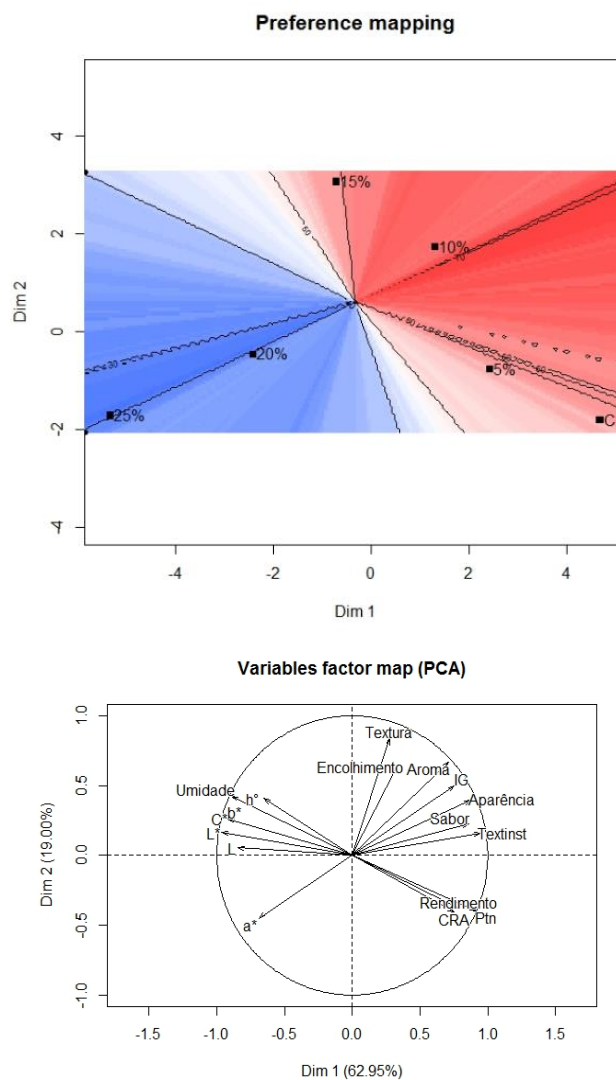
**Figura 3 - Médias observadas, modelo de regressão ajustado e coeficiente de determinação para variáveis L\* (A), b\* (B) e C\* (C) das formulações de hambúrguer bovino com adição de diferentes concentrações de okara úmida.**



**Figura 4 - Diagrama de dispersão em três dimensões, com transformação para o sistema RGB (red-green-blue) de cores, das formulações de hambúrguer bovino com adição de okara úmida em diferentes concentrações.**



**Figura 5 - Médias observadas, modelo de regressão ajustado e coeficiente de determinação para os atributos aparência (A), Aroma (B), Sabor (C), Textura (D) e Impressão Global (E) das formulações de hambúrguer bovino com adição de diferentes concentrações de okara úmida.**



**Figura 6 - Mapa de preferência externo das variáveis físicas, de composição centesimal, das análises de cocção e dos parâmetros sensoriais das formulações de hambúrguer bovino com adição de okara úmida em diferentes concentrações. Textinst- textura instrumental. Ptn – proteína. L – lipídeos.  $h^{\circ}$ - ângulo Hue. C\*- cromaticidade. b\*- intensidade amarela/azul. L\*- luminosidade. a\*- intensidade de vermelho/verde. IG- impressão global. CRA- capacidade de retenção de água.**

## APÊNDICE

### APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da pesquisa: **QUALIDADE TECNOLÓGICA E SENSORIAL DE HAMBÚRGUER BOVINO COM ADIÇÃO DO RESÍDUO DO EXTRATO AQUOSO DE SOJA (OKARA)**

Pesquisadoras responsáveis: Profa. Dra. Flávia Della Lúcia/ Tel. contato: (35)3299-1110 e Profa. Ms.. Rafaela Bergmann Strada de Oliveira/ Tel. contato: (35)3299-3236

Estamos convidando-o a participar do projeto de pesquisa acima citado. O documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos realizando. Sua colaboração neste estudo será de muita importância para nós, mas, se não quiser participar ou se desistir a qualquer momento, isso não lhe trará nenhum prejuízo.

Eu, \_\_\_\_\_, Idade \_\_\_\_ anos  
RG \_\_\_\_\_ CPF \_\_\_\_\_, Telefone \_\_\_\_\_,  
Endereço \_\_\_\_\_,

concordo de livre e espontânea vontade em participar da pesquisa. Declaro que obtive todas as informações necessárias e todos os eventuais esclarecimentos quanto às dúvidas por mim apresentadas.

Estou ciente que:

1. Será realizada coleta de dados através de métodos simples e rápidos, como provar hambúrguer bovino com adição do extrato aquoso de soja (okara) (resíduo do leite de soja) e responder a um questionário com perguntas sobre a pesquisa em questão.

2. A minha participação neste estudo não acarretará nenhum risco físico ou financeiro.
3. Os benefícios que terei com esta participação serão na contribuição com a pesquisa científica deste produto.
4. O meu nome será mantido em sigilo, assegurando minha privacidade.
5. Os resultados finais, referentes a todos os provadores, incluindo eu, serão utilizados para elaborar relatório e artigos científicos.

Alfenas, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(responsável)

Rafaela Bergmann S. de Oliveira

\_\_\_\_\_  
Profa. Flávia Della Lucia /

Pesquisadoras responsáveis

**APÊNDICE B - FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL – Aceitação/Escala Hedônica**

NOME: \_\_\_\_\_

SEXO: \_\_\_ IDADE: \_\_\_ ANOS DATA: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Por favor, avalie as amostras de hambúrguer com okara utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque a nota da escala que melhor reflita seu julgamento.

CÓDIGO DA AMOSTRA: \_\_\_\_\_

( 9 ) Gostei extremamente                      APARÊNCIA \_\_\_\_\_

( 8 ) Gostei muito

( 7 ) Gostei moderadamente                      AROMA \_\_\_\_\_

( 6 ) Gostei ligeiramente

( 5 ) Indiferente                                      SABOR \_\_\_\_\_

( 4 ) Desgostei ligeiramente

( 3 ) Desgostei moderadamente                      TEXTURA \_\_\_\_\_

( 2 ) Desgostei muito

( 1 ) Desgostei extremamente                      IMPRESSÃO GLOBAL \_\_\_\_\_

Comentários: \_\_\_\_\_



**ARTIGO 2 Qualidade de hambúrguer bovino com adição de Okara úmida  
ao longo do armazenamento**

Rafaela Bergmann Strada de OLIVEIRA<sup>1\*</sup>

Flávia DELLA LUCIA<sup>2</sup>

Eric Batista FERREIRA<sup>3</sup>

Roseane Maria Evangelista de OLIVEIRA<sup>4</sup>

Carlos José PIMENTA<sup>5</sup>

Maria Emília de Sousa Gomes PIMENTA<sup>6</sup>

**Artigo submetido ao periódico Ciência e Agrotecnologia, sendo apresentado  
segundo suas normas de publicação.**

1 \* Author Correspondent

Rafaela Bergmann Strada de Oliveira - Nutrition Faculty, University José do Rosário Vellano - Unifenas, Rodovia MG 179, Km0, Trevo, Alfenas, MG, Brazil. CEP: 37130-000. Phone: +55 35 3299 3236. E-mail: [rafaela.bergmann@unifenas.br](mailto:rafaela.bergmann@unifenas.br)

2 Nutrition Faculty, Federal University of Alfenas, Alfenas, MG, Brasil. CEP: 37130-000. Email: [flavia@unifal-mg.edu.br](mailto:flavia@unifal-mg.edu.br)

3 Alfenas Federal University, ICEX, Alfenas, MG, Brazil. CEP: 37130-000. E-mail: [eric.ferreira@unifal-mg.edu.br](mailto:eric.ferreira@unifal-mg.edu.br)

4 Food Science, Caixa Postal 3037, Federal University of Lavras, University Campus, Lavras, MG, Brazil. CEP 37200-000. . E-mail: [roseane-ufla@hotmail.com](mailto:roseane-ufla@hotmail.com)

5 Food Science, Caixa Postal 3037, Federal University of Lavras, University Campus, Lavras, MG, Brazil. CEP 37200-000. E-mail: [carlos\\_pimenta@dca.ufla.br](mailto:carlos_pimenta@dca.ufla.br)

6 Food Science, Caixa Postal 3037, Federal University of Lavras, University Campus, Lavras, MG, Brazil. CEP 37200-000. E-mail: [maria.emilia@dca.ufla.br](mailto:maria.emilia@dca.ufla.br)

## **QUALITY OF BEEF BURGER WITH ADDITION OF WET OKARA ALONG THE STORAGE**

### **ABSTRACT**

Combining the consuming of agricultural residues with satisfying consumers is a challenge that may result in financial income for the frozen meat industries, besides generating products with different nutritional value and satisfactory technological quality. Thus, we aimed at elaborating and assessing the physical, chemical and microbiological characteristics of frozen raw and fried beef hamburgers with addition of okara in its wet form throughout their storage over a period of 120 days. The inclusion of okara was proportional to the reduction in the content of protein, and to the increase of the lipid and moisture amount in the fried and raw formulations. Okara increased the luminosity and dimmed along the storage period. In the raw formulations at zero time lower values for  $b^*$ ,  $a^*$  were observed when compared to the zero time of the fried hamburgers. This led to a light brown color and highlighting the clearing of the color due to the inclusion of okara. The fried hamburgers also featured this clearing, but they were darker brown. Chromaticity was greater with the inclusion of okara and with the passage of time. It can be concluded after 120 days storage the levels of protein, lipid and moisture of the formulations were according to the recommended by the Technical Regulation for Identity and Quality of Hamburgers and comply with the requirements of the Brazilian Law for microbiological standards. The brown colour changed with the inclusion of okara but without alterations in the characteristic colour for beef burgers.

**INDEX TERMS:** Soybean, Residues, Hamburgers, Technological characteristics

## RESUMO

Aliar o consumo de resíduos agrícolas e satisfazer o consumidor é um desafio que pode resultar em aporte financeiro para as indústrias de alimentos cárneos congelados, além de originar produtos com valor nutricional diferenciado e qualidade tecnológica satisfatória. Sendo assim objetivou-se elaborar e avaliar as características físicas, químicas e microbiológicas de hambúrgueres congelados crus e fritos de carne bovina com adição de okara em sua forma úmida ao longo do seu armazenamento em congelamento por um período de 120 dias. Observou-se que a inclusão de okara foi proporcional a diminuição do teor proteínas, ao aumento dos teores de lipídeos e umidade das formulações cruas e fritas e que após os 120 dias de armazenamento as formulações atendiam o preconizado pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrgueres. A inclusão de okara aumentou a luminosidade dos hambúrgueres e foi diminuindo com o passar dos dias de armazenamento, exceto nas formulações com 5 e 10% fritas. Para as formulações cruas no tempo zero, observam-se menores valores de  $b^*$ ,  $a^*$  quando comparados ao tempo zero dos hambúrgueres fritos, o que leva uma coloração marrom clara e indicando o clareamento na cor com o aumento da inclusão de okara. Os hambúrgueres fritos também possuem esta indicação, porém apresentaram-se marrom mais escuro. A cromaticidade foi maior conforme a inclusão de okara e o passar do tempo. Conclui-se que após 120 dias de armazenamento os hambúrgueres atendiam o preconizado pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrgueres no que diz respeito aos teores de proteínas, lipídeos e umidade e que atendiam a legislação do ponto de vista microbiológico. A coloração marrom dos produtos modificou-se com a inclusão de okara sem, no entanto alterar a coloração característica de hambúrgueres.

**TERMOS PARA INDEXAÇÃO:** Resíduo, Soja, Hambúrguer, Características Tecnológicas

## 1 INTRODUÇÃO

Os alimentos alternativos e de baixo valor comercial, como os resíduos e subprodutos agrícolas, representam uma forma de minimizar os gastos com alimentação. Os resíduos e subprodutos agrícolas podem apresentar mercados já definidos, representando significativo aporte financeiro à agroindústria (Oliveira et al. 2008).

Aliar o consumo de resíduos e satisfazer o consumidor é um desafio que pode resultar em aporte financeiro para as indústrias de alimentos cárneos congelados, além de originar produtos com valor nutricional diferenciado e qualidade tecnológica satisfatória. Para aumentar a vida útil, o congelamento dos produtos é muito utilizado na vida moderna, devendo garantir a preservação absoluta dos produtos por um longo tempo. Atualmente os consumidores estão se tornando mais exigentes quanto à qualidade dos alimentos e têm a expectativa de que isso seja mantido durante o período entre a compra e o consumo final. Essas expectativas são consequência não apenas da exigência de que o alimento deve permanecer seguro, mas também da necessidade de minimizar as alterações indesejadas em suas qualidades.

A soja é uma planta pertencente à família Leguminosae (Fabaceae), sendo a cultivar classificada como *Glycine max* (L.) Merrill (Gesinde, Oyawoye & Adebisi, 2008).

A importância econômica da soja se deve ao seu elevado valor nutritivo (Aplevicz & Demiate 2007). Adicionalmente, estudos epidemiológicos demonstram que o consumo de vegetais está associado com a redução do risco de doenças crônicas (Jimenez-Escrig, Serra & Rupérez, 2010) e o uso de sementes de soja tem aumentado em função da importância das propriedades nutricionais e característica funcional dos seus componentes bioativos, que são implicados em prevenção de doenças crônicas (Ribeiro et al., 2007).

Com o intuito de fornecer ao organismo humano os nutrientes existentes na soja, existem diversos produtos derivados da leguminosa, os quais originam alimentos com maior conteúdo proteico, reduzindo custos e aumentando a aceitação dos consumidores em relação aos produtos à base de soja (Mateos-Aparicio, Redondo-Cuenca & Villanueva-Suárez, 2010).

A okara é o resíduo da produção do extrato aquoso de soja (leite de soja) e é considerado como um subproduto, apresentando um baixo valor de mercado porque consiste de aproximadamente 80% de água, tornando-se volumoso, difícil de manipular e altamente susceptível à deterioração microbiana ( Perussello, Amarante & Mariani, 2009) e também rico em fibras e proteínas (Sengupta et al., 2012). O seu aproveitamento além de melhorar a qualidade nutricional dos produtos alimentícios e agregar valor, reduz o desperdício de alimentos e minimiza a geração de resíduos industriais ( Su et al.,2013).

Uma opção para o aproveitamento da okara seria incluí-la na formulação de hambúrguer, produto com elevado consumo pela população brasileira e mundial.

O consumo nacional de hambúrguer congelado tem sido superior, em volume, a maioria dos outros produtos cárneos congelados (Nascimento, Oliveira & Nascimento, 2005). Em decorrência da sua praticidade de preparo e por possuir nutrientes que alimentam e saciam a fome rapidamente, o hambúrguer se tornou um produto consumido por todas as classes populares.

Em função da aceleração do ritmo urbano, dado pelo tempo produtivista, é cada vez mais evidente a busca por alimentos industrializados de fácil preparo (Oliveira et al., 2013).

O hambúrguer é um produto industrializado obtido a partir de carne moída, com ou sem tecido, adicionado ou não de tecido adiposo e outros

ingredientes, moldado e submetido a um processo tecnológico adequado (Brasil, 2000).

Indústrias produtoras de carnes processadas devem fornecer uma grande variedade de produtos aos consumidores, principalmente com preços acessíveis para aumentar o consumo (Soltanizadeh & Ghiasi-Esfahani, 2015) e devem também tentar reduzir os custos das formulações sem comprometer os atributos de qualidade dos mesmos (Akwetey & Knipe, 2012). A inclusão de resíduos seria uma alternativa.

O presente trabalho objetivou elaborar e avaliar as características físicas, químicas e microbiológicas de hambúrgueres congelados crus e fritos de carne bovina com adição de okara em sua forma úmida ao longo do seu armazenamento em congelamento por um período de 120 dias.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Matéria prima**

A soja foi obtida em grão (Natudday<sup>®</sup>), a carne bovina do corte coxão mole (JBS<sup>®</sup>) e os demais ingredientes (tempero alho e sal (Arisco<sup>®</sup>), óleo de soja (Soya<sup>®</sup>), pimenta do reino moída (Hikari<sup>®</sup>)) foram adquiridos no comércio local da cidade de Alfenas, MG.

### **2.2 Processamento da Okara**

Aqueceu-se 1 litro de água a 98°C e adicionou-se a soja e aguardou-se até que a mistura atingisse 98°C. A partir daí, aguardou-se 5 minutos; desprezou-se a água e realizou-se choque térmico nos grãos por 5 minutos em um recipiente com gelo. Em seguida, os grãos de soja foram triturados em

liquidificador com a adição de água por aproximadamente 2 minutos. Esse conteúdo foi fervido a 98°C por 10 minutos e por fim, filtrado em tecido de organza. O filtrado foi desprezado e a massa resultante da filtração foi a okara utilizada.

### 2.3 Formulação do Hambúrguer

Após a compra da carne bovina, resfriada e embalada a vácuo, foi realizada a limpeza com a separação das gorduras e nervos aparentes. A carne foi cortada em pedaços de aproximadamente 100g cada e foi moída em disco de 5mm em máquina de moer (C.A.F<sup>®</sup>, modelo 22STB). Os hambúrgueres foram processados de acordo com as boas práticas de fabricação, sendo misturados e moldados em molde plástico para hambúrguer. As formulações são apresentadas na Tabela 1. Os hambúrgueres foram congelados a -18°C até o momento das análises.

Tabela 1 – Composição das formulações dos hambúrgueres bovinos com adição de okara úmida em diferentes concentrações.

Ingredientes (g)	Formulações (%Okara)					
	FC	F5	F10	F15	F20	F25
Carne bovina	100	95	90	85	80	75
Okara úmida	0	05	10	15	20	25
Tempero alho e sal	2,3	2,18	2,07	1,95	1,84	1,72
Pimenta do reino	0,3	0,28	0,27	0,25	0,24	0,22

FC= 0%. F5= 5%. F10= 10%. F15= 15%. F20= 20%. F25= 25%.

## 2.4 Cocção dos Hambúrgueres

Após descongelamento a 4<sup>o</sup>C por 12 horas, os hambúrgueres foram preparados grelhados em frigideira com 2mL de óleo por unidade, mantidos por 5 minutos de cada lado, num total de 10 minutos em fogo médio (200<sup>o</sup>C), sendo a temperatura interna controlada por termômetro digital (Delta® modelo HD 9214) para garantia da temperatura interna mínima de 74<sup>o</sup>C. As análises foram realizadas em 5 tempos de armazenamento a -18<sup>o</sup>C, sendo tempo zero, 30, 60, 90 e 120 dias.

## 2.5 Análises da Composição Centesimal

Foi realizada análise de umidade, lipídeos e proteína bruta utilizando os métodos propostos pela AOAC (2005).

## 2.6 Análises Físicas

Para a determinação da cor foi utilizado o colorímetro Konica Minolta® CR 400 no modo CIE para leitura dos parâmetros L\* (luminosidade, 100=branco, 0= preto), a\* (intensidade de vermelho/verde) e b\* (intensidade de amarelo/azul), fixadas as seguintes condições: iluminante D65, ângulo de visão 8°, ângulo padrão do observador 10°, especular incluída, conforme especificações da Comissão Internationale D`Le Ecleraige. Para o cálculo do ângulo *Hue* os valores a\* e b\* foram convertidos conforme a Equação:  $H^0 = \tan^{-1} (b^*/a^*)$  e o cálculo da saturação (Croma C) conforme a Equação  $CromaC = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$ . Para visualização da cor correspondente às coordenadas L\*, a\* e b\* foi construído um diagrama de dispersão em três dimensões, cuja cor de cada tratamento é representada em um ponto, segundo transformação para o sistema



RGB (red-green-blue) de cores. Para isso, foi utilizado o software R (R Core Team, 2015), por meio de funções do pacote plot3D (Soetaert, 2014). A análise instrumental da textura foi realizada através do texturômetro TA.XT.plus (*Texture Technologies corp./ stable micro systems, UK*), equipado com o dispositivo *Warner-Bratzler (WB)* com medida de força em compressão. O equipamento foi calibrado com peso padrão de 5 kg e com padrão rastreável, a velocidade foi de 2mm/s durante o pré-teste, 10mm/s durante o teste e o pós-teste. O pico da força registrada foi expresso em kgf (quilogramas de força) necessária para cortar as amostras.

## **2.7 Análises Microbiológicas**

Todas as análises microbiológicas seguiram as metodologias indicadas por Silva, Junqueira e Silveira (2007), em todos os tempos do estudo em triplicata, sendo: contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos, fungos filamentosos e leveduras, coliformes a 35°C e 45°C pelo método do Número mais provável, Estafilococos coagulase positiva, *Salmonella sp.*, *Clostridium* sulfito redutor a 46°C e *Bacillus cereus*.

## **2.8 Análises Estatísticas**

Para a realização das análises estatísticas foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) e parcela subdividida no tempo (6x5), sendo 6 níveis de inclusão de okara (0%(controle), 5%, 10%, 15%, 20% e 25%) e 5 tempos de armazenamento (0, 30, 90, 60 e 120 dias). Os dados foram submetidos à análise de variância, seguida de ajuste de modelos de regressão e/ou teste de Tukey, a 5% de significância. As análises estatísticas foram

realizadas no software R (R Core Team, 2015), por meio do pacote *ExpDes* (Ferreira, Cavalcanti & Nogueira, 2014).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Análises microbiológicas**

Não houve crescimento em nenhum parâmetro microbiológico realizado ao longo do tempo de armazenamento, tanto das formulações cruas, como das fritas. As formulações de hambúrguer elaborado com adição de okara atenderam às exigências da Legislação Brasileira, RDC nº12 de 2001, em vigor (Brasil, 2001) no que se refere ao padrão microbiológico, indicando alimentos com qualidade higiênico-sanitária satisfatória.

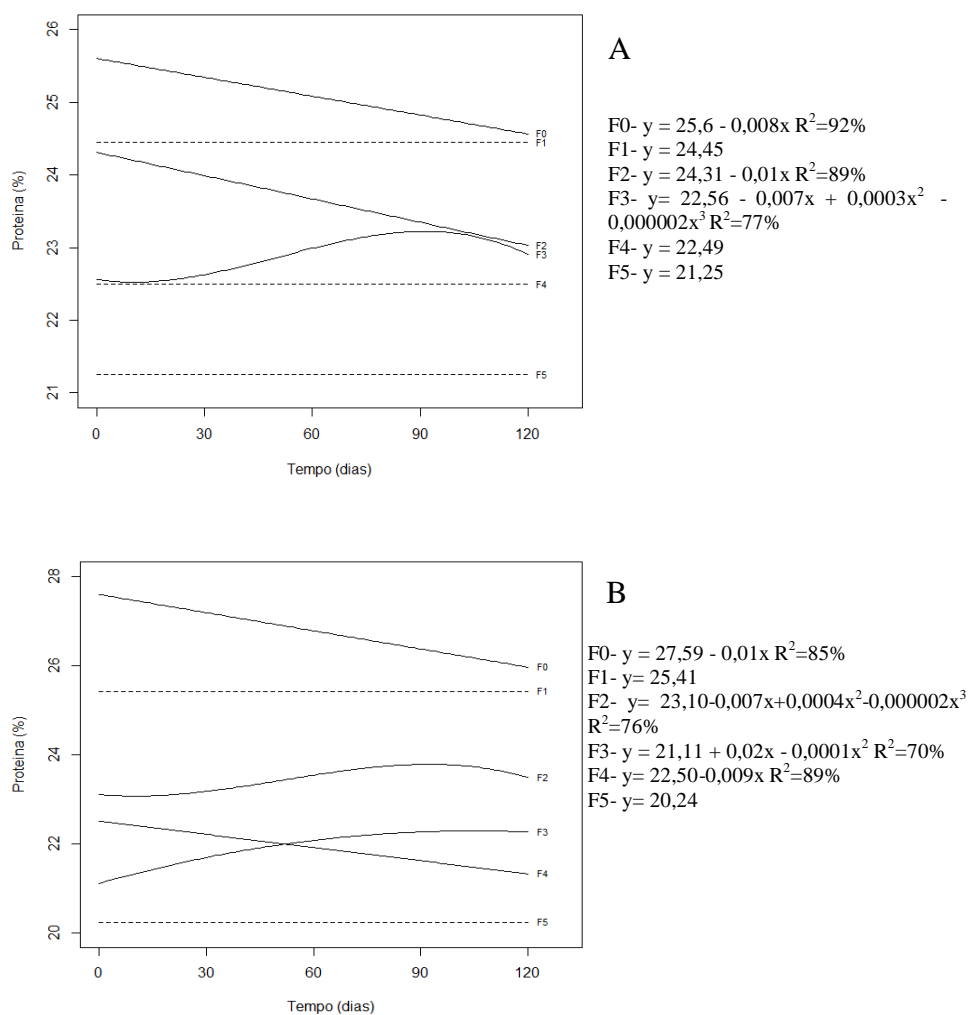
Silva Jr e Marques (2015) destacam que para atender à legislação em vigor e não colocar em risco a saúde dos consumidores, com a veiculação de microrganismos patogênicos, deve-se controlar a contaminação, a multiplicação e a sobrevivência microbiana. De acordo com Monteiro Filho, Braga e Mata (2002), o congelamento é o método de preservação da carne em que as temperaturas baixas destroem alguns microrganismos e impedem o crescimento de outros, permitindo desta forma, a obtenção de um produto de alta qualidade, mesmo depois de um longo período de armazenamento.

#### **3.2 Análises da Composição Centesimal**

Não houve mudança no percentual de proteínas (Figura 1A) nos hambúrgueres crus até 30 dias de armazenamento. A F2 somente aos 120 dias apresentou-se com menor teor proteico que o tempo 0. Destaca-se que F1, F4 e F5 não apresentaram diferença em nenhum dos tempos analisados, mantendo o

mesmo nível proteico ao longo do armazenamento. Acredita-se que o congelamento pode ter levado a diminuição da atividade proteica, sendo capaz de impedir o crescimento de grandes cristais de gelo, retardando a desnaturação proteica. Resultado semelhante foi observado no congelamento de carne suína por Pires et al. (2002). Provesi e Amante (2015) destacam que quando grandes cristais de gelo são formados, podem ocorrer danos à integridade de componentes celulares, alterando de forma significativa as características originais do alimento.

Para as formulações fritas é possível observar que F1 e F5 não apresentaram diferenças significativas ao longo do tempo de armazenamento. Já F0 apresenta uma queda mínima, mas gradual no percentual de proteínas a partir do tempo 30 dias. A F2 apresenta uma leve variação nos valores proteicos ao longo do armazenamento sendo o tempo 0 e 120 dias com valores estatisticamente iguais entre si. A F3 apresentou-se diferente ao início e final do experimento com valores variando de 21.30 (0 dia) a 22.18 (120 dias), respectivamente. A F4 apresentou-se igual no tempo zero e 30 dias e foi diminuindo o valor proteico ao longo do armazenamento, sendo o tempo 60, 90 e 120 dias iguais estatisticamente (Figura 1B). Observa-se que tanto nas formulações cruas como nas fritas, ao se aumentar o percentual de okara nas formulações, verifica-se a diminuição do teor de proteínas. Esta diminuição era esperada, uma vez que a carne bovina é um alimento de elevado valor proteico e a sua subtração traria resultado semelhante, mas não a ponto de influenciar negativamente para as formulações no atendimento a legislação.



**Figura 1 - Médias observadas e modelo de regressão ajustado para valores de Proteína (%) das formulações de hambúrguer bovino cru (A) e frito (B) com adição de diferentes concentrações de okara úmida ao longo do armazenamento em dias. F0-controle; F1- 5%; F2-10%; F3-15%; F4-20%; F5-25%.**

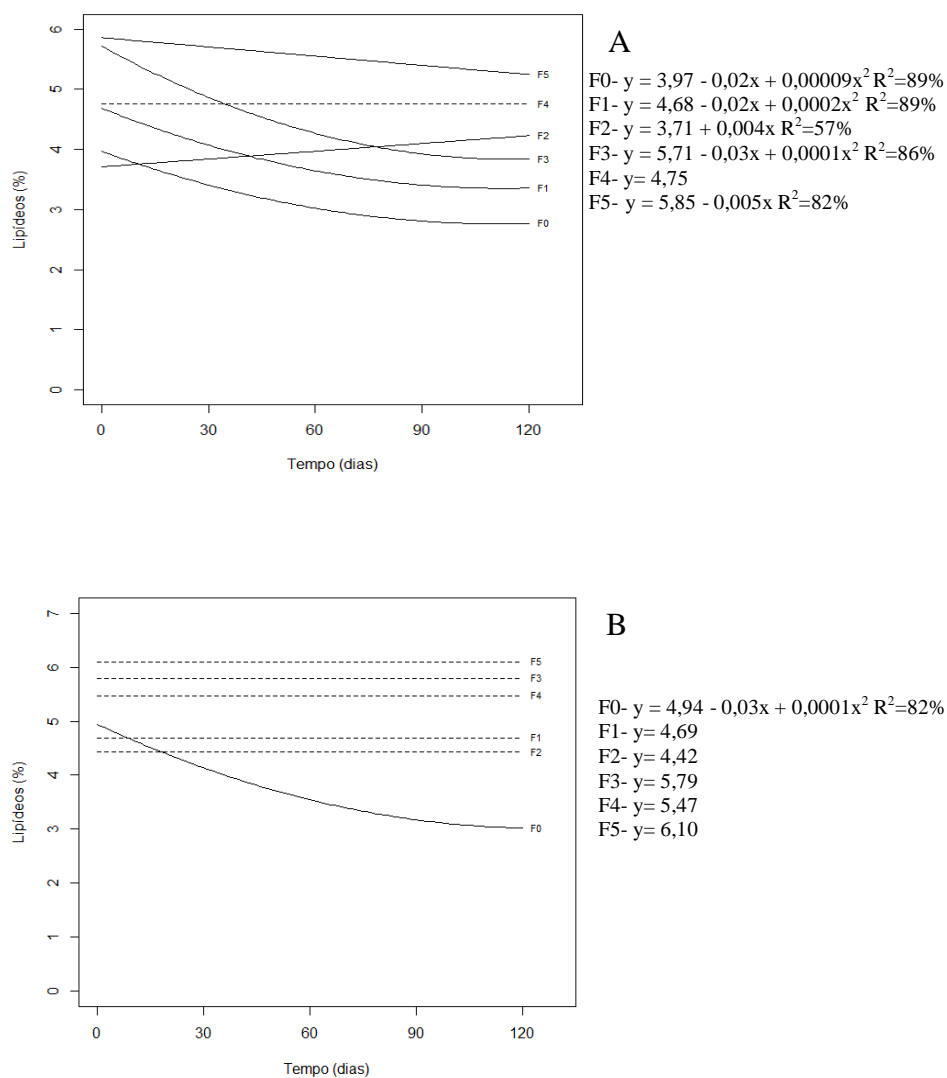
Com relação ao teor de lipídeos nas formulações cruas (Figura 2A) observa-se que F4 manteve-se igual no período de armazenamento. F0, F1 e F3 mantiveram-se iguais até os 30 dias de armazenamento, sendo observada a

diminuição destes valores a partir de 60 dias, mas estatisticamente iguais nos 90 e 120 dias. A F2 apresentou valores estatisticamente iguais para o tempo 0 e 120 dias, sendo o tempo 30 dias igual ao tempo 0 e diferente dos demais. Já F5 apresentou valores de lipídeos iguais a partir do tempo 30, sendo o tempo 0 de armazenamento igual apenas ao tempo de 30 dias.

Para as formulações fritas é possível observar diferenças significativas apenas em F0, com diminuição no percentual de lipídeos a partir do tempo 30.

Observa-se que tanto nas formulações cruas como nas fritas, ao se aumentar o percentual de okara nas formulações, nota-se um aumento do teor de lipídios.

Nos estudos com adição de okara em pães do tipo francês Bowles & Demiate (2006) encontraram valores lipídicos crescentes conforme a inclusão de okara o que corrobora com os resultados obtidos no presente trabalho, mesmo com matérias primas diferentes, sugerindo que a okara pode aumentar o valor lipídico. Já Su et al. (2013) trabalhando com hambúrguer encontrou valores superiores de lipídeo ao controle na formulação com 20% de okara e destacam que mesmo com o aumento percentual de lipídeos os hambúrgueres poderiam ser rotulados como produtos com reduzido teor de lipídeos comparando-se com os comerciais.

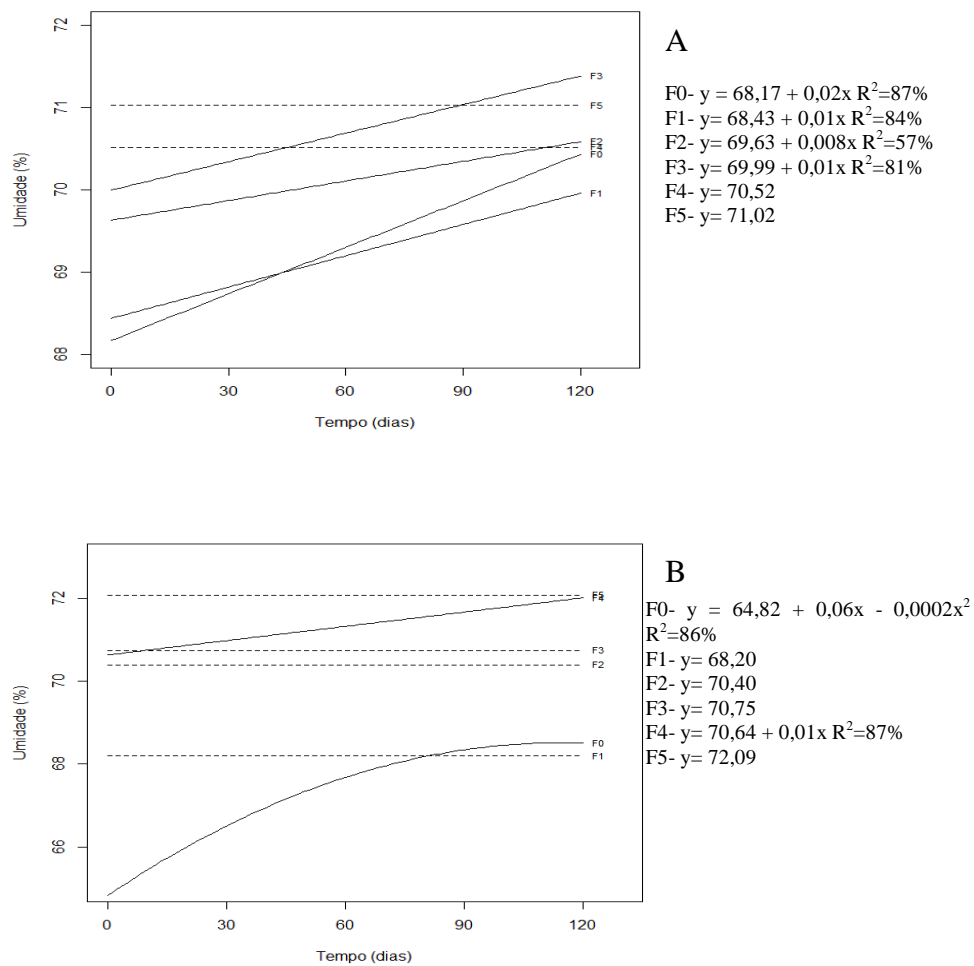


**Figura 2 - Médias observadas e modelo de regressão ajustado para valores de Lipídeos (%) das formulações de hambúrguer bovino cru (A) e frito (B) com adição de diferentes concentrações de okara úmida ao longo do armazenamento em dias. F0-controle; F1- 5%; F2- 10%; F3-15%; F4- 20%; F5- 25%.**

Para a variável umidade nas formulações cruas (Figura 3A) é possível observar que a mesma não sofreu variação ao longo do armazenamento em F4 e F5. As formulações F0, F1 e F3 apresentaram um aumento na umidade, sendo o tempo 0 diferente do tempo 120 dias. Já para F2 foi observado um ligeiro aumento, sendo o tempo 0 estatisticamente igual aos tempos 30, 90 e 120 dias e diferente do tempo 60 dias.

Nas formulações fritas (Figura 3B), observa-se que F1, F2, F3 e F5 não apresentaram diferenças ao longo do período de armazenamento. A F0 apresentou um aumento da umidade a partir do tempo 30 dias, sendo este igual ao tempo zero e diferente dos demais. Para F4 observa-se que o tempo 0 de armazenamento é diferente do tempo 120 dias, onde é possível observar-se maiores valores.

Conforme se adicionava okara úmida às formulações verificou-se um aumento do teor de umidade nas formulações cruas e fritas. É importante destacar que a okara inclusa estava em sua forma úmida, o que sugere sua colaboração para a elevação natural da umidade dos hambúrgueres. De acordo com os estudos de Bomdespacho et al.(2011), os derivados de soja podem ter papel de melhoradores tecnológicos, realçando a textura e a maciez e agindo como emulsionante em hambúrgueres, o que pode manter a capacidade de retenção de água, resultando em aumento da umidade dos produtos.



**Figura 3 - Médias observadas e modelo de regressão ajustado para valores de Umidade (%) das formulações de hambúrguer bovino cru (A) e frito (B) com adição de diferentes concentrações de okara úmida ao longo do armazenamento em dias. F0- controle; F1-5%; F2-10%; F3-15%; F4- 20%; F5-25%.**



Em comparação com outros estudos que utilizaram okara na formulação de hambúrgueres, é possível observar uma variação nos resultados da composição química. Turhan, Temiz & Sagir (2009) encontraram para formulações de hambúrguer cru com adição de 10% de okara em pó valores de 58,89% de umidade, 20,43% de proteínas e 14,01% de lipídeos. Para hambúrgueres grelhados com a mesma concentração de okara os valores foram de 49,12% de umidade, 24,31% de proteínas e 15,57% de lipídeos. Já Su et al. (2013) estudando hambúrgueres com concentrações de até 25% de okara úmida achou valores para esta concentração crua de 70,00% de umidade, 15,90% de proteínas e 7,2% de lipídeos. Hautrive et al. (2008) encontraram valores de 68,11% de umidade, 25,59% de proteína e 3,87% de lipídeos para hambúrgueres formulados somente com carne bovina. Silva et al. (2014) encontraram valores de 65,47% de umidade, 17,38% de proteína e 13,66% de lipídeos para hambúrgueres formulados também somente com carne bovina. Estes resultados corroboram com a afirmação de uma variação dos resultados de acordo com a matéria prima utilizada, técnicas de preparo e formas e período de armazenamento. O'Toole (1999), em estudo de comparação das composições da 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.

As divergências entre os valores encontrados neste trabalho frente aos de outros pesquisadores, podem ser fundamentadas por vários fatores que podem influenciar a composição química do hambúrguer, mesmo que a matéria-prima dos estudos seja da mesma espécie, pois a composição química da carne bovina é diretamente afetada pela genética, nutrição e idade do animal. Ressalta-se que a okara utilizada estava em sua forma úmida. Além disso, a forma de preparo e

processamento ou adição dos ingredientes, muitas vezes são diferentes, o que também pode interferir nos valores da composição centesimal.

Apesar da variação encontrada ao longo do armazenamento na composição centesimal, destaca-se que as formulações encontram-se dentro do preconizado pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrgueres (Brasil, 2000) e com valores próximos a outros autores.

### **3.3 Análises Físicas**

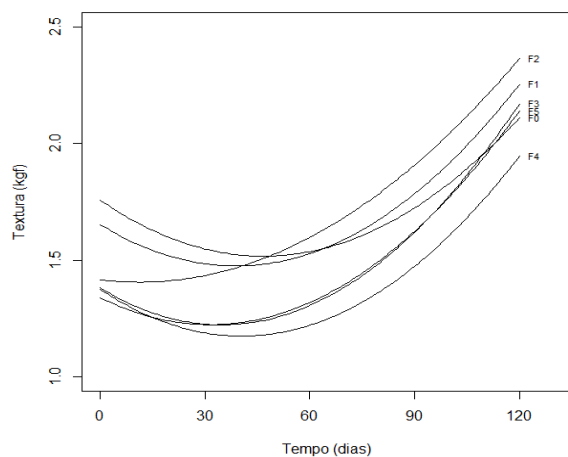
Observa-se um aumento na textura instrumental dos hambúrgueres crus com o passar dos dias de armazenamento, principalmente após 60 dias, destacando-se que no tempo 120 dias em todas as formulações a textura foi maior e diferente dos demais tempos (Figura 4A). Os primeiros 60 dias de armazenamento não influenciaram na mudança da textura com relação ao controle em todos os tratamentos. Ao se variar a quantidade de okara adicionada até o tempo 30 dias houve uma diminuição nos valores de textura. A partir daí, não houve diferença entre o maior percentual de okara adicionada (F5) e o F0.

Já para os hambúrgueres fritos (Figura 4B) observa-se ao longo do tempo que as maiores médias de textura foram no tempo 120 dias. Destaca-se que F0, F1, F2 e F4 mostraram comportamento semelhante até 90 dias, mantendo suas médias de textura. As formulações F3 e F5 apresentaram um comportamento diferente, com médias intermediárias a partir dos tempos 60 e 30, respectivamente.

Em relação ao percentual de okara nas formulações, percebe-se uma diminuição nos valores médios de textura nos tempos 0, 30 e 120 dias. Nos demais tempos (60 e 90 dias) não houve diferença entre as formulações. Assim, percebe-se que a maior porcentagem de okara no início do tempo de armazenamento confere uma maciez acentuada que com o passar do tempo se

igual a aos demais tratamentos, mostrando-se mais macia (fritas) ou igual (cruas) que a formulação controle ao final do armazenamento. Este fato pode sugerir uma superioridade das formulações com okara, talvez em razão da quantidade de lipídios ser maior nas formulações com maiores concentrações de okara. A adição do óleo no processo de fritura pode ter contribuído para a maior maciez das amostras fritas em relação às cruas.

A textura das carnes geralmente é alterada devido à aplicação do calor no tecido conjuntivo, proteínas solúveis e miofibrilares. Para produtos a base de carne triturada, como no caso dos hambúrgueres, os atributos de textura estão intimamente relacionados com a funcionalidade das proteínas musculares. As suas propriedades de formação de gel e emulsificação são influenciados pela presença de produtos não cárneos (Coggins, 2007), o que demonstra que a presença da okara úmida como produto não cárneo favoreceu a textura dos hambúrgueres fritos. No caso dos hambúrgueres crus, este fato ocorre até 30 dias, sendo que a partir daí incluir okara faz com que a formulação seja igual ao controle. De acordo com Coronel e Tobinaga (2004), okara apresenta boa capacidade de reter água e óleo simultaneamente, tornando-se uma alternativa viável para evitar a separação de fases em produtos com estas características. Chen et al.(2014) destacam que a estrutura tridimensional da molécula de proteína presente na soja define suas funções físicas e químicas e que as proteínas de reserva, principalmente a glicina e b- conglucina são as responsáveis pela capacidade de emulsão, agindo como facilitadoras na união gordura e água.



A

$$F0- y = 1,75 - 0,01x + 0,0001x^2 R^2=97\%$$

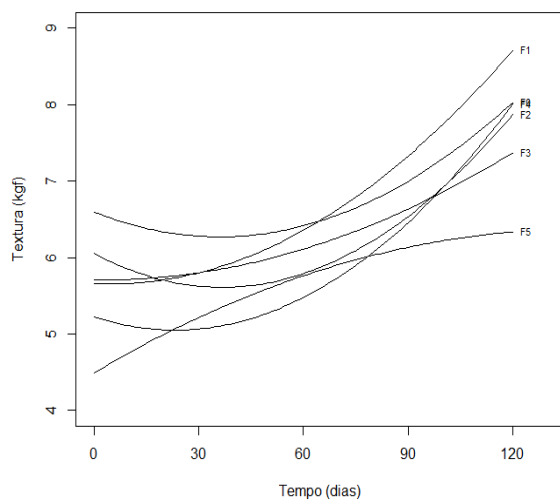
$$F1- y = 1,65 - 0,009x + 0,0001x^2 R^2=99\%$$

$$F2- y = 1,41 - 0,002 + 0,00008x^2 R^2=96\%$$

$$F3- y = 1,38 - 0,009x + 0,0001x^2 R^2=99\%$$

$$F4- y = 1,37 - 0,009x + 0,0001x^2 R^2=99\%$$

$$F5- y = 1,33 - 0,007x + 0,0001x^2 R^2=99\%$$



B

$$F0- y = 6,59 - 0,01x + 0,0002x^2 R^2=84\%$$

$$F1- y = 5,66 - 0,002x + 0,0002x^2 R^2=96\%$$

$$F2- y = 6,05 - 0,02x + 0,0003x^2 R^2=85\%$$

$$F3- y = 5,70 - 0,0004x + 0,0001x^2 R^2=97\%$$

$$F4- y = 5,22 - 0,01x + 0,0003x^2 R^2=93\%$$

$$F5- y = 4,49 + 0,02x - 0,00009x^2 R^2=92\%$$

**Figura 4 - Médias observadas e modelo de regressão ajustado valores de Textura Instrumental das formulações de hambúrguer bovino cru (A) e frito (B) com adição de diferentes concentrações de okara úmida ao longo do armazenamento em dias. F0- controle; F1- 5%; F2- 10%; F3-15%; F4- 20%; F5- 25%.**

Os resultados para a coloração ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  e  $h^\circ$ ) das formulações de hambúrguer cru e frito adicionados de okara, ao longo do período de armazenamento está demonstrado na tabela 2.

**Tabela 2 - Parâmetros de L\*, a\*, b\*, C\* e h<sup>0</sup> das formulações de hambúrguer bovino cru e frito com adição de okara úmida em diferentes concentrações ao longo do tempo de armazenamento em dias.**

OKARA(%)		T0C	T0F	T30C	T30F	T60C	T60F	T90C	T90F	T120C	T120F
L*	F0	58,32 <sup>aE</sup>	54,29 <sup>aD</sup>	52,16 <sup>cDE</sup>	50,25 <sup>abC</sup>	51,70 <sup>aD</sup>	48,39 <sup>bC</sup>	53,92 <sup>bcD</sup>	50,21 <sup>abC</sup>	55,72 <sup>bD</sup>	46,09 <sup>bB</sup>
	F1	62,76 <sup>aD</sup>	58,27 <sup>aCD</sup>	57,95 <sup>bD</sup>	58,12 <sup>aB</sup>	58,25 <sup>bC</sup>	57,46 <sup>aB</sup>	57,83 <sup>bC</sup>	57,09 <sup>aB</sup>	58,55 <sup>bC</sup>	56,76 <sup>aA</sup>
	F2	65,41 <sup>aC</sup>	58,84 <sup>abCD</sup>	61,16 <sup>bC</sup>	60,29 <sup>aB</sup>	60,93 <sup>bB</sup>	59,94 <sup>aAB</sup>	59,85 <sup>bbC</sup>	57,76 <sup>aB</sup>	61,04 <sup>bb</sup>	55,69 <sup>aA</sup>
	F3	67,80 <sup>aB</sup>	61,81 <sup>aABC</sup>	65,68 <sup>bb</sup>	59,00 <sup>abB</sup>	62,55 <sup>bB</sup>	55,68 <sup>bcB</sup>	61,11 <sup>cB</sup>	59,69 <sup>abAB</sup>	61,10 <sup>cB</sup>	53,92 <sup>aA</sup>
	F4	67,69 <sup>aB</sup>	64,29 <sup>aA</sup>	62,63 <sup>bC</sup>	59,54 <sup>bcB</sup>	61,15 <sup>bcB</sup>	62,81 <sup>abA</sup>	60,08 <sup>cB</sup>	57,24 <sup>cB</sup>	61,15 <sup>bcB</sup>	57,61 <sup>cA</sup>
	F5	71,59 <sup>aA</sup>	63,65 <sup>aAB</sup>	69,86 <sup>aA</sup>	66,56 <sup>aA</sup>	67,34 <sup>aA</sup>	64,25 <sup>aA</sup>	66,89 <sup>aA</sup>	63,62 <sup>aA</sup>	67,77 <sup>aA</sup>	56,83 <sup>bA</sup>
a*	F0	2,13 <sup>aAB</sup>	4,57 <sup>abAB</sup>	2,55 <sup>aA</sup>	2,92 <sup>bD</sup>	2,13 <sup>bAB</sup>	5,18 <sup>AB</sup>	1,29 <sup>cC</sup>	2,87 <sup>bC</sup>	1,94 <sup>bB</sup>	6,20 <sup>bB</sup>
	F1	1,81 <sup>abB</sup>	4,58 <sup>abAB</sup>	2,13 <sup>ab</sup>	3,82 <sup>bC</sup>	1,48 <sup>bC</sup>	4,80 <sup>abB</sup>	1,96 <sup>aB</sup>	3,87 <sup>bbC</sup>	1,92 <sup>aB</sup>	6,55 <sup>bB</sup>
	F2	2,26 <sup>abA</sup>	4,51 <sup>bcB</sup>	2,43 <sup>aAB</sup>	6,22 <sup>abB</sup>	1,97 <sup>abAB</sup>	5,04 <sup>abB</sup>	2,56 <sup>aA</sup>	3,13 <sup>bcB</sup>	2,51 <sup>aA</sup>	6,75 <sup>bB</sup>
	F3	2,32 <sup>aA</sup>	5,41 <sup>bcAB</sup>	2,06 <sup>abB</sup>	4,63 <sup>bcCD</sup>	1,78 <sup>bcB</sup>	7,00 <sup>abA</sup>	2,08 <sup>abB</sup>	4,57 <sup>bcB</sup>	2,16 <sup>aB</sup>	8,00 <sup>aAB</sup>
	F4	2,36 <sup>aA</sup>	4,45 <sup>bB</sup>	2,72 <sup>aA</sup>	8,82 <sup>aA</sup>	2,10 <sup>bAB</sup>	6,04 <sup>bcAB</sup>	2,21 <sup>bAB</sup>	7,69 <sup>abA</sup>	2,11 <sup>bB</sup>	7,89 <sup>aAB</sup>
	F5	2,44 <sup>abA</sup>	6,43 <sup>ba</sup>	2,64 <sup>aA</sup>	5,42 <sup>bBC</sup>	2,25 <sup>ba</sup>	6,18 <sup>abAB</sup>	2,30 <sup>abAB</sup>	4,83 <sup>bb</sup>	2,20 <sup>abAB</sup>	9,11 <sup>aA</sup>
b*	F0	8,75 <sup>cC</sup>	13,57 <sup>bD</sup>	12,55 <sup>bcD</sup>	9,53 <sup>cD</sup>	11,61 <sup>bc</sup>	10,72 <sup>cD</sup>	12,49 <sup>bc</sup>	10,57 <sup>cD</sup>	14,68 <sup>aA</sup>	19,05 <sup>aC</sup>
	F1	9,82 <sup>cC</sup>	16,95 <sup>bc</sup>	11,65 <sup>bd</sup>	15,22 <sup>bc</sup>	13,45 <sup>aAB</sup>	15,98 <sup>bc</sup>	13,35 <sup>abC</sup>	15,37 <sup>bc</sup>	12,55 <sup>abB</sup>	26,63 <sup>aA</sup>
	F2	12,02 <sup>bB</sup>	16,96 <sup>cC</sup>	13,94 <sup>abC</sup>	20,48 <sup>baB</sup>	12,39 <sup>bcBC</sup>	18,16 <sup>bcBC</sup>	13,08 <sup>bcBC</sup>	15,83 <sup>bcB</sup>	13,59 <sup>abAB</sup>	23,07 <sup>ab</sup>
	F3	13,88 <sup>abA</sup>	20,00 <sup>baB</sup>	15,04 <sup>aAB</sup>	17,97 <sup>bb</sup>	13,29 <sup>bAB</sup>	19,79 <sup>abAB</sup>	14,33 <sup>abAB</sup>	18,19 <sup>abAB</sup>	14,20 <sup>abA</sup>	26,43 <sup>aA</sup>
	F4	13,66 <sup>bcA</sup>	18,25 <sup>dbC</sup>	15,44 <sup>aAB</sup>	22,46 <sup>ba</sup>	12,72 <sup>cABC</sup>	21,39 <sup>bcA</sup>	14,31 <sup>abAB</sup>	19,78 <sup>cdA</sup>	13,77 <sup>bcAB</sup>	26,72 <sup>aA</sup>
	F5	14,23 <sup>ba</sup>	21,44 <sup>ba</sup>	16,54 <sup>aA</sup>	22,23 <sup>ba</sup>	14,20 <sup>ba</sup>	22,09 <sup>ba</sup>	15,05 <sup>ba</sup>	20,37 <sup>ba</sup>	14,77 <sup>ba</sup>	28,55 <sup>aA</sup>
c*	F0	9,01 <sup>cC</sup>	14,33 <sup>bd</sup>	12,81 <sup>bDE</sup>	9,97 <sup>cD</sup>	11,80 <sup>bc</sup>	11,67 <sup>bcD</sup>	12,58 <sup>bc</sup>	10,53 <sup>cC</sup>	14,81 <sup>aA</sup>	20,05 <sup>bd</sup>
	F1	9,99 <sup>cC</sup>	17,57 <sup>bc</sup>	11,85 <sup>bE</sup>	15,69 <sup>bc</sup>	13,53 <sup>aAB</sup>	16,68 <sup>cC</sup>	13,50 <sup>abC</sup>	15,80 <sup>abB</sup>	12,71 <sup>abB</sup>	26,46 <sup>bbC</sup>
	F2	12,24 <sup>bB</sup>	17,87 <sup>bcB</sup>	14,15 <sup>cd</sup>	21,28 <sup>abAB</sup>	12,54 <sup>bcBC</sup>	18,83 <sup>bcBC</sup>	13,33 <sup>abcBC</sup>	14,15 <sup>db</sup>	13,83 <sup>abAB</sup>	23,87 <sup>bc</sup>

	F3	14,07 <sup>abA</sup>	20,73 <sup>bAB</sup>	15,18 <sup>abC</sup>	18,69 <sup>bA</sup>	13,41 <sup>bAB</sup>	20,89 <sup>bAB</sup>	14,48 <sup>abAB</sup>	19,93 <sup>bA</sup>	14,36 <sup>abA</sup>	27,63 <sup>aAB</sup>
	F4	13,87 <sup>bcA</sup>	19,58 <sup>cABC</sup>	15,68 <sup>aAB</sup>	24,13 <sup>bA</sup>	12,89 <sup>cABC</sup>	22,14 <sup>bcA</sup>	14,80 <sup>abAB</sup>	20,52 <sup>cA</sup>	13,93 <sup>bcAB</sup>	27,88 <sup>aAB</sup>
	F5	14,43 <sup>bA</sup>	22,22 <sup>bA</sup>	16,75 <sup>aA</sup>	23,01 <sup>bA</sup>	14,37 <sup>bA</sup>	22,87 <sup>bA</sup>	15,22 <sup>bA</sup>	21,12 <sup>bA</sup>	14,93 <sup>bA</sup>	29,97 <sup>aA</sup>
h*	F0	69,63 <sup>cB</sup>	71,45 <sup>aA</sup>	78,49 <sup>bA</sup>	72,96 <sup>aA</sup>	79,53 <sup>abA</sup>	64,56 <sup>bC</sup>	83,36 <sup>aA</sup>	73,21 <sup>aAB</sup>	82,43 <sup>abA</sup>	72,06 <sup>aA</sup>
	F1	79,52 <sup>aA</sup>	74,82 <sup>aA</sup>	79,60 <sup>aA</sup>	75,93 <sup>aA</sup>	83,70 <sup>aA</sup>	73,62 <sup>aAB</sup>	81,63 <sup>aA</sup>	77,70 <sup>aA</sup>	81,28 <sup>aA</sup>	75,75 <sup>aA</sup>
	F2	79,29 <sup>aA</sup>	75,41 <sup>aA</sup>	80,12 <sup>aA</sup>	73,45 <sup>aA</sup>	80,95 <sup>aA</sup>	75,02 <sup>aA</sup>	78,89 <sup>aA</sup>	78,23 <sup>aA</sup>	79,54 <sup>aA</sup>	75,31 <sup>aA</sup>
	F3	80,50 <sup>aA</sup>	74,86 <sup>aA</sup>	82,19 <sup>aA</sup>	74,97 <sup>aA</sup>	82,38 <sup>aA</sup>	69,77 <sup>bB</sup>	81,72 <sup>aA</sup>	75,76 <sup>aA</sup>	80,99 <sup>aA</sup>	73,21 <sup>abA</sup>
	F4	80,13 <sup>aA</sup>	76,03 <sup>aA</sup>	79,98 <sup>aA</sup>	65,25 <sup>cB</sup>	80,59 <sup>aA</sup>	75,76 <sup>aA</sup>	81,39 <sup>aA</sup>	69,92 <sup>bcB</sup>	81,29 <sup>aA</sup>	73,73 <sup>abA</sup>
	F5	80,26 <sup>aA</sup>	74,96 <sup>aA</sup>	80,93 <sup>aA</sup>	75,80 <sup>aA</sup>	81,00 <sup>aA</sup>	74,18 <sup>aAB</sup>	81,29 <sup>aA</sup>	75,65 <sup>aA</sup>	81,50 <sup>aA</sup>	72,29 <sup>aA</sup>

Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha e coluna de cada formulação não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey. Letras minúsculas representam a análise ao longo do tempo e letras maiúsculas entre as formulações. TOC = tempo zero cru, TOF = tempo zero frito, T30C = tempo 30 cru, T30F = tempo 30 frito, T60C = tempo 60 cru, T60F = tempo 60 frito, T90c = tempo 90 cru, T90F = tempo 90 frito, T120C = tempo 120 cru, T120F = tempo 120 frito.

A luminosidade teve um aumento conforme a inclusão de okara em todos os tempos e tratamentos crus e fritos, o que indica maior palidez dos hambúrgueres. Ressalta-se que os valores de lipídeos também foram crescentes conforme a inclusão de okara, o que pode ter contribuído para esta alteração da cor. Su et al. (2013) relatam que a cor creme da okara, semelhante a gordura da carne bovina, contribui para a menor luminosidade nas formulações sem a okara. Bastos et al. (2014) encontraram resultados semelhantes ao analisarem hambúrgueres com substitutos de gordura. Ao longo do tempo de armazenamento a luminosidade diminuiu em todos os tratamentos, exceto F1 e F2 fritos em que não houve diferença no período de armazenamento.

Observa-se com relação aos valores de  $a^*$  nas formulações cruas, que não houve diferença no início do período de armazenamento comparando-se com o prazo final de 120 dias, com exceção para F0 que foi diferente estatisticamente. Já para as formulações fritas foi observado um aumento nos valores de  $a^*$ , entre os tempos 0 e 120 dias, estando os hambúrgueres menos vermelhos, exceção feita novamente para F0. A formulação somente com carne bovina possui maior quantidade de pigmentos que promovem a coloração vermelha do que as com adição de okara.

A tonalidade de vermelho é majoritariamente proporcionada em derivados cárneos pela mioglobina e citocromo C, pigmentos heme naturalmente presentes na carne (Beriaín et al., 2009). Espera-se que, quanto maior a sua quantidade, maior o teor de vermelho (Karamucki et al., 2013). Destaca-se que nas formulações cruas com adição de okara (que não proporcionaria estes pigmentos, e, ao contrário, promoveria a redução percentual destes) as formulações mantiveram a cor. Já para as formulações fritas com adição de okara destaca-se a diminuição da cor vermelha após o início do armazenamento.

Para o parâmetro  $b^*$  destaca-se que nas formulações cruas a F0 apresentou valor superior no tempo 120 dias e inferior no tempo zero, sendo os



tempos 30, 60 e 90 dias iguais entre si e diferentes dos demais. Para F1 foi observado o menor valor para o tempo zero, sendo este diferente dos demais. Para F2 o menor valor também foi no tempo zero, sendo este igual a 60 e 90 dias. F3, F4 e F5 não apresentaram diferença entre os tempos zero e 120 dias de armazenamento. Conforme passado o tempo de armazenamento nota-se que a inclusão de okara não influenciou no aumento dos valores de  $b^*$ . Nas formulações F0 até F2 foi observado o aumento destes valores com o passar do tempo, formulações estas com maior quantidade de carne e mais susceptíveis as alterações da tonalidade marrom conferida pela mioglobina.

Para o parâmetro  $b^*$  dos hambúrgueres fritos foi observado que em todas as formulações no tempo 120 dias os valores foram superiores e diferentes estatisticamente do tempo zero o que indica a manutenção da cor.

Os valores da cromaticidade para os hambúrgueres crus e fritos são maiores conforme a inclusão de okara, sendo todas as F5 superiores e diferentes das F0. Foi observado o mesmo comportamento ao longo do armazenamento, destacando-se que o tempo de congelamento tornou a coloração marrom mais intensa em todos os hambúrgueres.

O cálculo dos valores do ângulo Hue para os hambúrgueres crus demonstraram diferença apenas em F0 ao longo do tempo de 120 dias de armazenamento. Já para os hambúrgueres fritos não houve diferença entre o tempo de armazenamento de zero e 120 dias em nenhuma das formulações. Segundo Ordóñez (2005) o processamento de peças cárneas e seus subprodutos sofrem mudanças em sua coloração. O congelamento favorece a tonalidade pardacenta das carnes, pela dificuldade de penetração do  $O_2$  e por levar eletrólitos que favorecem a metamioglobina (coloração marrom acinzentado).

Observa-se na Figura 5 a visualização da cor correspondente às coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  através de um diagrama de dispersão em três dimensões para os hambúrgueres crus e fritos, nos tempos zero e 120 dias de

armazenamento, respectivamente. A cor de cada tratamento é representada em um ponto. Para as formulações cruas no tempo zero observam-se menores valores de  $b^*$ ,  $a^*$  quando comparados ao tempo zero dos hambúrgueres fritos, o que leva uma coloração marrom clara e indicando o clareamento na cor com o aumento da inclusão de okara. Os hambúrgueres fritos também possuem esta indicação, porém apresentaram-se marrom mais escuro, devido ao processo de cocção e transformação de seus pigmentos.

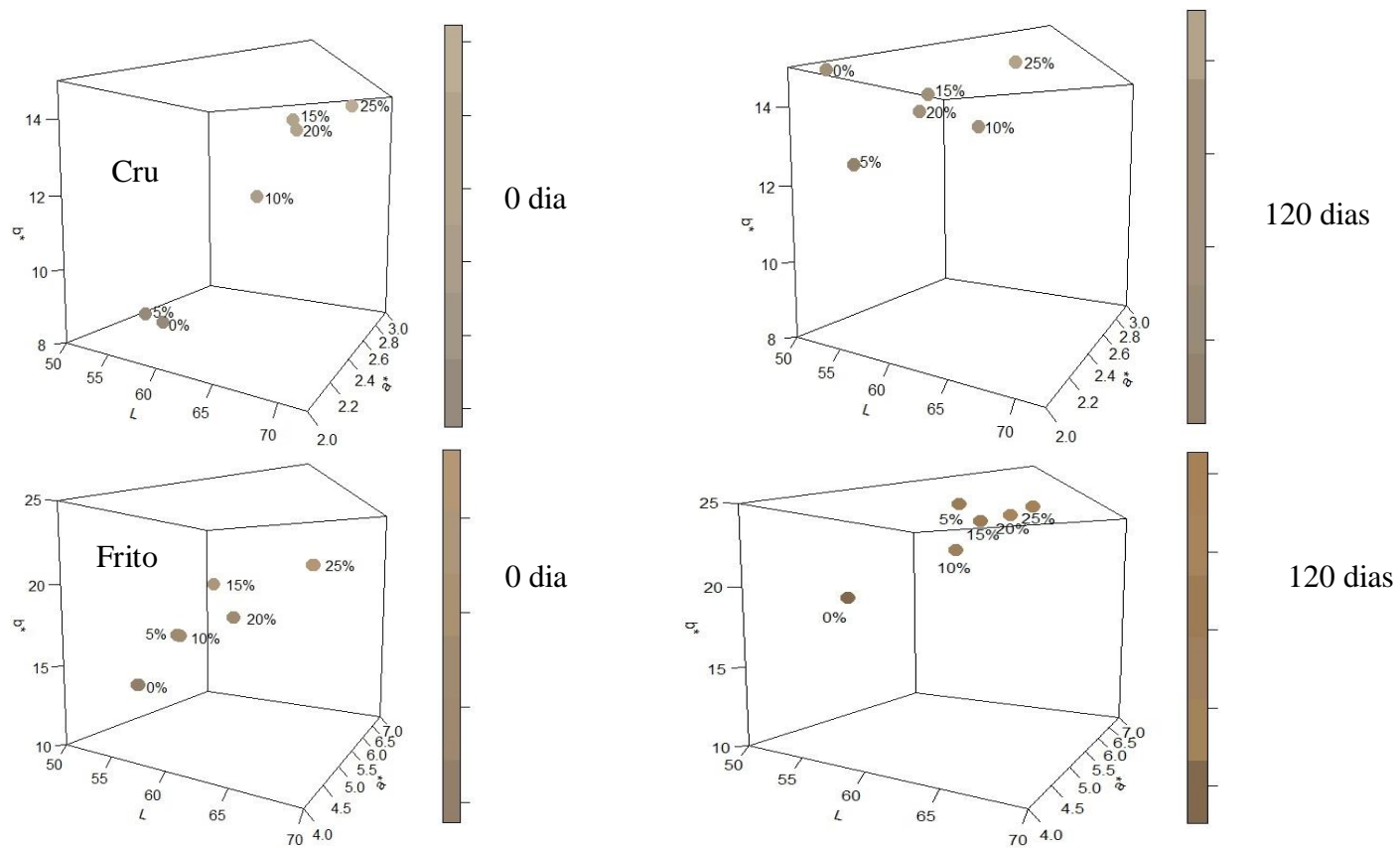


Figura 5 - Diagrama de dispersão em 3 D (sistema RGB red-green-blue) das formulações de hambúrguer bovino cru e frito com adição de okara úmida (%) aos 0 e 120 dias de armazenamento.

#### **4 CONCLUSÃO**

Conclui-se que, após 120 dias de armazenamento, os hambúrgueres atendiam o preconizado pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrgueres no que diz respeito aos teores de proteínas, lipídeos, umidade e a legislação do ponto de vista microbiológico. A coloração marrom dos produtos modificou-se com a inclusão de okara sem, no entanto, alterar a coloração característica de hambúrgueres.

#### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à Capes, ao CNPq e à FAPEMIG, pelo apoio financeiro. À UNIFENAS-MG (Laboratório de Biologia e Fisiologia de Microrganismos), UNIFAL-MG (Faculdade de Nutrição) e à UFLA (Departamento de Ciência dos Alimentos), pelo apoio constante.

## REFERÊNCIAS

AKWETEY, W. Y.; KNIPE, C. Sensory attributes and texture profile of beef burgers with gari. **Meat Science**, 92(4):745–748, 2012.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Method of Analysis**. 18 ed. Washington, DC, USA, 2005.

APLEVICZ, K. S.; DEMIATE, I. M. Physicochemical analyses of commercial samples of cheese bread premix and production of cheese breads with addition of *okara*. **Science and Agrotecnologia**, 31(5): 1416-1422, 2007.

BASTOS, S. C. et al. Alternative fat substitutes for beef burger: technological and sensory characteristics. **Journal of Food Science and Technology**, 51(9):2046–2053, 2014.

BERIAIN, M. J. et al. Predicting Longissimus dorsi myoglobin oxidation in aged beef based on early post-mortem colour measurements on the carcass as a colour stability index. **Meat Science**, 81(3):439-445, 2009.

BOMDESPACHO, L.Q. et al. The use of soy residue (Okara) in the processing of chicken hamburger, fermented with *Lactobacillus acidophilus* CRL 1014. **Brazilian Journal of Food & Nutrition**, 22(2):315-322, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº20, de 31 de janeiro de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hamburguer. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2000.

Disponível em: < [http://www.cfmv.org.br/portal/legislacao/outras\\_normas/instrucao\\_normativa\\_020\\_MAA.htm](http://www.cfmv.org.br/portal/legislacao/outras_normas/instrucao_normativa_020_MAA.htm)>. Acesso em 01 de setembro de 2015.

BRASIL, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico Sobre Os Padrões Microbiológicos para Alimentos. Diário Oficial. Brasília, DF. Disponível em: < [http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC\\_12\\_2001.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES)>. Acesso em 28 de setembro de 2015.

CHEN, H. et al. Review: Emulsification properties of soy bean protein. *Nusantara Bioscience* 6:196-202, 2014.

COGGINS, P. C. **Attributes of muscle foods: Color, texture, flavour.** Handbook of Meat, poultry and Seafood Quality. Second Edition. Iowa: Blackwell Publishing, pp 89-97, 2007.

CORONEL, E.L.; TOBINAGA, S, **Drying the okara in a Spouted Bed.** In: International Drying Symposium Processing, C, 1:4, 2004.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes: An R package for ANOVA and Experimental Designs. *Applied Mathematics*, 5:2952-2958, 2014.

GESINDE, A.F.; OYAWOYE, O. M.; ADEBISI, A. Comparative studies on the quality and quantity of soymilk from different varieties of soybean. *Pakistan Journal of Nutrition*, 7(1):157–160, 2008.

HAUTRIVE, T. P. et al. Physicochemical and sensorial analyses of ostrich hamburger. **Food Science and Technology**, 28:95-101, 2008.

JIMÉNEZ-ESCRIG, A.; SERRA, M. T.; RUPÉREZ, P. Non-digestible carbohydrates in Brazilian soybean seeds [*Glycine max* (L.) Merrill]. **International Journal of Food Science and Technology**, 45:2524–2530, 2010.

KARAMUCKI, T. et al. The influence of myoglobin on the colour of minced pork loin. **Meat Science**, 94(2):234- 238, 2013.

MATEOS-APARICIO, I.; REDONDO-CUENCA, A.; VILLANUEVA-SUÁREZ, M. J. Isolation and characterization of cell wall polysaccharides from legume by-products: okara (soymilk residue), pea pod and broad bean pod. **Food Chemistry**, 122(1):339-345, 2010.

MONTEIRO FILHO, A.F.; BRAGA, M.E.D; MATA, M.E.R.M.G. Congelamento de carne suína a temperaturas criogênicas: alterações das características físico-químicas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, 4(1):51-62, 2002.

NASCIMENTO, M. G. F.; OLIVEIRA, C. Z. F.; NASCIMENTO, E. R. Hambúrguer evolução comercial e padrões microbiológicos. **Boletim do CEPPA**,23(1):59-74, 2005.

OLIVEIRA, D.F. et al. Alternatives for a healthier meat product: a review. **Brazilian Journal of Food Technology**, 16 (3): 163-174, 2013.

OLIVEIRA, M. M. et al. Apparent digestibility and digestible energy of some organic residues in food of tilapia. **Electronic Journal Nutritime**, 5(5):648-657, 2008.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos: componentes dos alimentos e processos**. Porto Alegre: Artmed, v 1, 2005. 294p.

O'TOOLE, D. K. Characteristics and Use of Okara, the Soybean Residue from Soy Milk Production-A Review. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 47: 363-371, 1999.

PERUSSELLO, C. A.; AMARANTE, A. C. C.; MARIANE, V. C. Convective drying kinetics and darkening of okara. **Drying technology**, 27(10) 1132–1141, 2009.

PIRES, I. S. C. et al . Proximate analysis, weight losses and tenderness of pork loin (longissimus dorsi) submitted to different freezing and thawing treatments. **Journal of Nutrition**, 15( 2):163-172, 2002 .

PROVESI, J. G.; AMANTE, E. R. Revisão: Proteínas anticongelantes – uma tecnologia emergente para o congelamento de alimentos. **Braz. J. Food Technol.**, 18(1) 2-13, 2015.

R CORE TEAM . **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2015. Available in: <URL <http://www.R-project.org/>> Access in: September, 10, 2015.



RIBEIRO, M. L. L. et al. Isoflavone content and b-glucosidase activity in soybean cultivars of different maturity groups. **Journal of Food Composition and Analysis**, 20:19–24, 2007.

SENGUPTA, A. et al. Study on the effects of drying process on the composition and quality of wet okara. **International Journal of Science, Environment and Technology**, 1(4):319 – 330, 2012.

SILVA, F. L. et al. Physicochemical parameters and sensory acceptance of buffalo burgers as compared to beef burgers. **Brazilian Journal of Food Technology**, 17(4):340-344, 2014.

SILVA JR, E.A; MARQUES, M.L. **Manual da Aberc de práticas de elaboração e serviços de refeições para coletividades**. 11 ed. Aberc, 2015. 256p.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de Métodos de Análise de Alimentos**. 3 ed. São Paulo: Varela, 2007. 544p.

SOETAERT K. plot3D: Plotting multi-dimensional data. R package version 1.0-2., 2014 Available in: < <http://CRAN.R-project.org/package=plot3D>>. Access in: September, 02, 2015.

SOLTANIZADEH, N.; GHIASI-ESFAHANI, H. Qualitative improvement of low meat beef burger using Aloe vera. **Meat Science**, 99:75–80, 2015.

SU, S.I.T et al. Okara, a soymilk industry by-product, as a non-meat protein source in reduced fat beef burgers. **Food Science and Technology**,33(1):52-56, 2013.

TURHAN, S.; TEMIZ, H.; SAGIR, I. Characteristics of beef patties using okara powder. **Journal of Muscle Foods**, 20:89–100, 2009.

**ANEXO**

**ARTIGO 2 – TABELAS**

**Valor percentual médio de proteína, lipídeos e umidade das formulações de hambúrguer bovino cru e frito com adição de diferentes concentrações de okara úmida ao longo do tempo de armazenamento em dias.**

PARÂMETRO	OKARA(%)	T0C	T0F	T30C	T30F	T60C	T60F	T90C	T90F	T120C	T120F
Proteína	F0	25,59 <sup>aA</sup>	27,59 <sup>aA</sup>	25,48 <sup>abA</sup>	27,47 <sup>aA</sup>	24,91 <sup>bcA</sup>	26,39 <sup>ba</sup>	24,78 <sup>ca</sup>	26,27 <sup>ba</sup>	24,64 <sup>bcA</sup>	26,15 <sup>ba</sup>
	F1	24,52 <sup>ab</sup>	25,45 <sup>aB</sup>	24,41 <sup>ab</sup>	25,34 <sup>ab</sup>	24,56 <sup>aA</sup>	25,54 <sup>ab</sup>	24,44 <sup>aA</sup>	25,42 <sup>ab</sup>	24,30 <sup>aA</sup>	25,31 <sup>ab</sup>
	F2	24,30 <sup>ab</sup>	23,14 <sup>abC</sup>	24,19 <sup>ab</sup>	23,03 <sup>bc</sup>	23,41 <sup>bb</sup>	23,75 <sup>ac</sup>	23,29 <sup>bb</sup>	23,63 <sup>abC</sup>	23,15 <sup>bb</sup>	23,52 <sup>abC</sup>
	F3	22,59 <sup>abC</sup>	21,30 <sup>bd</sup>	22,48 <sup>bc</sup>	21,19 <sup>bd</sup>	23,20 <sup>ab</sup>	22,42 <sup>ad</sup>	23,07 <sup>abB</sup>	22,30 <sup>ad</sup>	22,93 <sup>abB</sup>	22,18 <sup>ad</sup>
	F4	22,32 <sup>ac</sup>	22,50 <sup>ac</sup>	22,21 <sup>ac</sup>	22,39 <sup>ac</sup>	22,77 <sup>ab</sup>	21,68 <sup>be</sup>	22,65 <sup>ab</sup>	21,55 <sup>be</sup>	22,51 <sup>ab</sup>	1,44 <sup>be</sup>
	F5	21,29 <sup>ad</sup>	20,40 <sup>ae</sup>	21,18 <sup>ad</sup>	20,29 <sup>ae</sup>	21,38 <sup>ac</sup>	20,28 <sup>af</sup>	21,26 <sup>ac</sup>	20,16 <sup>af</sup>	21,12 <sup>ac</sup>	20,04 <sup>af</sup>
Lipídeos	F0	3,87 <sup>ac</sup>	4,72 <sup>abc</sup>	3,67 <sup>ac</sup>	4,71 <sup>abc</sup>	2,82 <sup>be</sup>	3,14 <sup>bd</sup>	2,18 <sup>be</sup>	3,13 <sup>bd</sup>	2,80 <sup>be</sup>	3,10 <sup>bd</sup>
	F1	4,57 <sup>ab</sup>	4,76 <sup>abc</sup>	4,37 <sup>ab</sup>	4,75 <sup>abc</sup>	3,42 <sup>bd</sup>	4,66 <sup>abc</sup>	3,40 <sup>bd</sup>	4,64 <sup>abc</sup>	3,39 <sup>bd</sup>	4,62 <sup>abc</sup>
	F2	3,78 <sup>abc</sup>	4,49 <sup>ac</sup>	3,58 <sup>bc</sup>	4,47 <sup>ac</sup>	4,17 <sup>ac</sup>	4,40 <sup>ac</sup>	4,15 <sup>ac</sup>	4,38 <sup>ac</sup>	4,14 <sup>ac</sup>	4,36 <sup>ac</sup>
	F3	5,53 <sup>aA</sup>	6,00 <sup>aA</sup>	5,33 <sup>aA</sup>	5,98 <sup>aA</sup>	3,92 <sup>bc</sup>	5,67 <sup>aA</sup>	3,91 <sup>bc</sup>	5,66 <sup>aA</sup>	3,90 <sup>bc</sup>	5,64 <sup>aA</sup>
	F4	4,80 <sup>ab</sup>	5,48 <sup>abB</sup>	4,60 <sup>ab</sup>	5,46 <sup>abB</sup>	4,80 <sup>ab</sup>	5,48 <sup>abB</sup>	4,79 <sup>ab</sup>	5,46 <sup>abB</sup>	4,77 <sup>ab</sup>	5,44 <sup>abB</sup>
	F5	5,93 <sup>aA</sup>	6,30 <sup>aA</sup>	5,73 <sup>abA</sup>	6,28 <sup>aA</sup>	5,37 <sup>ba</sup>	5,99 <sup>aA</sup>	5,36 <sup>ba</sup>	5,97 <sup>aA</sup>	5,35 <sup>ba</sup>	5,95 <sup>aA</sup>
Umidade	F0	68,11 <sup>bd</sup>	65,15 <sup>bd</sup>	68,42 <sup>bb</sup>	65,60 <sup>bd</sup>	69,81 <sup>abc</sup>	68,39 <sup>ad</sup>	69,99 <sup>abB</sup>	68,27 <sup>ad</sup>	70,15 <sup>abB</sup>	68,42 <sup>ad</sup>
	F1	68,34 <sup>bc</sup>	67,44 <sup>ac</sup>	68,65 <sup>abB</sup>	68,26 <sup>ac</sup>	69,63 <sup>ac</sup>	68,30 <sup>ad</sup>	69,60 <sup>ab</sup>	68,42 <sup>ad</sup>	69,76 <sup>ab</sup>	68,56 <sup>ad</sup>
	F2	69,36 <sup>bb</sup>	69,86 <sup>ab</sup>	69,89 <sup>abA</sup>	70,67 <sup>ab</sup>	70,65 <sup>abB</sup>	70,31 <sup>ac</sup>	70,23 <sup>abB</sup>	70,49 <sup>ac</sup>	70,38 <sup>abB</sup>	70,66 <sup>ac</sup>
	F3	69,93 <sup>baB</sup>	70,77 <sup>abB</sup>	70,23 <sup>abA</sup>	70,91 <sup>abB</sup>	70,95 <sup>abB</sup>	70,56 <sup>abB</sup>	71,08 <sup>aA</sup>	70,68 <sup>abB</sup>	71,23 <sup>aA</sup>	70,82 <sup>abB</sup>
	F4	70,93 <sup>aA</sup>	70,64 <sup>baB</sup>	70,87 <sup>aA</sup>	70,77 <sup>abB</sup>	70,08 <sup>abB</sup>	71,61 <sup>abB</sup>	70,26 <sup>abB</sup>	71,73 <sup>abB</sup>	70,42 <sup>abB</sup>	71,88 <sup>abB</sup>
	F5	70,59 <sup>aA</sup>	71,42 <sup>aA</sup>	70,74 <sup>aA</sup>	71,96 <sup>aA</sup>	71,54 <sup>aA</sup>	72,23 <sup>aA</sup>	71,04 <sup>aA</sup>	72,34 <sup>aA</sup>	71,20 <sup>aA</sup>	72,49 <sup>aA</sup>

Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha e coluna de cada formulação não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey. Letras minúsculas representam a análise ao longo do tempo e letras maiúsculas entre as formulações. T0C = tempo zero cru, T0F = tempo zero frito, T30C = tempo 30 cru, T30F = tempo 30 frito, T60C = tempo 60 cru, T60F = tempo 60 frito, T90C = tempo 90 cru, T90F = tempo 90 frito, T120C = tempo 120 cru, T120F = tempo 120 frito.

**Parâmetros de Textura Instrumental (Kgf) das formulações de hambúrguer bovino cru e frito com adição de okara úmida em diferentes concentrações ao longo do tempo de armazenamento em dias.**

PARÂMETRO	OKARA (%)	T0C	T0F	T30C	T30F	T60C	T60F	T90C	T90F	T120C	T120F
Textura Instrumental	F0	1,75 <sup>bcA</sup>	6,39 <sup>bA</sup>	1,57 <sup>bcA</sup>	6,71 <sup>bA</sup>	1,47 <sup>cABC</sup>	6,34 <sup>bA</sup>	1,77 <sup>bAB</sup>	6,65 <sup>bA</sup>	2,09 <sup>aAB</sup>	8,20 <sup>aA</sup>
	F1	1,65 <sup>bcAB</sup>	5,58 <sup>bAB</sup>	1,48 <sup>cAB</sup>	5,86 <sup>bAB</sup>	1,50 <sup>cAB</sup>	6,60 <sup>bA</sup>	1,80 <sup>bAB</sup>	6,92 <sup>bA</sup>	2,24 <sup>aAB</sup>	8,86 <sup>aA</sup>
	F2	1,46 <sup>cdABC</sup>	5,81 <sup>bAB</sup>	1,31 <sup>dAB</sup>	6,10 <sup>bAB</sup>	1,63 <sup>cA</sup>	5,77 <sup>bA</sup>	1,96 <sup>bBC</sup>	6,06 <sup>bA</sup>	2,32 <sup>aA</sup>	8,10 <sup>aA</sup>
	F3	1,37 <sup>bcBC</sup>	5,63 <sup>bAB</sup>	1,23 <sup>cB</sup>	5,92 <sup>bAB</sup>	1,32 <sup>bcBC</sup>	6,15 <sup>abA</sup>	1,58 <sup>bBC</sup>	6,45 <sup>abA</sup>	2,18 <sup>aAB</sup>	7,44 <sup>aAB</sup>
	F4	1,35 <sup>bBC</sup>	5,06 <sup>bAB</sup>	1,22 <sup>bB</sup>	5,32 <sup>bAB</sup>	1,21 <sup>bC</sup>	5,66 <sup>bA</sup>	1,45 <sup>bC</sup>	5,94 <sup>bA</sup>	1,95 <sup>aB</sup>	8,22 <sup>aA</sup>
	F5	1,34 <sup>bcC</sup>	4,63 <sup>bB</sup>	1,20 <sup>cB</sup>	4,86 <sup>abB</sup>	1,34 <sup>bcBC</sup>	5,94 <sup>abA</sup>	1,60 <sup>bBC</sup>	6,23 <sup>aA</sup>	2,14 <sup>aAB</sup>	6,25 <sup>aB</sup>

Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha e coluna de cada formulação não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey. Letras minúsculas representam a análise ao longo do tempo e letras maiúsculas entre as formulações.

T0C = tempo zero cru, T0F = tempo zero frito, T30C = tempo 30 cru, T30F = tempo 30 frito, T60C = tempo 60 cru, T60F = tempo 60 frito, T90C = tempo 90 cru, T90F = tempo 90 frito, T120C = tempo 120 cru, T120F = tempo 120 frito.