UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

LARISSA TÁTERO CARVALHO

**Parâmetros tecnológicos, aceitação sensorial e sensação de
saciedade após consumo de hambúrguer bovino com adição de
fibra de trigo e teor de gordura reduzido**

Pirassununga
2015

LARISSA TÁTERO CARVALHO

Parâmetros tecnológicos, aceitação sensorial e sensação de saciedade após consumo de hambúrguer bovino com adição de fibra de trigo e teor de gordura reduzido

Dissertação apresentada à faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos.

Área de Concentração: Ciências da Engenharia de Alimentos

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Trindade

**Pirassununga
2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo

Carvalho, Larissa Tátero

C331p Parâmetros tecnológicos, aceitação sensorial e
sensação de saciedade após consumo de hambúrguer bovino
com adição de fibra de trigo e teor de gordura reduzido
/ Larissa Tátero Carvalho. -- Pirassununga, 2015.

74 f.

Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo.

Departamento de Engenharia de Alimentos.

Área de Concentração: Ciências da Engenharia de
Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Trindade.

1. Fibra alimentar 2. Trigo 3. Produtos cárneos
4. Análise sensorial 5. Saciedade. I. Título.

A Deus de infinita bondade;
Ao meu amado pai Héliο;
A minha amada mãe Lucimara;
As minhas irmãs Laís e Natália;
A minha vizinha Amábile;
Meus tios Nivaldo e Bernadete;
Meus primos César e Gabriela;
Ao meu amigo e namorado Leonardo;
A vocês, pessoas mais importantes de minha vida, que sempre me
encorajaram a ir até o fim

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo infinito amor que tem por mim, a Nossa Senhora Aparecida e aos Espíritos de Luz pela força que me deram nas inúmeras vezes que perdi as minhas forças e por terem me carregado no colo quando já não podia mais caminhar.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marco Antonio Trindade primeiramente por ter me aceito como sua orientanda, permitindo que eu fizesse parte da Família LAQUECA, pelos preciosos ensinamentos, pela confiança, por todas as oportunidades, pela paciência, preocupação, carinho e amizade.

A toda a minha família sem os quais nada disso seria possível. Em especial meu pai Hélio Pereira Carvalho Júnior e minha mãe Lucimara Aparecida Tátero Carvalho que foram a base de tudo para mim, me apoiando nos momentos difíceis com força, confiança, amor e me ensinando a persistir nos meus objetivos, ajudando-me sempre a alcançá-los. As minhas queridas irmãs Laís Tátero Carvalho e Natália Tátero Carvalho por todo apoio e pelas inúmeras vezes que me fizeram acreditar que eu seria capaz, que conseguiria, a minha querida vizinha Amábil Bortoletti Tátero pelo amor, incentivo, orações e por acreditar no meu potencial em todos os momentos, aos meus tios Nivaldo Aparecido Tátero e Bernardete de Lourdes Rigoletto Tátero e primos César Rigoletto Tátero e Gabriela Rigoletto Tátero por estarem sempre ao meu lado e por todo amor e carinho incondicional e, ao meu amigo e namorado Leonardo Henrique Paixão Volpi que com sua presença amorosa, tem compartilhado bons e maus momentos ao meu lado, fazendo meu dia a dia ser diferente e melhor, me ajudando a acreditar que eu era capaz e acima de tudo, me ensinou a amar e ser amada. Além, de uma pequena homenagem e agradecimento aos meus amados animais de estimação: Jully, Kiara, Mel, Preta e Aurora. AMO TODOS VOCÊS.

Aos meus amigos da LAQUECA: Yana Polizer, Paulo Munekata, Juliana Baldin, Isabela Rodrigues, Manoela Pires, Raul Fregonesi, Rafaella Paseto e Kátia Borrajo e, aos estagiários Juliana Tamura, Beatriz Zillo, Vanessa Sanches, Lucas Marques, Poliana Magno e Maria Luiza Diaz. MUITO OBRIGADA.

As Professoras Dr^{as}: Carmen Trindade, Christianne Rodrigues, Eliana Setsuko Kamimura, Giovana Tommaso, Maria Tereza de Alvarenga Freire, Monica Mazalli e Rosemary de Carvalho por terem cedido gentilmente os seus laboratórios e

aparelhos para que minhas análises pudessem ser realizadas e seus respectivos técnicos: Camila Velludo Molina, Carla Alves Monaco, Fabio Augusto Gallo, Guilherme de Sousa Silva, Keila Kazue Aracava, Marcelo Thomazini, Nilson José Ferreira e Tatiana Cardoso Sanches pelos ensinamentos, atenção e amizade. Ao Elcio Carlos Terciotti e todos os funcionários do abatedouro por todo apoio, paciência, ajuda e carinho.

Aos meus amigos mais que queridos: João Gandra, Marcia Gandra e João Vitor Gandra que foram muito importantes para mim, que me ajudaram muito e estiveram ao meu lado nas alegrias e também nas tristezas não me abandonaram nunca. MUITO OBRIGADA.

A Universidade de São Paulo – FZEA/USP pela oportunidade, por oferecer toda a estrutura necessária para o desenvolvimento deste trabalho. E a todos os professores pelos valiosos ensinamentos e funcionários pelo carinho e auxílio. Em especial aos funcionários da Seção de Pós-graduação e do Departamento de Engenharia de Alimentos: Alecsandra de Araújo, Layla Denófrío e Rafael David respectivamente.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo auxílio financeiro.

E a todos aqueles não citados que direta ou indiretamente contribuíram de forma positiva para a realização deste trabalho.

AGRADEÇO

“Agir, eis a inteligência verdadeira. Serei o que quiser. Mas tenho que querer o que for. O êxito está em ter êxito, e não em ter condições de êxito. Condições de palácio tem qualquer terra larga, mas onde estará o palácio se não o fizerem ali”?
(Fernando Pessoa)

RESUMO

CARVALHO, L.T. **“Parâmetros tecnológicos, aceitação sensorial e sensação de saciedade após consumo de hambúrguer bovino com adição de fibra de trigo e teor de gordura reduzido”**. 2015. 75p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de diferentes adições de fibra de trigo em substituição a carne e gordura sobre características tecnológicas, de aceitação sensorial e de satisfação da fome em hambúrguer bovino. A princípio, o objetivo era desenvolver hambúrgueres com diferentes adições de farelo de aveia com substituição parcial e total do teor de gordura, no entanto, os resultados em relação à aceitação sensorial foram bastante negativos. Em função disso, a proposta foi alterada para a inclusão de diferentes níveis de adição de fibra de trigo em substituição a carne e gordura. Cinco diferentes tratamentos foram processados: hambúrguer com 77,6% de carne bovina, 19,4% de toucinho, 0% de fibra de trigo e água (Controle), hambúrguer com 68,9% de carne bovina, 17,2% de gordura suína, 1,6% de fibra de trigo e 9,4% de água (1,5% de Fibra), hambúrguer com 60,1% de carne bovina, 15,0% de gordura suína, 3,1% de fibra de trigo e 18,8% de água (3% de Fibra), hambúrguer com 51,4% de carne bovina, 12,8% de gordura suína, 4,7% de fibra de trigo e 28,1 de água (4,5% de Fibra) e hambúrguer com 42,6% de carne bovina, 10,7% de gordura suína, 6,3% de fibra de trigo e 37,5% de água (6% de Fibra). Foram analisados teores de proteínas, lipídios, umidade, cinzas, pH, textura, cor, perda após cocção e redução de diâmetro. Para avaliação sensorial utilizou-se a escala hedônica de nove pontos, com 103 consumidores que avaliaram os parâmetros sabor, textura, suculência e aceitação global. A análise de saciedade foi realizada com 34 avaliadores que anotaram em uma escala visual analógica o quanto estavam sentindo de fome antes e a cada hora após o consumo, até 3 horas. Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey ao nível de 5%. Na análise físico-química e centesimal, quanto maior a adição de fibra de trigo menor o teor de proteína e lipídio. A umidade foi maior quando o teor de carne/gordura foi reduzido e a fibra de trigo aumentada no hambúrguer. Nas

análises de cinzas, pH e perdas após cocção não houve diferença significativa ($p>0,05$). Na redução de diâmetro quanto maior a redução de carne/gordura e maior a adição de fibra de trigo menor o diâmetro do hambúrguer. Na análise de textura, houve uma correlação negativa entre adição de fibra de trigo e dureza. Para elasticidade, a amostra Controle diferiu significativamente ($p<0,05$) das amostras 4,5% de Fibra e 6% de Fibra. Para a mastigabilidade, quanto maior a quantidade de carne/gordura e menor a quantidade de fibra de trigo maior a energia requerida para mastigar o alimento. E, para coesividade, não houve diferença significativa ($p>0,05$). Na análise de cor, não houve diferença significativa ($p>0,05$) nos atributos a^* e b^* porém, no atributo L^* todas as amostras diferiram significativamente ($p<0,05$) da amostra Controle. Na análise sensorial, as amostras Controle, 1,5% de Fibra, 3% de Fibra e 4,5% de Fibra obtiveram os maiores valores entre 6,64 e 7,63 e, a amostra com 6% de Fibra obteve os menores valores entre 5,82 e 6,91. Na análise de saciedade verificou-se uma redução da sensação de fome logo após o consumo do hambúrguer e um aumento da sensação de fome ao longo de três horas e, ao final, a sensação de fome retornou ao patamar inicial. Assim, a fibra de trigo pode ser usada como um substituto de carne/gordura em hambúrguer bovino somente até o nível de 3% de Fibra.

Palavras-chaves: fibra alimentar; trigo; produtos cárneos; análise sensorial; saciedade.

ABSTRACT

CARVALHO, L.T. **"Technological parameters, sensory acceptance and satiety after consumption of beef burger with wheat fiber addition and reduced fat"** 2015. 75p. Dissertation (Master) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

The aim of this study was evaluate the different effects of adding wheat fiber to replace meat and fat on technological characteristics of sensory acceptance and hunger satisfaction in beef burger. At first, the aim was to develop burgers with different effects of adding oat bran to replace partial and total of fat, however, the results regarding the sensory acceptance were very negative. Because of this, the proposal was modified to include different levels of adding wheat fiber to replace the meat and fat. Five different treatments were processed: hamburger with 77,6% of beef, 19,4% of fat, 0% wheat fiber and water (Control), hamburger with 68,9% of beef, 17,2% of pork fat, 1,6% of wheat fiber and 9,4% of water (1,5% Fiber), hamburger with 60,1% of beef, 15,0% of pork fat, 3,1% of wheat fiber and 18,8% of water (3% Fiber), hamburger with 51,4% of beef, 12,8% of pork fat, 4,7% of wheat fiber and 28,1% of water (4,5% Fiber) and hamburger with 42,6% of beef, 10,7% of pork fat, 6,3% of wheat fiber and 37,5% of water (6% Fiber). Protein concentrations, fat, moisture, ash, pH, texture, color, loss after cooking and reduction in diameter were determined. For sensory evaluation a hedonic scale of nine points was used, with 103 consumers who evaluated the flavor, texture, juiciness and overall acceptance parameters. Satiety analysis was performed with 34 evaluators who noted down on a visual analog scale how much they were feeling hungry before and every hour after consumption, up to 3 hours. The results were submitted to ANOVA and Tukey's test at 5% level. In physical-chemical and centesimal analysis, the higher the addition of low wheat fiber protein, the lower the protein and lipid content. The moisture was higher when the content of meat/fat was reduced and the wheat fiber increased in the burger. In the analyzes of ash, pH and losses after cooking there was no significant difference ($p>0,05$). In diameter reduction, the higher the reduction of meat/fat ratio and the higher the wheat fiber addition, the lower the

hamburger diameter was. In texture analysis, there was a negative correlation between addition of wheat fiber and hardness. For elasticity, the Control Fiber sample differed significantly ($p < 0,05$) from samples 4,5% Fiber and 6% Fiber. For chewability, the greater the amount of meat/fat and the lower the amount of wheat fiber, the higher the required energy to chew food. And for cohesiveness, there was no significant difference ($p > 0,05$). In color analysis, no significant difference ($p > 0,05$) in the attributes a^* and b^* but in the L^* attribute all samples differed significantly ($p < 0,05$) from Control. In the sensory analysis, the Control, 1,5% Fiber, 3% Fiber and 4,5% Fiber samples obtained the highest values between 6,64 and 7,63 and the 6% Fiber sample got the lowest values between 5,82 and 6,91. In satiety analysis, a reduction in the feeling of hunger had been found right after the hamburger consumption, a hunger increase over a period of three hours, and at the end the feeling of hunger returned to the initial level. Thus, wheat fiber can be used as a substitute for meat/fat beef burger only until the level of 3% Fiber.

Keywords: dietary fiber; whole wheat; meat products; sensory evaluation; satiety.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Hambúrgueres elaborados com diferentes teores de fibra de trigo e água em substituição à carne e gordura: T1) Controle, T2) 1,5 de Fibra, T3) 3% de Fibra, T4) 4,5% de Fibra e T5) 6% de Fibra	33
Figura 2 - Procedimento para análise sensorial	39
Figura 3 - Preparação das amostras para a análise de saciedade.....	40
Figura 4 - Características avaliadas na redução de diâmetro de hambúrgueres elaborados com ou sem fibra de trigo	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formulações de hambúrgueres de carne bovina formuladas com adição de farelo de aveia.....	29
Tabela 2 - Formulações dos hambúrgueres elaborados com diferentes teores de fibra de trigo e água em substituição à carne e gordura.....	33
Tabela 3 - Parâmetros físico-químicos de hambúrgueres de carne bovina formuladas com adição de farelo de aveia.....	44
Tabela 4 - Comparação dos atributos avaliados na avaliação sensorial de aceitação de hambúrgueres de carne bovina formuladas com adição de farelo de aveia.....	44
Tabela 5 - Resultados da composição centesimal dos hambúrgueres elaboradas com diferentes teores de fibra e água em substituição à carne e gordura	47
Tabela 6 - Resultados das análises físico-químicas dos hambúrgueres elaboradas com diferentes teores de fibra e água em substituição à carne e gordura	49
Tabela 7 - Resultados da avaliação sensorial de aceitação dos hambúrgueres elaboradas com diferentes teores de fibra e água em substituição à carne e gordura	52
Tabela 8 - Resultados do teste de saciedade/sensação de fome antes e após o consumo dos hambúrgueres elaborados com diferentes teores de fibra e água em substituição à carne e gordura	53

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 Fibras Alimentares	18
2.1.1 Definição e Classificação	18
2.1.2 Propriedades Fisiológicas e Nutricionais	19
2.1.3 Propriedades Tecnológicas	21
2.1.4 Recomendação do Consumo de Fibras Alimentares	21
2.2 Farelo de Aveia	22
2.3 Fibra de Trigo Vitacel® WF 200	23
2.4 Saciedade	23
2.5 Informações sobre a Utilização de Fibras em Produtos Cárneos	25
2.6 Organização do Estudo	26
3 OBJETIVOS	27
3.1 Objetivo Geral	27
3.2 Objetivos Específicos	27
4 MATERIAL E MÉTODOS	28
4.1 Hambúrguer de carne bovino com adição de farelo de aveia e redução do teor de gordura	28
4.1.1 Delineamento Experimental	28

4.1.2 Materiais e Processamento	29
4.1.3 Parâmetros Físico-Químicos.....	30
4.1.4 Avaliação Sensorial	30
4.1.5 Análise Estatística.....	31
4.2 Hambúrguer bovino com adição de fibra de trigo e redução do teor de gordura	31
4.2.1 Matérias-primas	31
4.2.2 Delineamento Experimental.....	32
4.2.3 Processamento	34
4.2.4 Caracterização Físico-Química e Centesimal	34
4.2.4.1 Composição Centesimal	34
4.2.4.2 Característica Físico-Química.....	36
4.2.5 Análise Sensorial	38
4.2.6 Análise de Saciedade	39
4.2.7 Análise Estatística dos Resultados	41
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	43
5.1 Hambúrguer de carne bovino adição de farelo de aveia e redução do teor de gordura.....	43
5.2 Hambúrguer bovino com adição de fibra de trigo e redução do teor de gordura	46
5.2.1 Composição Centesimal	46
5.2.2 Características Físico-Químicas	48

5.2.3 Aceitação Sensorial	51
5.2.4 Teste de Saciedade	53
6 CONCLUSÕES	55
7 SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS	56
8 REFERÊNCIAS.....	57

1 INTRODUÇÃO

Os produtos cárneos são de extrema importância na alimentação diária por conter teores elevados de proteínas e por seu equilíbrio aminoácido. O hambúrguer, um produto altamente consumido nas refeições em domicílio, em função de seu rápido e fácil preparo, merece uma atenção especial. Sua composição é baseada em gordura saturada e muitas vezes exposto ao processo de fritura, de modo que o consumo frequente desse produto pode prejudicar a saúde humana, propiciando o desenvolvimento de doenças crônicas como obesidade e hipertensão. Em decorrência, possíveis alterações de ingredientes na composição de hambúrgueres são realizadas de forma a conferem características funcionais ao produto e consequentemente benefícios à saúde e bem-estar aos consumidores. A exigência dos consumidores por alimentos mais saudáveis levam ao topo da lista de preferência, alimentos como proteínas do soro do leite, soja, aveia, gergelim, chia, psyllium, quinoa, óleos como os de linhaça, oliva, soja e de canola entre outros, sendo excelentes opções para serem adicionados em produtos cárneos, de forma a minimizar a quantidade de gordura animal na composição, produzindo produtos com perfil de ácidos graxos e teores de colesterol mais favoráveis nutricionalmente quando comparado aos produtos tradicionais (OLIVEIRA et al., 2013).

A Fibra de Trigo Vitacel® WF200 propicia o enriquecimento de fibra alimentar, redução de gordura, redução do valor calórico, melhoria da textura, controle da migração de umidade, redução de perda de peso, podendo ser empregada na indústria de produtos cárneos (JRS, 2015).

A análise de saciedade em produtos cárneos foi um assunto pouco encontrado em artigos científicos então, foi necessária uma busca incessante mediante a dificuldade de encontrar estudos referentes ao assunto.

Hurtado; Calliari (2010) afirmam que as fibras não são digeridas pelo organismo e, portanto não fornecem calorias, conferindo uma sensação de saciedade, ou seja, o aumento no consumo de fibras solúveis e insolúveis concede saciedade e reduz a fome. Alimentos ricos em fibras demandam tempo de mastigação, o que estimula a salivação e reduz a ingestão de outros alimentos e, em

consequência, reduz no consumo calórico. A mastigação também desempenha efeito direto sobre o hipotálamo, acarretando a sensação de saciedade.

Os sinais de saciedade são causados no momento em que a refeição passa pelo trato gastrointestinal produzindo uma sensação de plenitude. Quando o alimento sai do estômago e vai para o intestino, um sinal químico é produzido e o intestino libera para o sangue o hormônio colecistocinina (substância endócrina) em resposta à presença de proteínas e de gorduras do alimento que chegam ao intestino. Já, o tecido adiposo produz o hormônio leptina (substância endócrina) que vai para a circulação sanguínea, chega ao cérebro e inibe a ingestão de alimentos. Isso quer dizer que, uma quantidade alta de leptina diminui a ingestão e, o inverso, aumenta. Todos os sinais de fome e saciedade vão diretamente para o hipotálamo e este, produz comandos para a busca e ingestão de alimento e, prepara o trato gastrointestinal para receber e para processar o alimento (VALASSI; SCACCHI; CAVAGNINI, 2008).

O uso de Escala Visual Analógica (EVA) para avaliação da saciedade possibilita uma avaliação objetiva de uma sensação subjetiva. Inicialmente utilizada para determinação da dor, a EVA expõe ao paciente uma linha não graduada em que as extremidades representam ausência de dor (extremidade inferior nas escalas verticais e à esquerda nas escalas horizontais) e a pior dor imaginável (nas extremidades opostas). O emprego da EVA para avaliação da saciedade mantém as mesmas concepções da avaliação da dor. É uma ferramenta absolutamente útil, por ser de fácil aplicabilidade e compreensão (CORRÊA et al., 2005).

No presente estudo foram avaliados os efeitos de diferentes níveis de adição de fibra de trigo e de redução de gordura sobre características tecnológicas, de aceitação sensorial e de satisfação da fome (saciedade) em hambúrguer bovino, visando um produto de menor teor calórico e mais saudável, podendo favorecer o consumo de fibras pela população.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Fibras Alimentares

2.1.1 Definição e Classificação

Segundo Papathanasopoulos; Camilleri (2010) fibra alimentar é definida como sendo partes comestíveis de plantas ou carboidratos análogos resistentes à digestão e absorção no intestino delgado e, sofrem fermentação total ou parcial no intestino grosso. São polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e substâncias vegetais associados. Ainda, segundo Mahan; Escott-Stump (2010) fibra alimentar são entendidas como sendo componentes vegetais intactos que não sofrem nenhum tipo de digestão pelas enzimas do trato gastrointestinal.

O Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses (CCNFSDU) definiu:

“Fibra alimentar é constituída de polímeros de carboidratos com dez ou mais unidades monoméricas, que não são hidrolisados pelas enzimas endógenas no intestino delgado e que podem pertencer a três categorias: polímeros de carboidratos comestíveis que ocorrem naturalmente nos alimentos na forma como são consumidos; polímeros de carboidratos obtidos de material cru por meio físico, químico ou enzimático e que tenham comprovado efeito fisiológico benéfico sobre a saúde humana, de acordo com evidências científicas propostas e aceitas por autoridades competentes e; polímeros de carboidratos sintéticos que tenham comprovado efeito fisiológico benéfico sobre a saúde humana, de acordo com evidências científicas propostas e aceitas por autoridades competentes (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 2008)”.

A fibra alimentar é classificada de acordo com sua solubilidade em água, podendo ser fibra alimentar solúvel e fibra alimentar insolúvel. A fibra derivada de frutas e legumes (pectinas, beta-glucanas, gomas, mucilagens e algumas hemiceluloses) tem uma proporção relativamente maior de fibra alimentar solúvel, enquanto que as fibras de cereais (lignina, pectinas insolúveis, celulose e hemiceluloses) apresentam uma proporção maior de fibra alimentar insolúvel (FIGUEROLA et al., 2005).

As fibras solúveis têm a função de retardar o esvaziamento gástrico, a absorção da glicose e reduzir o colesterol do soro sanguíneo. As fibras insolúveis têm a função de acelerar o trânsito intestinal, aumentar o peso das fezes, contribuindo para a redução do risco de doenças do trato gastrointestinal (ANGELIS, 2001).

2.1.2 Propriedades Fisiológicas e Nutricionais

A principal ação da fibra alimentar é no trato gastrointestinal. Uma das principais funções das mesmas é servir de substrato para a microbiota principalmente presente no intestino grosso, e ainda, modular a velocidade da digestão e absorção de nutrientes para promover uma laxação normal. Todos estes efeitos proporcionados pela fibra alimentar são considerados extremamente diferentes de todos os outros componentes da dieta, uma vez que ela não pode ser hidrolisada no intestino delgado dos mamíferos (COLLI; SARDINHA; FILISETTI, 2002).

A ingestão de fibra alimentar promove a redução dos riscos de ocorrências de doenças cardiovasculares, diabetes, hipertensão, obesidade, assim como algumas doenças gastrointestinais e alguns tipos de cânceres. Segundo Pedó (2000), diversos estudos demonstram que ingestões elevadas de fibras reduzem as concentrações de lipídeos e de glicose no sangue, aumentam a sensibilidade à insulina, reduzem a pressão sanguínea e auxiliam no controle do peso.

Os efeitos fisiológicos dependem do tipo de fibra, solúvel ou insolúvel. As fibras insolúveis aumentam o volume das fezes, portanto diluem o seu conteúdo, o

que diminui a interação entre a mucosa intestinal e qualquer componente carcinogênico presente. Além disso, as fibras insolúveis reduzem o tempo de trânsito intestinal, evitando que agentes mutagênicos presentes nas fezes interajam com o epitélio intestinal (THEBAUDIN et al., 1997). Portanto, a inclusão de fibras na dieta é necessária para manter a função do trato gastrointestinal normal (CHO; CLARK; URIBE-SAUCEDO, 2004). As fibras também diminuem as concentrações da insulina no soro sanguíneo, provocando uma redução na ingestão de alimentos, pois a insulina estimula o apetite (ANDERSON; SMITH; GUSTAFSON, 1994). Foi proposto que a absorção de sais biliares pelas fibras resulta em mudanças no metabolismo do colesterol, levando a perdas do colesterol do corpo. Além disso, os produtos da fermentação bacteriana de fibras solúveis têm um papel importante no metabolismo dos lipídios. Os ácidos graxos de cadeia curta (SCFA), especialmente o ácido propiônico, têm sido colocados por vários pesquisadores como responsáveis pela inibição da síntese do colesterol hepático (THEBAUDIN et al., 1997).

As fibras solúveis formam uma rede de gel ou uma rede viscosa, em determinadas condições físico-químicas, e desta forma ligam água, o que aumenta a capacidade de retenção de água e a absorção lipídica. Elas são vistas como substratos fermentativos, podem modificar a microflora e levar a uma redução ou modificação de agentes mutagênicos (THEBAUDIN et al., 1997). A viscosidade está associada com o esvaziamento gástrico demorado; a fibra modifica a passagem no intestino, diminuindo a taxa de absorção de glicose, lipídios e esteróis (GORINSTEIN et al., 2001). As fibras solúveis têm sido relacionadas com a redução dos níveis de glicose no sangue, devido à diminuição da digestão e absorção de carboidratos (CHAU; HUANG, 2004). Quando fibras solúveis são adicionadas à dieta, a difusão da glicose no sangue é mais lenta, e posteriormente a secreção da insulina é diminuída (SLAVIN, 2005).

A ingestão elevada de fibra solúvel aumenta os efeitos relacionados com a diminuição do colesterol no sangue (ANDERSON; SMITH; GUSTAFSON, 1994; GORINSTEIN et al., 2001; CHANG et al., 2002). O uso rotineiro de alimentos ricos em fibras reduz o risco da obesidade e ajuda na perda e manutenção do peso, pois estes alimentos tendem a ter baixos níveis de gorduras. Isso também acontece pela interação dos seguintes mecanismos: as fibras têm baixa energia calórica, precisam de mais tempo para ser digeridas e retardam o esvaziamento gástrico, o que aumenta a sensação de saciedade.

2.1.3 Propriedades Tecnológicas

Em alimentos, as fibras alimentares possuem funções tecnológicas, tais como: a formação de géis, retenção de água ou lipídios, aumento da viscosidade, influenciando na textura, formação e estabilização de emulsões e de espumas (DIEPENMAAT-WOLTERS, 1993). Segundo Larrauri (1999), a fibra alimentar considerada 'ideal' deve ter alguns requisitos, tais como: ter componentes nutricionais; ter sua concentração, empregada o máximo de efeitos fisiológicos; ser suave em sabor, cor, textura e odor; ter composição balanceada (fração solúvel e insolúvel) e um conjunto adequado de componentes bioativos; ter boa vida de prateleira e não ter efeito adverso, quando adicionado a outro alimento; ser compatível com o processamento de alimentos; ter imagem positiva aos olhos do consumidor com relação à fonte e benefícios; ter a expectativa de efeitos fisiológicos e preço razoável. As principais características das fibras comerciais são: conteúdo de fibra total acima de 50%, umidade relativamente baixa (menor que 9%), baixo conteúdo de lipídeos, baixo conteúdo calórico (menor que 8,36 kJ/g ou menor que 2 kcal/g) e aroma e sabor neutros.

2.1.4 Recomendação do Consumo de Fibras Alimentares

A ADA ("American Dietetic Association") orienta a ingestão de 20 a 35g fibras/dia para adultos. Estes valores são considerados seguros e eficientes e é aproximadamente o dobro da ingestão diária nos países ocidentais. Uma dieta habitual e diversificada engloba cerca de 30 a 50% de fibras solúveis e 50 a 70% de fibras insolúveis, recomendados à população em geral (GRIGELMO-MIGUEL; ABADIASSERÓS; MARTINBELLOSO, 1999; GORINSTEIN et al., 2001). Segundo Williams, Bollella e Wynder (1995), a nova recomendação mínima de fibra alimentar para crianças maiores de 2 anos equivale a sua idade mais 5 g/dia.

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) orienta o consumo de 25 gramas de fibra alimentar por dia para uma dieta de 2000 kcal

(BRASIL, 2003). A “RDC Nº 54, DE 12 DE NOVEMBRO DE 2012 - Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar” estabelece as condições para declaração de conteúdo de fibras em alimentos da seguinte forma: para Fibras Alimentares como atributo “fonte” em condições de mínimo de 2,5g de fibras/porção e, como atributo “alto conteúdo” em condições de mínimo de 5g de fibras por porção (BRASIL, 2012).

O consumo médio de fibras alimentares pela população brasileira, de acordo com a pesquisa realizada, foi de aproximadamente 24 gramas de fibras totais, o equivalente a 17 gramas de fibras insolúveis e 7 gramas de fibras solúveis. Como observado, a ingestão de fibras insolúveis é maior do que a ingestão de fibras solúveis e isso se deve ao fato de que as fibras insolúveis são mais facilmente encontradas nos alimentos. A média do consumo de fibras alimentares para o sexo feminino foi de 20 gramas e para o sexo masculino foi de 29 gramas (MATTOS; MARTINS, 2000).

2.2 Farelo de Aveia

O farelo de aveia é produzido principalmente das camadas aleurema e sub-aleurema, sendo estas as camadas mais externas do grão de aveia (MIRA; GRAF; CÂNDIDO, 2009).

É um alimento com elevado teor de beta-glucana, forte ação em relação à redução dos níveis de colesterol sanguíneo, alterando a razão da lipoproteína HDL/LDL em indivíduos hipercolesterolêmicos e, redução da absorção de glicose em indivíduos diabéticos. Além disso, as beta-glucanas agem como protetores ao desenvolvimento de câncer de cólon (ANDERSON; BRIDGES, 1993).

O farelo de aveia apresenta 9,5% de beta-glucana em sua composição, considerado valores relativamente altos, quando comparado a 5% da aveia em flocos e a 3,7% farinha de aveia (DE SÁ; FRANCISCO; SOARES, 1998). O conteúdo de fibra alimentar é em torno de 15 a 19%, sendo assim, 34 a 48% são fibras solúveis e o restante fibras insolúveis (SHINNICK et al., 1988).

2.3 Fibra de Trigo Vitacel® WF 200

É uma fibra alimentar insolúvel, neutra, inerte, de coloração branca, desfibrada, consistência fina, livre de glúten, ácido fítico, ácidos graxos e OMG (Organismos Geneticamente Modificados). Apresenta um teor de fibra dietética total de até 97% de fibra alimentar e é produzida a partir do trigo usando um método de produção especial (JRS, 2015).

Combina vantagens nutricionais e fisiológicas como o enriquecimento de fibra alimentar, redução de gordura, redução do valor calórico, com vantagens tecnológicas, como melhoria da textura, controle da migração de umidade, redução de perda de peso, dentre outros (JRS, 2015).

Apresenta diferentes tipos de comprimentos de fibra entre 30 e 500µm podendo ser empregado de modo universal em basicamente todas as áreas das indústrias alimentícias. Obtém uma carga biológica e quantidades de pesticidas com valores muito inferiores ao mínimo exigido por lei propiciando uma elevada segurança dos produtos e uma vida útil prolongada de 5 anos quando armazenado sob condições de baixa umidade (JRS, 2015).

2.4 Saciedade

Os sinais nervosos relacionados à saciedade são causados durante a refeição no trato gastrointestinal produzindo uma sensação de satisfação. Quando o alimento sai do estômago e vai para o intestino, um sinal químico é produzido e o intestino libera para o sangue o hormônio colecistocinina (substância endócrina) em resposta à presença de proteínas e de gorduras do alimento que chegam ao intestino. Já, o tecido adiposo produz o hormônio leptina (substância endócrina) que vai para a circulação sanguínea, chega ao cérebro e inibe a ingestão de alimentos. Isso quer dizer que, uma quantidade alta de leptina diminui a ingestão e, o inverso, aumenta. Todos os sinais nervosos de fome e saciedade vão diretamente para o hipotálamo e este, produz comandos para a busca e ingestão de alimento e,

prepara o trato gastrointestinal para receber e para processar o alimento (VALASSI; SCACCHI; CAVAGNINI, 2008).

A carência da mastigação é um fator que poderá colaborar para a redução da saciedade, isso ocorre porque, a mastigação estimula a liberação de histamina, que fisiologicamente supre a ingestão alimentar, devido à ativação dos centros de saciedade do hipotálamo, produzindo uma diminuição da quantidade e da velocidade da ingestão alimentar (OKA et al.2003). A consistência dos alimentos também tem um papel importante na saciedade (SANTANGELO *et al.*, 1998.). A viscosidade dos alimentos foi associada com a mudança na ingestão alimentar, ou seja, quanto maior a viscosidade mais lento é o esvaziamento gástrico, prolongando, então, o tempo de saciedade (MARCIANI *et al.*, 2000).

Corrêa et al. (2005) afirmam que a função da Escala Visual Analógica (EVA) para avaliação da saciedade possibilita uma avaliação objetiva de uma sensação subjetiva. A princípio, utilizada para determinação da dor, as escalas podem ser unidimensionais (avalia apenas uma das dimensões da dor) ou multidimensionais (avalia mais de uma das dimensões da dor). Dentro das escalas unidimensionais, as mais empregadas são, Escala Visual Numérica (EVN) e a Escala Visual Analógica (EVA). Na EVN, o paciente é solicitado a quantificar sua dor em notas que variam de 0 (ausência de dor) a 10 (maior grau já imaginável), em relação ao grau da sensação. A EVA expõe ao paciente uma linha não graduada em que as extremidades representam ausência de dor (extremidade inferior nas escalas verticais e à esquerda nas escolas horizontais) e a pior dor imaginável (nas extremidades opostas). O emprego da EVA para avaliação da saciedade mantém as mesmas concepções da avaliação da dor. É uma ferramenta absolutamente útil, por ser de fácil aplicabilidade e compreensão.

Os sentimentos subjetivos de fome, apetite e saciedade podem ser induzidos por uma sequência de distintos fatores internos, dentre eles variáveis psicológicas e fisiológicas. Ainda, fatores externos, como refeições antecedentes, atividade física, temperatura, tempo, dentre outros podem induzir as sensações subjetivas no momento do teste. Quando avaliada reprodutividade (variações entre as medições em pontos e dias de teste diferentes, porém utilizando o mesmo método padronizado), diversos possíveis fatores devem ser mantidos constantes (FLINT et al., 2000).

2.5 Informações sobre a Utilização de Fibras em Produtos Cárneos

Os produtos cárneos são de extrema importância na alimentação diária devido ao elevado teor de proteínas e equilíbrio aminoácido. Há uma busca contínua pelo acréscimo de fibras nestes produtos cárneos objetivando, além de melhorar a qualidade e valor nutricional, também melhorar a capacidade de retenção de água e subsequentemente redução dos custos de produção (LEAL et al., 2010).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento definiu:

“O hambúrguer é um produto cárneo industrializado obtido da carne moída dos animais de açougue que pode ser ou não acrescido de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processos tecnológicos necessários. Apresenta porcentagens de proteína mínima equivalente a 15%, gordura máxima de 23% e carboidratos totais de 3%. Os ingredientes opcionais que podem ser acrescidos ao hambúrguer são especificamente gordura vegetal, água, sal, proteínas de origem animal e/ou vegetal, leite em pó, açúcares, maltodextrina, aditivos intencionais, condimentos, aromas, especiarias, vegetais, queijos, dentre outros. Trata-se de um produto cru, semi-cozido, cozido, frito, congelado ou resfriado (BRASIL, 2000)”.

Apresentam nutrientes que saciam a fome momentaneamente e que são responsáveis em alimentar, além de, na atualidade, ser considerado um alimento popular devido à praticidade, facilidade e rapidez no preparo (ARISSETO, 2003).

Os hambúrgueres devem ser mantidos em sacos plásticos estéreis, estocados e congelados a temperatura igual ou inferior a 0°C, preferencialmente a -18°C até -12°C até o momento do consumo (ICMSF, 1997; SILVA JR., 2002; FATTORI ET AL., 2005).

Os produtos cárneos são de extrema importância na alimentação diária devido ao elevado teor de proteínas e equilíbrio aminoácido. Há uma busca contínua pelo acréscimo de fibras nestes produtos cárneos objetivando, além de

melhorar a qualidade e valor nutricional, também melhorar a capacidade de retenção de água e subsequentemente redução dos custos de produção (LEAL et al., 2010).

2.6 Organização do Estudo

Inicialmente, o objetivo deste trabalho era trabalhar com adição de farelo de aveia em função de seu alto teor de fibras. Foi realizado um teste inicial neste sentido. No entanto, para se obter um teor adequado de fibras nos hambúrgueres foi necessário adicionar um elevado teor de farelo de aveia, que levou à obtenção de resultados bastante negativos na aceitação sensorial dos hambúrgueres. Em função disso, a proposta foi alterada para a inclusão da fibra de trigo, sendo que foram desenvolvidos hambúrgueres bovinos com diferentes níveis de adição de fibra de trigo e redução do teor de gordura. Vale ressaltar que o teste preliminar com farelo de aveia foi publicado como trabalho completo em evento internacional, com o título “Technological parameters and sensory acceptance of beef burger with addition of oat bran and reduced fat”. Esse trabalho foi apresentado no 60th ICoMST (International Congresso of Meat Science and Technology) em Agosto de 2014 em Punta de Leste, Uruguai e ganhou o prêmio de 2º melhor pôster do evento.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar os efeitos de diferentes níveis de adição de fibra de trigo e de redução de gordura sobre características tecnológicas, de aceitação sensorial e de satisfação da fome (saciedade) em hambúrguer bovino.

3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar os efeitos de diferentes níveis de adição de fibra de trigo (Vitacel®) e redução de gordura sobre características físico-químicas e tecnológicas em hambúrguer bovino.
- Avaliar os efeitos de diferentes níveis de adição de fibra de trigo (Vitacel®) e redução de gordura sobre a aceitação sensorial em hambúrguer bovino.
- Avaliar os efeitos de diferentes níveis de adição de fibra de trigo (Vitacel®) e redução de gordura sobre a sensação de fome/saciedade após o consumo dos hambúrgueres bovinos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Hambúrguer de carne bovino com adição de farelo de aveia e redução do teor de gordura

4.1.1 Delineamento Experimental

Foram processadas três diferentes formulações de hambúrguer bovino, sendo que a formulação Controle apresentou 0 gramas de farelo de aveia/porção ou 0% de farelo de aveia (sem adição de farelo de aveia), a formulação 10% de Farelo apresentou 10,4 gramas de farelo de aveia/porção ou 10% de farelo de aveia e, a formulação 20% de Farelo apresentou 2,5 gramas de farelo de aveia/porção ou 20% de farelo de aveia (Fonte de Fibra) (Tabela 1):

1. **Controle:** com 20,83% de gordura bovina e sem adição de farelo de aveia.
2. **10% de Farelo:** 10,41% de gordura bovina e 10,41% de farelo de aveia.
3. **20% de Farelo:** sem adição de gordura bovina e 20,83% de farelo de aveia (equivalente a 3% de fibras).

Tabela 1 - Formulações de hambúrgueres de carne bovina formuladas com adição de farelo de aveia

	Controle	10% de Farelo	20% de Farelo
Ingredientes	%	%	%
Carne Bovina	76,17	76,17	76,17
Gordura Bovina	20,83	10,41	0
Farelo de Aveia	0	10,41	20,83
Mix (Condimento) p/ Hambúrguer	3,00	3,00	3,00
Total	100	100	100

4.1.2 Materiais e Processamento

As matérias-primas utilizadas foram patinho bovino, gordura bovina, farelo de aveia (Oat Bran, Quaker), água e condimento para hambúrguer (mix para hambúrguer, Doremax).

As formulações utilizadas nesses trabalhos foram elaboradas de acordo com a legislação (BRASIL, 2000).

A fibra de trigo foi hidratada em água em uma proporção de 6:1 (seis partes de água para uma parte de fibra).

As matérias-primas cárneas (patinho e gordura bovina) foram pesadas separadamente, assim como todos os ingredientes. A carne e a gordura foram moídas em moedor de carne em disco de 4 mm. Em seguida, a carne, gordura bovina e os demais ingredientes foram misturados até a obtenção de uma massa homogênea, com liga adequada. A massa resultante da etapa anterior foi separada em pedaços de aproximadamente 100g e posteriormente moldada, colocando papel entre as peças. O produto final foi armazenado congelado a -18°C até o momento da realização das análises.

4.1.3 Parâmetros Físico-Químicos

1. **Valores de pH:** as medidas de pH nas amostras experimentais foram realizadas utilizando pHmetro com eletrodo de perfuração diretamente nas amostras.

2. **Perda de peso na cocção (%):**

$$\% \text{ PPC} = \frac{\text{massa hambúrguer cru} - \text{massa hambúrguer frito}}{\text{massa hambúrguer cru}} \times 100$$

3. **Redução de Diâmetro (%):**

$$\% \text{ Encolhimento} = \frac{\text{diâmetro hambúrguer cru} - \text{diâmetro hambúrguer frito}}{\text{diâmetro hambúrguer cru}} \times 100$$

4. **Textura Instrumental (TPA):** foi utilizado o acessório Warner Bratzler (velocidade 3mm/s, distância 30mm, força 5g) em amostras de 2cm X 2cm em um texturômetro TAXTII.

5. **Determinação Instrumental da Cor:** as amostras de cada tratamento foram submetidas à avaliação de cor utilizando-se um colorímetro portátil (mod. MiniScan XE, marca HunterLab), através da escala L*, a*, b*, do sistema CIE Lab, com iluminante D65, ângulo de observação de 10° e abertura de célula com 30 mm.

4.1.4 Avaliação Sensorial

Foi aplicado o teste de aceitação utilizando escala hedônica de nove pontos, avaliando os atributos aroma, textura, suculência, sabor e qualidade global. Os provadores foram recrutados na Universidade em função de gostarem e serem consumidores habituais de hambúrguer. O delineamento utilizado foi blocos completos aleatorizados, onde todos os provadores avaliaram as três amostras do produto. Foi fornecido o termo de consentimento livre e esclarecido, que foi lido e assinado pelos provadores antes da realização das análises. As amostras

experimentais de hambúrgueres foram aquecidas em uma chapa a 180°C até atingirem a temperatura interna de 75°C, para realização de análise sensorial com 60 provadores. A apresentação das amostras foi monádica e sob a luz vermelha de forma a não ocorrer julgamento do provador em relação à aparência.

4.1.5 Análise Estatística

Os resultados foram submetidos à análise estatística ANOVA (análise de variância) com o SAS (Statistical Analysis Software) versão 9.1.3, seguida pelo teste de Tukey no nível de significância $p < 0,05$ e foram realizadas seguindo um modelo de delineamento completamente casualizado.

4.2 Hambúrguer bovino com adição de fibra de trigo e redução do teor de gordura

4.2.1 Matérias-primas

A matéria-prima de origem animal utilizada foi dianteiro bovino (peixinho) e gordura suína (toucinho sem couro). Os demais ingredientes foram: fibra de trigo Vitacel® WF200, água e condimento para hambúrguer (mix para hambúrguer, Doremex). As formulações utilizadas nestes trabalhos foram elaboradas para atender aos requisitos da “RDC Nº 54, DE 12 DE NOVEMBRO DE 2012 - Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar”, para Fibras Alimentares como atributo “Fonte” em condições de mínimo de 2,5g de fibra por porção e, como atributo “Alto Conteúdo” em condições de mínimo de 5g de fibra por porção (BRASIL, 2012).

4.2.2 Delineamento Experimental

Foram processadas cinco diferentes formulações de hambúrguer bovino, sendo que a formulação Controle apresentou 0 gramas de fibra de trigo/porção ou 0% de fibra de trigo (sem adição de fibra de trigo), a formulação 1,5% de Fibra apresentou 1,3 gramas de fibra de trigo/porção ou 1,6% de fibra de trigo ($\frac{1}{4}$ de fibra de trigo/porção), a formulação 3% de Fibra apresentou 2,5 gramas de fibra de trigo/porção ou 3,1% de fibra de trigo (Fonte de Fibra), a formulação 4,5% de Fibra apresentou 3,8 gramas de fibra de trigo/porção ou 4,7% de fibra de trigo ($\frac{3}{4}$ de fibra de trigo/porção) e, a formulação 6% de Fibra apresentou 5,0 gramas de fibra de trigo/porção ou 6,3% de fibra de trigo (Alto Conteúdo de Fibra) (Tabela 2). As porções são equivalente à 80 gramas, porém no presente estudo, foram utilizados hambúrgueres de 100 gramas sendo assim, os valores proporcionais:

1. **Controle:** Formulação comercial com 77,6% de carne bovina e 19,4% de gordura suína (toucinho), 0% de fibra de trigo, 0% de água e 3,0% de condimento para hambúrguer.
2. **1,5% de Fibra:** Hambúrguer com 68,9% de carne bovina e 17,2% de gordura suína (toucinho), 1,6% de fibra de trigo, 9,4% de água e 3,0% de condimento para hambúrguer.
3. **3% de Fibra:** Hambúrguer com 60,1% de carne bovina e 15,0% de gordura suína (toucinho), 3,1% de fibra de trigo, 18,8% de água e 3,0% de condimento para hambúrguer.
4. **4,5% de Fibra:** Hambúrguer com 51,4% de carne bovina e 12,8% de gordura suína (toucinho), 4,7% de fibra de trigo, 28,1 de água e 3,0% de condimento para hambúrguer.

5. **6% de Fibra:** Hambúrguer com 42,6% de carne bovina e 10,7% de gordura suína (toucinho), 6,3% de fibra de trigo, 37,5% de água e 3,0% de condimento para hambúrguer.

Na Figura 1 é possível visualizar amostras das cinco formulações processadas.

Figura 1 - Hambúrgueres elaborados com diferentes teores de fibra de trigo e água em substituição à carne e gordura: T1) Controle, T2) 1,5 de Fibra, T3) 3% de Fibra, T4) 4,5% de Fibra e T5) 6% de Fibra

Tabela 2 - Formulações dos hambúrgueres elaborados com diferentes teores de fibra de trigo e água em substituição à carne e gordura

	Controle	1,5% de Fibra	3% de Fibra	4,5% de Fibra	6% de Fibra
Ingredientes	%	%	%	%	%
Carne	77,6	68,9	60,1	51,4	42,6
Gordura	19,4	17,2	15,0	12,8	10,7
Condimento	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Fibra de trigo	0,0	1,6	3,1	4,7	6,3
Água	0,0	9,4	18,8	28,1	37,5
Total	100	100	100	100	100

4.2.3 Processamento

Os hambúrgueres de carne bovina foram produzidos na sala de preparo de amostras do laboratório de Análise Sensorial da FZEA/USP. A carne e a gordura foram trituradas em um moedor de carne (Modelo Picador 22, Marca Beccaro) com um disco de 3mm e pesadas separadamente assim como os demais ingredientes. Em seguida, todos os ingredientes foram misturados por 10 minutos até a obtenção de massa homogênea, com liga adequada. A massa resultante da etapa anterior foi separada em pedaços de 95 a 100 gramas e, posteriormente formatada em uma hamburgueira manual (Modelo HP 112, Marca Picelli), sendo cada unidade separada por folhas de papel vegetal. O produto final foi armazenado congelado a -18°C até o momento da realização das análises que ocorreu em no máximo uma semana após o processamento em cada uma das três repetições.

4.2.4 Caracterização Físico-Química e Centesimal

4.2.4.1 Composição Centesimal

A metodologia oficial da A.O.A.C (2007) foi utilizada para determinação de umidade (950.46), resíduo mineral ou cinzas (920.153). O teor de proteínas foi determinado pela metodologia oficial da A.O.A.C Ba 4f-00 (1998) e, o teor de lipídeo foi determinado pelo método de Bligh Dyer (1959). Foram realizadas em triplicata.

1. **Umidade:** As amostras foram descongeladas à temperatura de $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas. Após, foram trituradas com o exsudado em processador de alimentos (Modelo RI7620, Marca PHILIPS WALITA). As amostras foram pesadas em balanças analíticas (Modelo AX 200, Marca Shimadzu) em placas de Petri devidamente limpas, secas, identificadas e taradas para adição de

aproximadamente 5 gramas de amostra triturada e homogeneizada em triplicata. A carne foi espalhada no fundo das placas com o uso de uma espátula de metal, levadas em estufa a 105°C durante 24 horas, esfriadas em dessecador e pesadas. Após, foram voltadas à estufa a 105°C e pesadas em intervalos de 1 hora até atingirem peso constante pelo critério de variação menos que 0,1%.

2. **Cinzas:** O cadinhos de cerâmica foram lavados e calcinados em mufla (Modelo MA 385, Marca MARCONI) à 550°C por 24 horas. Em seguida, foram pesados em balança analítica (Modelo AX 200, Marca Shimadzu) e tarados para adição de aproximadamente 5 gramas de matéria orgânica seca em triplicata. Após aproximadamente 96 horas ou após as amostras tornarem-se brancas, os cadinhos foram retirados da mufla e esfriados no dessecador para posterior pesagem em balança analítica e cálculo da quantidade de minerais totais.

3. **Lípídeos:** A determinação de lipídeos foi realizada através do método de Bligh Dyer (1959) com adaptações, baseados na extração de gordura a partir de solventes orgânicos. De início, foram pesados aproximadamente 2,5 gramas de amostra seca triturada em Erlenmeyer em triplicata. Na capela, foi adicionado em cada Erlenmeyer 25ml de clorofórmio, 50ml de metanol e 20ml de água destilada, promovendo a formação de uma única fase. Os Erlenmeyer foram tampados e colocados em mesa giratória por 30 minutos. Foram adicionados mais 50ml de clorofórmio e 25ml de sulfato de sódio a 1,5%, novamente tampados e colocados em mesa giratória por mais 20 minutos e deixados descansando por um período de 24 horas ou até completa separação de fases. Após, recolhido aproximadamente 20ml da camada inferior com o auxílio de pipetas, colocados em tubo de ensaio e adicionados aproximadamente 1g de sulfato de sódio anidro e agitados durante 2 minutos em vortex (Modelo MA 162, Marca Marconi) para a remoção de traços de água. Filtrou-se rapidamente em papel filtro de 125mm de diâmetro nº1 (Marca WHATMAN) para Erlenmeyer de 125ml. Posteriormente, béckeres de 50ml foram previamente identificados, pesados e tarado em balança analítica e logo depois transferido 8ml do filtrado. Os béckeres foram colocados em estufa a 95°C e as amostras foram pesadas em intervalos de uma hora até atingirem peso constante pelo critério de variação menos que 0,1%.

4. **Proteínas:** Para a determinação do teor de proteínas foi empregado o método de quantificação do teor de nitrogênio presente nas amostras através do método oficial da A.O.A.C Ba 4f-00 (1998), utilizando-se o determinador de proteínas Leco (Modelo FP-528), calibrado com 150g de padrão EDTA (Leco). As amostras foram pesadas em placas de Petri e levadas para secagem em estufa em convecção forçada, a temperatura de 60°C durante 24 horas. A amostra de hambúrguer foi triturada com o exsudado em processador de alimentos (Modelo RI7620, Marca PHILIPS WALITA) para obtenção de uma massa homogênea. Após este procedimento, amostras de aproximadamente 150g foram pesadas em balança analítica e a quantidade de proteína determinada, foi multiplicada pelo fator 6,25.

4.2.4.2 Característica Físico-Química

1. **Valores de pH:** As medidas de pH nas amostras experimentais foram realizadas utilizando-se pHmetro (Modelo HI 99163, Marca HANNA) com eletrodo de perfuração diretamente nas amostras em três pontos diferentes de cada repetição. As amostras experimentais de hambúrguer foram descongeladas sob refrigeração (B.O.D) por 3 horas para a realização do teste.

2. **Perda de Peso na Cocção (PPC):** Para a análise de perda de peso na cocção (PPC) inicialmente, as amostras ainda congeladas foram pesadas em balança semi-analítica (Modelo AS 5500C, MARCONI) em triplicata e logo após foram aquecidas em uma chapa a 180°C até atingirem a temperatura interna de 75°C no centro geométrico (aproximadamente 2 minutos de cada lado – totalizando 8 minutos). As amostras foram retiradas da chapa e deixadas à temperatura ambiente por cerca de 30 minutos até atingirem uma temperatura próxima a 30°C antes de serem pesadas novamente. A PPC foi determinada pela diferença de peso antes e após a cocção, através da equação:

$$\% \text{ PPC} = \frac{\text{massa hambúrguer cru} - \text{massa hambúrguer frito}}{\text{massa hambúrguer cru}} \times 100$$

3. Redução de Diâmetro: Para a análise de redução do diâmetro ou encolhimento, inicialmente foram determinados os diâmetros de três amostras em três regiões diferentes. Em seguida estas amostras foram aquecidas em uma chapa a 180°C até atingirem a temperatura interna de 75°C no centro geométrico (aproximadamente 2 minutos de cada lado – totalizando 8 minutos). As amostras foram retiradas da chapa e deixadas à temperatura ambiente por cerca de 30 minutos até atingirem uma temperatura próxima a 30°C, antes de novamente serem medidos os diâmetros das amostras. O encolhimento foi determinado pela diferença do diâmetro médio antes e após a cocção, através da equação:

$$\% \text{ Encolhimento} = \frac{\text{diâmetro hambúrguer cru} - \text{diâmetro hambúrguer frito}}{\text{diâmetro hambúrguer cru}} \times 100$$

4. Perfil de Textura Instrumental (TPA): A análise de perfil de textura instrumental (TPA) foi realizada em texturômetro (TAX.T2i, Stable Micro Systems) à 25°C calibrado com peso padrão de 5g. A metodologia utilizada foi Perfil de Textura, compressão axial com uma sonda cilíndrica de 20 mm de diâmetro, movendo-se a velocidade constante de 2 mm/s, até uma deformação de 50% (BOURNE, 1982).. Foram avaliados os parâmetros de dureza, elasticidade, coesividade e mastigabilidade. As amostras experimentais de hambúrguer foram aquecidas em uma chapa a 180°C até atingirem a temperatura interna de 75°C no centro geométrico (aproximadamente 2 minutos de cada lado - totalizando 8 minutos) e cortadas em pedaços de 2cm X 2cm para a realização do teste.

5. Determinação Instrumental da Cor: As amostras de cada tratamento foram submetidas à avaliação de cor utilizando-se um colorímetro portátil (modelo MiniScan XE, marca HunterLab), através da escala L* (teor de luminosidade), a* (teor de vermelho), b* (teor de amarelo), do sistema CIE Lab, com iluminante D₆₅, ângulo de observação de 10° e abertura de célula com 30 mm. Foram tomadas seis medidas em pontos distintos de cada amostra em cada repetição, após 30 minutos de exposição da superfície das amostras ao ar atmosférico.

4.2.5 Análise Sensorial

Foi aplicado o teste de aceitação utilizando escala hedônica de nove pontos (ficha utilizada no Apêndice B), avaliando os atributos aroma, sabor, aparência e qualidade global. Na mesma ficha havia um espaço no qual os participantes poderiam fazer comentários em relação aos atributos avaliados.

Os provadores foram recrutados na FZEA/USP, Campus de Pirassununga, dentre alunos, professores e funcionários, no próprio dia da análise, quando foi fornecido o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que foi devidamente lido e assinado por eles antes da realização das análises.

O projeto foi anteriormente avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética da FZEA/USP (Anexo 1). As amostras foram identificadas com algarismos de três dígitos e servidas monadicamente para cada provador em blocos completos aleatorizados.

As amostras experimentais de hambúrgueres foram aquecidas em uma chapa (Modelo GR5E 20665-6, Marca Croydon) a 180°C até atingirem a temperatura interna de 75°C no centro geométrico (virando a cada 2 minutos – totalizando 8 minutos), para realização de análise sensorial com 103 consumidores regulares de hambúrguer. Durante o teste, as amostras foram mantidas em estufa a aproximadamente 60°C até o momento das análises. As análises foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial em cabines individuais utilizando luz vermelha (Figura 2).

A-) Hambúrgueres em chapa à 180°C

B-) Hambúrgueres em estufa à 60°C

C-) Cabines individuais

D-) Equipe devidamente paramentada

Figura 2 - Procedimento para Análise Sensorial

4.2.6 Análise de Saciedade

No presente estudo, utilizou-se a Escala Visual Analógica (EVA) possibilitando ao avaliador transmitir através de anotações o quanto estaria sentindo de fome antes e em períodos de tempos pré-determinados após o consumo das amostras.

Inicialmente, para a equipe recrutada, foram transmitidos os princípios e fundamentos da análise, o local, dia e horário de aplicação, o que possibilitou a seleção de provadores realmente interessados em desenvolver a análise e na qualidade do produto.

Trinta e quatro consumidores de hambúrguer puderam provar as três diferentes formulações em três dias diferentes, sendo um produto diferente por dia, ou seja, as amostras foram servidas em blocos completos aleatorizados. Os hambúrgueres foram aquecidos em uma chapa a 180°C até atingirem a temperatura interna de 75°C no centro geométrico (aproximadamente 2 minutos de cada lado – totalizando 8 minutos) e servidos na forma de lanche em um pão de hambúrguer de 80 gramas (Figura 3), acompanhado de suco de laranja zero calorias ou água. Os lanches foram servidos em pratos descartáveis, devidamente codificados, para que os consumidores não identificassem qual dos hambúrgueres estaria provando em cada dia.

O teste de saciedade foi realizado somente com três amostras (as amostras extremas – Controle e Alto Conteúdo de Fibra e a amostra intermediária - Fonte de Fibra), com o objetivo de menor tempo de teste e consequentemente menor exaustão dos provadores.

Hambúrgueres em chapa à 180°C

Hambúrgueres na forma de lanche

Figura 3 - Preparação das amostras para a análise de saciedade

As análises foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial na FZEA/USP, Campus de Pirassununga, em cabines individuais utilizando luz branca. A cada dia, durante três dias consecutivos, cada provador recebeu uma folha explicativa com cinco Escalas Visuais Analógicas (EVAs) (Apêndice D), que foram preenchidas antes do consumo do hambúrguer (antes), imediatamente após o consumo ($t=0$) e, em intervalos de uma hora, durante três horas de teste ($t=1$, $t=2$ e $t=3$). As folhas explicativas continham informações sobre como as escalas deveriam ser preenchidas e os tempos em que o teste deveria ser realizado. Foi informado ao consumidor que ele não poderia ingerir quaisquer outros alimentos durante o período de três horas do teste, estando liberado apenas o consumo de água.

Os testes aconteceram nos dias 12/11/2014 (quarta-feira), 13/11/2014 (quinta-feira) e 14/11/2014 (sexta-feira) no período da manhã em três horários (8:15 horas, 8:45 horas e 9:15 horas). Os provadores escolheram um desses horários e assim escolhido os testes aconteceram necessariamente nos dias consecutivos sempre no mesmo horário. De forma a tornar o teste mais organizado, os grupos de provadores foram divididos por igual entre os horários. Não foi exigido que o provador não consumisse o café da manhã, levando em consideração a rotina diária de cada um.

Ao fim dos dias de teste, as fichas foram recolhidas e cada EVA foi analisada. A distância da extremidade esquerda da EVA até a marca assinalada pelos consumidores foi medida com auxílio de uma régua e valor obtido em cada uma das escalas para a sensação de fome/saciedade variou de 0 a 10.

O estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da FZEA/USP (Anexo 1) e um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice C) foi assinado por todos os consumidores antes do início do teste.

4.2.7 Análise Estatística dos Resultados

Os resultados foram submetidos à análise estatística ANOVA (análise de variância), utilizando-se o programa estatístico SAS (Statistic Analysis System),

versão 9.1.3, seguida pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, para comparação das médias.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Hambúrguer de carne bovino adição de farelo de aveia e redução do teor de gordura

Os resultados das análises físico-químicas (pH, redução de diâmetro, perdas após cocção, cor L*, a* e b* e textura) das três amostras de hambúrgueres de carne bovina formuladas com diferentes níveis de adição de farelo de aveia estão apresentados na Tabela 3.

Diferenças ($p < 0,05$) foram detectadas para os parâmetros pH, redução de diâmetro, cor L*, a* e b* e textura. Os parâmetros redução de diâmetro e cor a* para o tratamento 0% de Farelo obtiveram valores mais elevados e o tratamento 10% de Farelo os valores mais baixos. Para os parâmetros pH e cor L*, o tratamento 10% de Farelo apresentou valores mais elevados e o tratamento 20% de Farelo os valores mais baixos. Finalmente, o tratamento 20% de Farelo, para os parâmetros cor b* e textura, apresentou valores mais elevados e o tratamento 0% de Fibra, o valor mais baixo para textura apenas.

Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) para o parâmetro perdas no cozimento, provavelmente devido à capacidade da fibra de aveia total (varia entre 7,1 e 12,1% β -glucana) criar uma matriz tridimensional, sustentando não somente a água, mas também a gordura adicionada às formulações, evitando perdas de gordura e água durante o cozimento (PIÑERO et.al, 2005) .

A comparação dos atributos avaliados no teste de aceitação sensorial está descrito na Tabela 4.

Tabela 3 - Parâmetros físico-químicos de hambúrgueres de carne bovina formuladas com adição de farelo de aveia

	0% de Farelo	10% de Farelo ¹	20% de Farelo ²
Valores de pH	5,96 ± 0,01 ^a	6,02 ± 0,01 ^b	5,93 ± 0,00 ^c
Perdas no Cozimento (%)	0,10 ± 0,00 ^a	0,08 ± 0,01 ^a	0,08 ± 0,00 ^a
Redução de Diâmetro (%)	0,14 ± 0,01 ^a	0,08 ± 0,01 ^b	0,07 ± 0,01 ^b
L*	54,07 ± 1,06 ^a	54,45 ± 0,76 ^a	51,00 ± 0,50 ^b
a*	14,55 ± 0,37 ^a	13,77 ± 0,38 ^b	13,30 ± 0,13 ^b
b*	19,44 ± 0,63 ^a	20,36 ± 0,96 ^a	22,55 ± 0,33 ^b
Textura (kgf)	6,62 ± 0,33 ^a	9,66 ± 0,81 ^b	19,02 ± 1,11 ^c

Valores são referentes à média ± erro padrão dos resultados (n=3).

^{a,b,c} Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas entre as amostras (p≤0,05).

(L*) Luminosidade, (a*) intensidade da cor vermelha e (b*) intensidade da cor amarela.

¹10% de Farelo: hambúrguer com no mínimo 25% da redução de gordura bovina total.

²20% de Farelo: hambúrguer sem adição de gordura bovina.

Tabela 4 - Comparação dos atributos avaliados na avaliação sensorial de aceitação de hambúrgueres de carne bovina formuladas com adição de farelo de aveia

	0% de Farelo	10% de Farelo	20% de Farelo
Aroma	7,10 ± 0,19 ^a	6,63 ± 0,18 ^a	5,98 ± 0,23 ^b
Textura	7,15 ± 0,20 ^a	5,93 ± 0,19 ^b	4,33 ± 0,24 ^c
Suculência	7,35 ± 0,17 ^a	5,30 ± 0,20 ^b	3,88 ± 0,23 ^c
Sabor	7,67 ± 0,16 ^a	6,47 ± 0,19 ^b	4,73 ± 0,26 ^c
Qualidade Geral	7,58 ± 0,14 ^a	6,08 ± 0,18 ^b	4,47 ± 0,24 ^c

Valores são referentes à média ± erro padrão dos resultados (n=64).

^{a,b,c} Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas entre as amostras (p≤0,05).

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre todas as amostras para os atributos textura, suculência, sabor e aceitabilidade geral, sendo que a amostra com 0% de Farelo foi mais bem aceita ($p < 0,05$) do que a amostra com 50% de substituição da gordura por farelo de aveia (10% de Farelo), que por sua vez foi mais bem aceita do que a amostra com 100% de substituição da gordura por farelo de aveia (20% de Farelo). Ou seja, quando maior o nível de redução de gordura e inclusão de farelo de aveia, menor foi a aceitação sensorial dos hambúrgueres. Para o atributo aroma, a amostra 0% de Farelo não diferiu ($p > 0,05$) da amostra 10% de Farelo, mas ambas foram mais bem aceitas do que a amostra 20% de Farelo.

Os provadores atribuíram às amostras 0% de Farelo e 10% de Farelo os maiores valores entre 5,93 e 7,67: “nem gostei/nem desgostei”, e “gostei regularmente”, observando que na amostra 0% de Farelo o atributo aroma obteve menor valor de 7,10 e o atributo sabor obteve maior valor de 7,67. Já na amostra 10% de Farelo o atributo suculência obteve menor valor de 5,30 e o atributo aroma obteve maior valor de 6,63. Finalmente, a amostra 20% de Farelo obteve os menores valores atribuídos pelos provadores entre 3,88 e 5,98: “desgostei moderadamente” e “nem gostei/nem desgostei”, onde o atributo suculência obteve menor valor de 3,88 e o atributo aroma obteve maior valor de 5,98.

Para o atributo textura, houve diferença ($p < 0,05$) entre todas as amostras, porém a amostra com 20% de Farelo foi a menos aceita sensorialmente. Como analisado, essa redução da aceitação da textura deve ser devido ao alto teor de farelo de aveia e redução no teor de gordura. Esse atributo justifica a baixa aceitação sensorial em relação aos atributos suculência, sabor e qualidade global, sendo também, a amostra com 20% de Farelo a menos aceita sensorialmente.

Segundo Piñero et al. (2005), que avaliaram diferentes formulações de hambúrgueres com diferentes níveis de fibra solúvel de aveia (9,58, 13,45 e 17,35%) como substituto de gordura, não houve diferença entre os atributos cor, aparência, suculência e suavidade das formulações de 9,58% e de 13,45%. Com base nessas características sensoriais, a formulação de 13,45% resultou na mais adequada para a elaboração desse tipo de hambúrguer com baixo teor de gordura. Porém esse resultado não corrobora com os obtidos no presente estudo, uma vez que o aumento no nível de fibra e redução do teor de gordura foi sensorialmente desfavorável.

Piñero et al. (2008), avaliaram o efeito da adição de fibra de aveia fonte de b-glucana (13,45%) sobre as características sensoriais de carne de frango

empanada com baixo teor de gordura (<10%) em comparação com a carne empanada contendo 20% de gordura (controle). As carnes empanadas com baixo teor de gordura apresentaram diferenças significativas nos atributos gosto e suculência quando comparados ao controle e não apresentaram diferenças significativas nos atributos aparência, textura e cor, isso quer dizer que, foram julgadas mais saborosas do que o controle, que pode ser devido à elevação da retenção da umidade do produto ao longo do processo de cozimento. Estes resultados não corroboraram com os obtidos no presente estudo, uma vez que o aumento no nível de fibra e redução do teor de gordura foi sensorialmente desfavorável.

5.2 Hambúrguer bovino com adição de fibra de trigo e redução do teor de gordura

5.2.1 Composição Centesimal

Os resultados das análises de composição centesimal (teores de proteínas, lipídeos, cinzas e umidade) das cinco amostras de hambúrgueres de carne bovina formuladas com diferentes níveis de adição de fibra de estão apresentados na Tabela 6.

Os resultados para os teores de proteínas para todas as amostras variaram entre 9,88% e 18,23%. Segundo o que estabelece a Instrução Normativa (MAPA nº 20/2000) referente ao Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer, que exige valores mínimos de 15% de proteínas, somente as amostras Controle (18,23%) e 1,5% de Fibra (15,55%) estão dentro do que estabelece à normativa. A amostra 3% de Fibra apresentou teor de proteínas próximo ao estabelecido pela legislação brasileira (14,07%). Já as amostras 4,5% de Fibra e 6% de Fibra apresentaram valores bem inferiores de proteínas (11,58 e 9,88%, respectivamente). De uma maneira geral, quanto maior foi o nível de adição de fibra

de trigo hidratada em substituição à massa cárnea (carne mais gordura animal), menor foi o teor de proteínas dos hambúrgueres. Siqueira (2001), avaliando hambúrguer bovino com baixo teor de gordura adicionado de proteína de soja e amido modificado, encontrou teores de proteínas entre 17,8 a 19,5%, teores mais elevados aos encontrados neste trabalho.

Tabela 5 - Resultados da composição centesimal dos hambúrgueres elaboradas com diferentes teores de fibra e água em substituição à carne e gordura

	Controle	1,5% de Fibra	3% de Fibra	4,5% de Fibra	6% de Fibra
Proteína (%)	18,23 ± 0,53 ^a	15,55 ± 0,55 ^b	14,07 ± 0,45 ^{bc}	11,58 ± 0,21 ^{cd}	9,88 ± 0,50 ^d
Lipídios (%)	17,47 ± 0,40 ^a	14,04 ± 1,29 ^{ab}	12,79 ± 0,75 ^{abc}	9,52 ± 0,90 ^{bc}	8,42 ± 0,45 ^c
Umidade (%)	61,63 ± 0,37 ^a	65,55 ± 1,29 ^{ab}	66,66 ± 0,56 ^{bc}	69,74 ± 0,91 ^{bc}	71,24 ± 0,80 ^c
Cinzas (%)	2,73 ± 0,02 ^a	2,48 ± 0,13 ^a	2,54 ± 0,03 ^a	2,49 ± 0,03 ^a	2,46 ± 0,03 ^a

Valores são referentes à média ± erro padrão dos resultados (n=3).

^{a,b,c,d} Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas entre as amostras (p=0,05).

Os resultados para os teores de lipídeos ficaram entre 8,42% e 17,47% estando de acordo com a legislação brasileira (MAPA nº 20/2000), que exige valores máximos de 23% de lipídeos em hambúrgueres. Semelhantemente aos teores de proteínas, a amostra Controle apresentou o maior teor de lipídeos (17,47%), diferindo (p<0,05) das amostras 4,5% de Fibra e 6% de Fibra (9,42 e 8,42%, respectivamente). Isso quer dizer que, quanto maior a adição de fibra de trigo menor o teor de lipídeo. No entanto, o teor de lipídeos da amostra Controle não diferiu (p>0,05) das amostras 1,5% de Fibra e 3% de Fibra (14,04 e 12,79% de lipídeos, respectivamente). De acordo com Bernadino Filho et al. (2012) os níveis de gordura no hambúrguer bovino adicionado de inulina foram de 5,07% (sem inulina e sem gordura), 2,41% (50% de inulina e 50% de gordura) e 1,54% (100% de inulina e sem gordura), níveis relativamente inferiores aos resultados encontrados no presente estudo.

O teor lipídico apresentou uma redução de 19,63% na amostra 1,5% de Fibra quando comparada à amostra Controle. Esta redução foi de 26,79% na amostra 3% de Fibra, 45,51% na amostra 4,5% de Fibra e, 51,80% na amostra 6% de Fibra.

Portanto, as amostras 3% de Fibra, 4,5% de Fibra e 6% de Fibra podem ser considerados “Light” por apresentarem uma redução de, no mínimo, 25% no conteúdo lipídico em relação à amostra Controle, como estabelecido na Resolução RDC nº 54/2012 para uso da Informação Nutricional Complementar (INC) em alimentos. Essa drástica redução lipídica permite a obtenção de um produto de menor teor calórico e, portanto, mais saudável.

Os teores de umidade variaram entre 61,63% e 71,24% e não houve diferença ($p>0,05$) entre a amostra Controle e a amostra 1,5% de Fibra, mas em contrapartida, houve diferença ($p<0,05$) entre a amostra Controle e as amostras 3% de Fibra, 4,5% de Fibra e 6% de Fibra. Conforme observado na Tabela 4, houve um aumento no teor de umidade dos hambúrgueres conforme aumentou a quantidade de fibra de trigo hidratada adicionada. Júnior et al. (2009), estudando hambúrguer ovino adicionado de farinha de aveia, encontraram valores de umidade entre 66,57% a 73,64%, próximos aos obtidos no presente estudo.

A quantidade de cinzas encontrada nos hambúrgueres ficou na faixa entre 2,46 e 2,73% e não houve diferença ($p>0,05$) entre as amostras. Estes resultados são superiores ao encontrado por Seabra et al. (2002) em hambúrguer de carne ovina adicionados de fécula de mandioca e farinha de aveia, com 1,06% e 1,10% de cinzas. Provavelmente estes resultados mais elevados de cinzas se devem ao teor de NaCl presente no condimento pronto para hambúrguer, que foi adicionado em uma concentração constante de 3% em todas as formulações.

5.2.2 Características Físico-Químicas

A adição de fibra de trigo hidratada em hambúrguer de carne bovina com redução do teor de carne/gordura não causou diferenças ($p>0,05$) nos resultados de pH (Tabela 6), que ficaram na faixa de 5,86 a 5,92. Filho et al. (2012) também não encontraram diferenças nos valores de pH em hambúrgueres bovino adicionados ou não de inulina, ficando próximos a 6,13.

Tabela 6 - Resultados das análises físico-químicas dos hambúrgueres elaboradas com diferentes teores de fibra e água em substituição à carne e gordura

	Controle	1,5% de Fibra	3% de Fibra	4,5% de Fibra	6% de Fibra
pH	5,86 ± 0,02 ^a	5,90 ± 0,04 ^a	5,91 ± 0,05 ^a	5,92 ± 0,04 ^a	5,92 ± 0,04 ^a
Perdas Após Cocção (%)	31,30 ± 1,98 ^a	29,03 ± 1,80 ^a	26,95 ± 1,26 ^a	27,50 ± 0,76 ^a	29,75 ± 0,64 ^a
Redução de Diâmetro (%)	25,57 ± 1,16 ^a	22,33 ± 1,97 ^{ab}	20,57 ± 1,50 ^{ab}	19,09 ± 0,50 ^{ab}	16,85 ± 0,42 ^b
Dureza (g)	6095 ± 259,64 ^a	4775 ± 363,46 ^{ab}	4600 ± 129,38 ^b	4319 ± 171,29 ^b	3471 ± 198,28 ^b
Elasticidade (mm)	0,83 ± 0,01 ^a	0,78 ± 0,01 ^{ab}	0,77 ± 0,02 ^{ab}	0,74 ± 0,02 ^b	0,72 ± 0,00 ^b
Mastigabilidade (g.mm)	3281 ± 185,59 ^a	2294 ± 199,19 ^b	2196 ± 124,54 ^b	1954 ± 205,52 ^b	1446 ± 97,52 ^b
Coesividade	0,64 ± 0,00 ^a	0,61 ± 0,00 ^a	0,61 ± 0,01 ^a	0,60 ± 0,02 ^a	0,58 ± 0,01 ^a
Cor L*	47,13 ± 0,36 ^a	51,51 ± 1,22 ^b	51,93 ± 0,16 ^b	54,95 ± 0,39 ^{bc}	58,06 ± 0,97 ^c
Cor a*	13,31 ± 0,61 ^a	12,75 ± 0,37 ^a	12,54 ± 0,66 ^a	11,38 ± 0,70 ^a	11,40 ± 1,50 ^a
Cor b*	15,88 ± 0,65 ^a	17,32 ± 0,82 ^a	17,99 ± 1,02 ^a	18,16 ± 1,21 ^a	19,01 ± 1,11 ^a

Valores são referentes à média ± erro padrão dos resultados (n=3).

^{a,b} Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas entre as amostras (p=0,05).

(L*) Luminosidade, (a*) intensidade da cor vermelha e (b*) intensidade da cor amarela.

As perdas de peso após cocção ficaram na faixa de 26,95 e 31,30% e não diferiram (p>0,05) entre as amostras (Tabela 6). Esses resultados são muito positivos uma vez que, mesmo perante a substituição de carne/gordura por fibra de trigo hidratada e alta temperatura utilizada durante o preparo do hambúrguer, as amostras se mantiveram na mesma faixa de peso. Francisco et al. (2013) relataram que a adição de 0,5 ou 1,0% de fibra de trigo ou colágeno bovino em linguiça de frango também não afetou significativamente as perdas após cocção entre as amostras.

Os resultados das análises de redução de diâmetro após cocção estão apresentados na Tabela 6. O maior (p<0,05) valor de redução de diâmetro foi encontrado na amostra Controle (25,57%) em comparação à amostra com 6% de Fibra (16,58%). De uma maneira geral, quanto maior a redução de carne/gordura e maior a adição de fibra de trigo e água, menor foi a redução do diâmetro do hambúrguer. Como consequência, pode-se afirmar que, a fibra de trigo reduz o encolhimento após cocção, o que é uma característica bastante desejável nesta classe de produto cárneo. Marques (2007) analisou 7 formulações de hambúrgueres

bovinos adicionados de farinha de aveia nas proporções de 0, 6,88, 12,25, 12,25, 12,25, 18,75 e 25% como substituto de gordura e apresentou valores inferiores de redução de diâmetro aos apresentados no presente estudo, na faixa de 7,22 e 13,38%.

Na análise do perfil de textura instrumental (TPA), os valores de dureza ficaram na faixa de 3471 e 6095g (Tabela 3). A amostra Controle não diferiu ($p>0,05$) da amostra 1,5% de Fibra, no entanto, a amostra Controle apresentou maior ($p<0,05$) valor de dureza do que as amostras 3% de Fibra, 4,5% de Fibra e 6% de Fibra. Verificou-se que quanto maior foi a adição de fibra de trigo menor foi a dureza dos hambúrgueres. Esta redução da dureza influenciou negativamente na aceitação sensorial da textura dos hambúrgueres (Tabela 4), pois as notas atribuídas pelos consumidores foram, em geral, menores quanto maior o teor de fibra hidratada adicionado. Para o parâmetro elasticidade do TPA, os valores ficaram em torno de 0,77mm. A amostra Controle não diferiu ($p>0,05$) da amostra 1,5% de Fibra e 3% de Fibra, no entanto, a amostra Controle diferiu ($p<0,05$) das amostras, 4,5% de Fibra e 6% de Fibra, sendo que essas apresentaram valores inferiores de elasticidade. Para o parâmetro mastigabilidade, os valores ficaram em torno de 1446,40 e 3281,40g.mm. A amostra Controle apresentou valor superior ($p<0,05$) ao das demais amostras. Portanto, quanto maior a quantidade de carne/gordura e menor a quantidade de fibra de trigo, maior a energia requerida para mastigar o alimento. A coesividade apresentou resultados em torno de 0,61 e não diferiu ($p>0,05$) entre todas as amostras avaliadas. Garcia et al. (2002) obtiveram produtos com maior dureza e menor elasticidade com o acréscimo de 3% de fibra de trigo em salsichas com baixo teor de gordura. Já Cardoso et al. (2008), em formulações de mortadela com fibra de trigo, obtiveram produtos mais duros, provavelmente devido ao elevado conteúdo de fibra de trigo (7,5%) na sua composição.

Na análise de cor objetiva, em relação aos atributos a^* e b^* , não foram verificadas diferenças ($p>0,05$) entre as amostras. Esse resultado é muito positivo, pois mesmo com a substituição em níveis elevados de carne e gordura por fibra de trigo, esses parâmetros não foram afetados significativamente. No atributo L^* as amostras 1,5% de Fibra, 3% de Fibra e 4,5% de Fibra não diferiram ($p>0,05$) apresentando valores na faixa de 47,13 e 58,06%. Ainda, a amostra 6% de Fibra diferiu ($p<0,05$) das amostras 1,5% de Fibra e 3% de Fibra, entretanto não diferiu ($p>0,05$) da amostra 4,5% de Fibra. Como observado, no atributo L^* , todas as

amostras diferiram ($p < 0,05$) da amostra Controle e, quanto maior foi à adição de fibra de trigo em substituição a carne/gordura maior foi o valor de L^* , portanto mais claro o hambúrguer. De maneira similar aos resultados obtidos no presente estudo, o acréscimo de 1,0% de fibra de colágeno bovino acarretou valores superiores de luminosidade (L^*), resultando em linguiças de frango mais claras, melhorando a aceitação final do consumidor (FRANCISCO et al., 2013).

Figura 4 - Características avaliadas na redução de diâmetro de hambúrgueres elaborados com ou sem fibra de trigo

5.2.3 Aceitação Sensorial

Os resultados do teste de aceitação sensorial das cinco amostras de hambúrgueres formuladas com adição de fibra de trigo e redução do teor de carne/gordura estão descritos na Tabela 7.

Para o atributo aroma, não houve diferença ($p > 0,05$) entre as amostras, que receberam notas próximas a 6,8.

Para o atributo sabor, não houve diferença ($p > 0,05$) entre a amostra Controle em relação às demais amostras. Este resultado era esperado, pois a fibra de trigo

WF200 Vitacel® aroma e sabor neutro, o que não influenciou negativamente na aceitação das amostras.

Para o atributo textura, não houve diferença ($p>0,05$) entre a amostra Controle em relação às amostras 1,5% de Fibra, 3% de Fibra e 4,5% de Fibra, porém todas as amostras foram mais bem aceitas ($p<0,05$) do que a amostra com 6% de Fibra. Como citado anteriormente, essa redução da aceitação da textura deve ser devida à grande redução da dureza dessa amostra, causada pelo elevado teor de fibra hidratada e grande redução de carne.

Tabela 7 - Resultados da avaliação sensorial de aceitação dos hambúrgueres elaboradas com diferentes teores de fibra e água em substituição à carne e gordura

Atributo	Controle	1,5% de Fibra	3% de Fibra	4,5% de Fibra	6% de Fibra
Aroma	6,79 ± 0,15 ^a	6,68 ± 0,16 ^a	6,68 ± 0,13 ^a	6,81 ± 0,14 ^a	6,61 ± 0,15 ^a
Textura	6,87 ± 0,16 ^{ab}	7,19 ± 0,12 ^a	7,06 ± 0,15 ^{ab}	6,64 ± 0,14 ^b	5,82 ± 0,17 ^c
Suculência	6,84 ± 0,17 ^a	7,26 ± 0,13 ^a	7,24 ± 0,13 ^a	6,91 ± 0,14 ^a	6,23 ± 0,18 ^b
Sabor	7,23 ± 0,14 ^{ab}	7,63 ± 0,12 ^a	7,54 ± 0,12 ^a	7,44 ± 0,12 ^a	6,91 ± 0,15 ^b
Qualidade Global	7,14 ± 0,14 ^a	7,34 ± 0,11 ^a	7,30 ± 0,12 ^a	7,09 ± 0,11 ^a	6,47 ± 0,15 ^a

Valores são referentes à média ± erro padrão dos resultados (n=103).

^{a,b} Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas entre as amostras ($p=0,05$).

Para o atributo suculência, não houve diferença ($p>0,05$) entre a amostra Controle em relação às amostras 1,5% de Fibra, 3% de Fibra e 4,5% de Fibra, porém a amostra com 6% de Fibra foi menos aceita ($p<0,05$) que as demais. Essa redução na aceitação do atributo suculência é difícil de explicar, uma vez que não foi verificada diferença das perdas após cocção (Tabela 3) entre todas as amostras avaliadas.

Para o atributo qualidade global, os consumidores não atribuíram diferenças ($p>0,05$) entre as amostras. Esse resultado é muito positivo, pois demonstrou que a substituição de diferentes níveis de gordura e carne por fibra de trigo hidratada não prejudicou a aceitação sensorial dos hambúrgueres como um todo.

Sánchez-Alonso; Haji-Maleki; Borderias (2007) aplicaram a fibra de trigo Vitacel® com adição de 3% e 6% em produtos reestruturados de pescada (*Merluccius merluccius*) e de chicharro (*Trachurus trachurus*) e alcançaram resultados sensoriais positivos na concentração de 3%. Na amostra de chicharro acrescido de 3% de fibra, boas notas pelos julgadores foram observadas (6,0-7,0) e, nas amostras sem adição de fibra (controle) notas inferiores (6,5-6,6). A amostra acrescida de 6% de fibra obteve as notas mais baixas (2,5-4,0).

5.2.4 Teste de Saciedade

Os resultados obtidos do teste de saciedade estão descritos na Tabela 8.

Tabela 8 - Resultados do teste de saciedade/sensação de fome antes e após o consumo dos hambúrgueres elaborados com diferentes teores de fibra e água em substituição à carne e gordura

	Antes	T0	T1	T2	T3
Controle	4,15 ± 0,50 ^{aA}	0,60 ± 0,11 ^{bA}	0,50 ± 0,15 ^{bA}	1,37 ± 0,29 ^{bA}	3,34 ± 0,48 ^{aA}
3% de Fibra	3,66 ± 0,51 ^{aA}	0,37 ± 0,15 ^{bA}	0,66 ± 0,13 ^{bA}	1,43 ± 0,30 ^{bA}	3,27 ± 0,43 ^{aA}
6% de Fibra	4,00 ± 0,57 ^{aA}	0,40 ± 0,10 ^{cA}	0,56 ± 0,16 ^{bCA}	1,49 ± 0,33 ^{bCA}	3,07 ± 0,48 ^{aA}

Valores são referentes à média ± erro padrão dos resultados (n=34).

^A Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas entre as amostras (p=0,05)

^{a,b} Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas entre os tempos (p=0,05).

Na comparação entre os três tratamentos (Controle, 3% de Fibra e 6% de Fibra) não foram verificadas diferenças (p>0,05) em todos os intervalos de tempo (Antes, T0, T1, T2 e T3) avaliados. Quer dizer, a sensação de saciedade causada pelo consumo dos lanches recheados com os diferentes hambúrgueres, não diferiu.

Da mesma maneira, a sensação de fome/saciedade experimentada pelos consumidores ao longo do tempo, antes e depois do consumo dos hambúrgueres

(Antes, T0, T1, T2 e T3), apresentou comportamento bastante semelhante para os três tratamentos avaliados (Controle, 3% de Fibra e 6% de Fibra). Para os três hambúrgueres verificou-se um comportamento similar de redução ($p < 0,05$) drástica da sensação de fome (aumento da saciedade) logo após o consumo, seguido de um aumento gradativo da sensação de fome ao longo de três horas após a ingestão dos hambúrgueres. Ao final do período avaliado a sensação de fome/saciedade voltou a um patamar similar ($p > 0,05$) ao inicial. Esse fato vem contribuir para demonstrar a eficácia do teste de saciedade aplicado nesse presente estudo, pois naturalmente após uma alimentação a fome vai retornando com o passar do tempo.

Howarth et al. (2001) sugeriram que a ingestão elevada de fibra total poderia auxiliar na redução do consumo de energia, reduzindo a fome e/ou aumentando a saciedade. Porém, quando se comparou os diferentes tratamentos em cada intervalo de tempo, não foram verificadas diferenças ($p > 0,05$) na sensação de fome/saciedade causada pelos diferentes hambúrgueres em todos os intervalos avaliados. Quer dizer, a ingestão dos hambúrgueres adicionados de fibra de trigo não contribuiu para aumentar a sensação de saciedade dos consumidores em comparação à ingestão do hambúrguer sem fibra. No entanto, apesar da inclusão da fibra de trigo nos diferentes níveis não ter causado aumento da saciedade em comparação ao hambúrguer sem adição de fibra, pode-se considerar que os resultados obtidos são positivos, uma vez que a fibra hidratada (seis vezes seu peso em água) entrou nas formulações substituindo parcialmente carne e gordura das formulações. Como observado na Tabela 6, o tratamento Controle, quando comparado ao 3% de Fibra, sofreu uma redução de 17,5% na carne e 4,4% na gordura e quando comparado ao 6% de Fibra a redução foi de 35% na carne e 8,7% na gordura adicionada. Estas reduções causaram consequentemente redução do teor calórico desses produtos.

6 CONCLUSÕES

A substituição de carne e gordura por fibra de trigo hidratada em hambúrgueres comprometeu os parâmetros tecnológicos e sensoriais do produto nos tratamentos com maiores teores de fibra (4,5% de Fibra e 6% de Fibra). Ainda, não foi possível verificar aumento da saciedade entre as amostras, ou seja, o aumento no teor de fibra de trigo nos hambúrgueres não implicou em diminuição da sensação de fome após o consumo dos produtos.

No entanto, como os produtos com adição de fibras apresentaram consequentemente menor quantidade de proteínas e gorduras, pode-se recomendar a substituição de carne/gordura pela fibra de trigo hidratada em hambúrgueres no nível de 3% de Fibra (2,5g de fibra na porção de 80g de produto), visando a um alimento com características físico-químicas adequadas, bem aceito sensorialmente e principalmente mais saudável, por apresentar menor valor calórico e maior teor de fibras, podendo favorecer o consumo de fibras pela população.

7 SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

A partir dos resultados obtidos, novas pesquisas de produtos alimentícios enriquecidos com fibras solúveis e insolúveis podem ser sugeridos (produtos cárneos, produtos lácteos e de panificação), com o objetivo de criar novas aplicações de sub-produtos agrícolas (fibras de frutas, vegetais, feijões, aveia, cevada, dentre outros) para o desenvolvimento de novos produtos com menor teor calórico e mais saudáveis.

8 REFERÊNCIAS

ANGELIS, R. C. Conceitos de nutrientes não tradicionais. In: _____. **Importância de alimentos vegetais na proteção da saúde: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidade degenerativas**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2001. cap. 9, p. 75-76.

ARISSETO, A. P. **Avaliação da qualidade global do hambúrguer tipo calabresa com reduzidos teores de nitrito**. 2003. 141 f. Dissertação – (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

BERNADINO FILHO, R.; OLIVEIRA, C. P.; GOMES, Q. O. Elaboração de hambúrguer bovino adicionado de inulina como ingrediente funcional prebiótico e substituto de gordura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pompal, v. 7, n. 4, p. 33-37, 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa nº 20/2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do hambúrguer. Brasília, DF, 2000. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 09 fev. 2015.

_____. Resolução nº54. Dispõe sobre o regulamento técnico sobre informação nutricional complementar. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 nov. 2012.

_____. Resolução RDC n. 360, 23 de dezembro de 2003b, Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 8, 26 dez. 2003. Seção 1, p. 15. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 09 de fevereiro de 2015.

CARDOSO, C.; MENDES, R.; NUNES, M. L. Development of a healthy low-fat fish sausage containing dietary fibre. **International Journal of Food Science and Technology**, Chichester, v. 43, p. 276-283, 2008.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 2008, Geneva. **Proceedings...** Geneva: FAO/WHO, 2008.

CORRÊA, L. L. et al. Avaliação do efeito da sibutramina sobre a saciedade por escala visual analógica em adolescentes obesos. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v. 49, n. 2, p. 286-290, 2005.

FATTORI, F. F. A. et al. Aspectos sanitários em “trailers” de lanche no município de Presidente Prudente, SP. **Revista Higiene Alimentar**, Mirandópolis, v. 19, p. 54-62, 2005.

FIGUEROLA, F. et al. Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 91, n. 3, p. 395-401, 2005.

FLINT, A. et al. Reproducibility, power and validity of visual analogue scales in assessment of appetite sensations in single test meal studies. **International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders, Hampshire**, v. 24, n. 1, p. 38-48, 2000.

FRANCISCO, N. S. et al. Características físico-químicas de linguiça de frango elaborada com fibra de trigo e colágeno bovino. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 551-558, 2013.

GARCÍA, M. L. et al. Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. **Meat Science**, Amsterdam, v. 60, n. 3, p. 227-236, 2002.

GORINSTEIN, S. et al. Comparative contents of dietary fiber, total phenolics, and minerals in persimmons and apples. **Journal of Agricultura Food Chemistry**, Washington, v. 49, n. 2, p. 952-957, 2001.

GRIGELMO-MIGUEL, N.; ABADIAS-SERÓS, M. I.; MARTIN-BELLOSO, O. Characterization of low-fat high-dietary fiber frankfurters. **Meat Science**, Amsterdam, v. 53, p. 247- 256, 1999.

HOWARTH, N. C.; SALTZMAN, E.; ROBERTS, S. B. Dietary fiber and weight regulation. **Nutrition Reviews**, Washington, v. 59, n. 5, p. 129–139, 2001.

HOWARTH, N. C. et al. Fermentable and nonfermentable fiber supplements did not alter hunger, satiety or body weight in a pilot study of men and women consuming self-selected diets. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 133, n. 10, p. 3141-3144, 2003.

HURTADO, D. C.; CALLIARI, C. M. Fibras alimentares no controle da obesidade. **Revista Eletrônica S@ber**, Londrina, 2010. Disponível em: <https://www.inesul.edu.br/revista/arquivos/arg-idvol_14_1310672074.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2015.

COMISSÃO INTERNACIONAL PARA ESPECIFICAÇÕES MICROBIOLÓGICAS DOS ALIMENTOS (ICMSF); UNIÃO INTERNACIONAL DAS SOCIEDADES DE MICROBIOLOGIA (IAMS). Serviços de alimentos. In: _____. **Appcc na qualidade e segurança microbiológica de alimentos: análises de perigos e pontos críticos de controle para garantir a qualidade e a segurança microbiológicas de alimentos**. São Paulo: Varela, 1997. p. 295-314.

JANUZZI, A. G. V. A. **Características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de produto tipo presunto cozido desenvolvido com adição de fibras solúveis e insolúveis**. 2007. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

JRS- J. RETTENMAIER; SÖHNE GMBH. **Fibers designed by nature**. Disponível em: <<http://www.jrs.de/wEnglisch/index.shtml>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

JÚNIOR, L. C. O. S. et al. Desenvolvimento de hambúrguer de carne de ovinos de descarte enriquecido com farinha de aveia. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 10, n. 4, p. 1128-1134, 2009.

LEAL, R. S. et al. Determinação de fibra alimentar solúvel e insolúvel em hambúrguer de carne bovino com reduzido teor de gordura. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, 19., 2010, Lavras. **Anais...** Lavras, 2010. p. 5.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause**: alimentos, nutrição e dietoterapia. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p 47-50.

MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 34, n.1, p. 50-55, 2000. Disponível em:<<http://www.revistas.usp.br/rsp/article/viewFile/24980/26808>>. Acesso em: 09 fev. 2015.

MARCIANI, L. et al. Gastric response to increase meal viscosity assessed by echo-planar magnetic resonance IMAGING in HUMANS. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 130, n. 1, 122-127, 2000.

MARQUES, J. M. **Elaboração de um produto de carne bovina “tipo hambúrguer” adicionado de farinha de aveia**. 2007. 55 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

OKA, K. et al. Food texture differences affect energy metabolism in rats. **Journal of Dental Research**, Thousand Oaks, v. 82, p. 491-494, 2003.

OLIVEIRA, D. F. et al. Alternativas para um produto cárneo mais saudável: uma revisão. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 16, n. 3, p. 163-174, 2013.

PAPATHANASOPOULOS, A.; CAMILLERI, M. Dietary fiber supplements: effects in obesity and metabolic syndrome and relationship to gastrointestinal functions. **Gastroenterology**, Baltimore, v. 138, n. 1, p. 65-72, 2010.

PIÑERO, M. P. et. al. Atributos sensoriales y químicos de un producto cárnico ligero formulado con fibra soluble de avena. **Revista Científica, FCV**, Venezuela, v. 15, n. 3, p. 279 - 285, 2005.

_____. Effect of oat's soluble fibre (b-glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. **Meat Science**, Barking, v. 80, n. 3, p. 675-680, 2008.

SÁNCHEZ-ALONSO, I.; HAJI-MALEKI, R.; BORDERIAS, A. J. Wheat fiber as a functional ingredient in restructured fish products. **Food Chemistry**, Barking, v.100, p.1037-1043, 2007.

SANTANGELO, A. et al. Physical state of meal affects gastric emptying, cholecystokinin release and satiety. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 80, n. 6, p. 521-527, 1998.

SEABRA, L. M. et al. Fécula de mandioca e farinha de aveia como substituinte de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 245-248, 2002.

SILVA, E. A. J. **Manual de controle higiênico-sanitário em alimentos**. 5. ed. São Paulo: Varela, 2002.

SIQUEIRA, P. B. Desenvolvimento e aceitação de hambúrguer com baixo teor de gordura. **Food Ingredients**, São Paulo, n. 14, p. 74-77, 2001.

TERRA, N. N.; BRUM, M. A. R. **Carne e seus derivados: técnicas de controle de qualidade**. São Paulo: Nobel, 1988. 119 p.

VALASSI, E.; SCACCHI, M.; CAVAGNINI, F. Neuroendocrine control of food intake. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**. Amsterdam, v. 18, n. 2, p. 158-168, 2008.

WILLIAMS, C. L.; BOLLELLA, M.; WYNDER, E. L. A new recommendation for dietary fiber in childhood. **Pediatrics**, Grove Village, v. 96, n. 5, pt. 2, p. 985-988, 1995.

APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento da Avaliação Sensorial

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Consentimento formal de participação no projeto de pesquisa: "Parâmetros Tecnológicos e Aceitação Sensorial de Hambúrguer Bovino com Adição de Fibra de Trigo e Reduzido Teor de Gordura".

Nome: _____

Endereço: _____

Cidade: _____ CEP: _____ Fone: _____

Justificativa: Os produtos cárneos apresentam grande aceitação pelos consumidores, constituindo-se num importante mercado para as indústrias do setor. No Brasil, a grande procura pela utilização de fibras em produtos cárneos dá-se principalmente devido a sua alta capacidade de retenção de água e consequente possibilidade de redução de custo, além dos apelos comerciais que os itens mais saudáveis podem apresentar no contexto atual, como os produtos com reduzido teor de gordura.

Objetivos do projeto: Elaborar hambúrgueres de carne bovina com teor reduzido de gordura e adição de fibra de trigo e avaliar os efeitos destas alterações sobre suas propriedades sensoriais, tecnológicas e de saciedade.

Procedimentos:

A análise na qual seres humanos avaliam diversos atributos de qualidade de alimentos é chamada de ANÁLISE SENSORIAL. Os procedimentos para execução da análise sensorial nesta pesquisa serão os seguintes:

- Cem provadores farão a avaliação sensorial dos produtos.
- Serão testadas formulações de produtos cárneos com diferentes composições.
- O provador deverá avaliar (olhar, cheirar, provar) os produtos e responder às perguntas solicitadas na Ficha de Avaliação.
- A duração do teste para cada pessoa será de aproximadamente 10 minutos.

Outras informações:

- O provador pode se recusar a continuar com a avaliação sensorial a qualquer momento, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado.

- Os provadores não terão qualquer tipo de **despesas em decorrência da participação nesta pesquisa.**

- **Não há possibilidade de risco ou qualquer tipo de desconto** em função da participação nesta pesquisa, uma vez que todos os ingredientes utilizados nos produtos são inteiramente seguros e serão de boa qualidade e procedência e o processo de fabricação será realizado de acordo com as normas de Boas Práticas de Fabricação.

- Em função do exposto no item anterior, não há **previsão de indenização em decorrência da participação neste projeto.**

- Os testes para avaliação sensorial dos hambúrgueres, nos quais os provadores experimentarão os produtos desenvolvidos **serão acompanhados** pela aluna proponente (Larissa Tátero Carvalho).

- Quaisquer outros esclarecimentos poderão ser solicitados antes, durante e após a pesquisa.

Eu, _____,

RG _____, CPF _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo “Parâmetros Tecnológicos e Aceitação Sensorial de Hambúrguer Bovino com Adição de Fibras de Trigo e Reduzido Teor de Gordura”.

Tenho pleno conhecimento da justificativa, objetivos, benefícios esperados e dos procedimentos a serem executados, bem como da possibilidade de receber esclarecimentos sempre que considerar necessário. Será mantido sigilo quanto à identificação de minha pessoa e zelo a minha privacidade. Ao mesmo tempo assumo o compromisso de seguir as recomendações estabelecidas pelos pesquisadores.

Eu li e entendi todas as informações contidas neste documento.

Aluna responsável: Larissa Tátero Carvalho – Engenharia de Alimentos.

Contato: larissa.tcarvalho@usp.br

Pirassununga, _____ de _____ de _____. Assinatura: _____

APÊNDICE B - Fichas Utilizadas na Avaliação Sensorial

Nome: _____		Data: ____ / ____ / ____	Ficha ____
Você está recebendo uma amostra de HAMBÚRGUER BOVINO . Por favor, avalie o produto e marque na escala o quanto você gostou ou desgostou das seguintes características:			
Número da amostra _____		Nota	
ESCALA 1-Detestei 2-Desgostei muito 3-Desgostei moderadamente 4-Desgostei ligeiramente 5-Nem gostei/nem desgostei 6-Gostei ligeiramente 7-Gostei moderadamente 8-Gostei muito 9-Adorei	AROMA		Comentários:
	TEXTURA		Comentários:
	SUCULÊNCIA		Comentários:
	SABOR		Comentários:
	QUALIDADE GLOBAL		Comentários:

APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento da Avaliação de Sacidade

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Consentimento formal de participação no projeto de pesquisa: "Parâmetros Tecnológicos e Aceitação Sensorial de Hambúrguer Bovino com Adição de Fibra de Trigo e Reduzido Teor de Gordura".

Nome: _____

Endereço: _____

Cidade: _____ CEP: _____ Fone: _____

Justificativa: Os produtos cárneos apresentam grande aceitação pelos consumidores, constituindo-se num importante mercado para as indústrias do setor. No Brasil, a grande procura pela utilização de fibras em produtos cárneos dá-se principalmente devido à sua alta capacidade de retenção de água e consequente possibilidade de redução de custo, além dos apelos comerciais que os itens mais saudáveis podem apresentar no contexto atual, como os produtos com reduzido teor de gordura.

Objetivos do projeto: Elaborar hambúrgueres de carne bovina com teor reduzido de gordura e adição de fibra de trigo e avaliar os efeitos destas alterações sobre suas propriedades sensoriais, tecnológicas e de sacidade.

Procedimentos:

A sensação de plenitude mantida entre as refeições é chamada de SACIEDADE. Os procedimentos para execução da sacidade nesta pesquisa serão os seguintes:

- Trinta provadores farão o teste de sacidade dos produtos.
- Serão testadas formulações de produtos cárneos com diferentes composições.
- O provador deverá avaliar (provar) os produtos e preencher as escalas solicitadas na Ficha de Sacidade.
- A duração do teste para cada pessoa será de aproximadamente 15 minutos.

Outras informações:

- O provador pode se recusar a continuar com a avaliação de sacidade a qualquer momento, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado.

- Os provadores não terão qualquer tipo de **despesas em decorrência da participação nesta pesquisa.**

- **Não há possibilidade de risco ou qualquer tipo de desconto** em função da participação nesta pesquisa, uma vez que todos os ingredientes utilizados nos produtos são inteiramente seguros e serão de boa qualidade e procedência e o processo de fabricação será realizado de acordo com as normas de Boas Práticas de Fabricação.

- Em função do exposto no item anterior, não há **previsão de indenização em decorrência da participação neste projeto.**

- Os testes para avaliação de sacidade dos hambúrgueres, nos quais os provadores experimentarão os produtos desenvolvidos **serão acompanhados** pela aluna proponente (Larissa Tátero Carvalho).

- Quaisquer outros esclarecimentos poderão ser solicitados antes, durante e após a pesquisa.

Eu, _____,

RG _____, CPF _____, abaixo assinado, concordo em

participar do estudo “Parâmetros Tecnológicos e Aceitação Sensorial de Hambúrguer Bovino com Adição de Fibras de Trigo e Reduzido Teor de Gordura”.

Tenho pleno conhecimento da justificativa, objetivos, benefícios esperados e dos procedimentos a serem executados, bem como da possibilidade de receber esclarecimentos sempre que considerar necessário. Será mantido sigilo quanto à identificação de minha pessoa e zelo a minha privacidade. Ao mesmo tempo assumo o compromisso de seguir as recomendações estabelecidas pelos pesquisadores.

Eu li e entendi todas as informações contidas neste documento.

Aluna responsável: Larissa Tátero Carvalho – Engenharia de Alimentos.

Contato: larissa.tcarvalho@usp.br

Pirassununga, _____ de _____ de _____.

Assinatura: _____

APÊNDICE D - Fichas Utilizadas na Avaliação de Saciedade

DATA: ____ / ____ / ____

Nº DA AMOSTRA: _____

NOME: _____

SEXO: () M () F **PESO:** _____ **ALTURA:**

_____ **IDADE:** () Até 20 anos () de 20 a 40 anos () de 40 a 60 anos () acima de 60 anos

1º PASSO: PREENCHER A PRIMEIRA ESCALA (**ANTES DE COMER**);

2º PASSO: CONSUMIR O HAMBÚGUER EM UM PERÍODO MÁXIMO DE 10 MINUTOS;

3º PASSO: IMEDIATAMENTE APÓS O CONSUMO DO HAMBÚGUER, PREENCHER A SEGUNDA ESCALA (**IMEDIATAMENTE APÓS COMER**) E O HORÁRIO,

5º PASSO: **APÓS 1 HORA**, PREENCHER A TERCEIRA ESCALA (**APÓS 1 HORA**);

6º PASSO: **APÓS 2 HORA**, PREENCHER A QUARTA ESCALA (**APÓS 2 HORA**);

7º PASSO: **APÓS 3 HORA**, PREENCHER A QUINTA ESCALA (**APÓS 3 HORA**).

IMPORTANTE: DURANTE AS 3 HORAS DE TESTE **NÃO PODERÁ** CONSUMIR NENHUM OUTRO TIPO DE ALIMENTO, SOMENTE ÁGUA.

POR FAVOR, INDIQUE NAS ESCALAS ABAIXO O QUANTO VOCÊ ESTÁ

SENTINDO FOME:

1º. ANTES DE COMER

nenhuma _____ fome

muita fome

2º. IMEDIATAMENTE APÓS COMER (HORA _____)

nenhuma _____ fome

muita fome

3º. APÓS 1 HORA

nenhuma _____ fome

muita fome

4º. APÓS 2 HORAS

nenhuma _____ fome
muita fome

5º. APÓS 3 HORAS

nenhuma _____ fome
muita fome

NÃO SE ESQUEÇAM DE QUE SERÃO 3 DIAS DE TESTE, COMPAREÇAM.

OBRIGADA PELA CONFIANÇA E COLABORAÇÃO!!!

APÊNDICE E - Ficha de recrutamento para análise de saciedade

RECRUTAMENTO PARA ANÁLISE DE SACIEDADE (SENSAÇÃO DE FOME) APÓS CONSUMO DE HAMBÚRGUER DE CARNE BOVINA ENRIQUECIDO COM FIBRA

VOCÊ GOSTA DE HAMBÚRGUER DE CARNE BOVINA?? Então você está convidado a fazer parte da nossa equipe! Cada participante consumirá 3 diferentes amostras em 3 dias diferentes (datas abaixo). Após o consumo dos hambúrgueres, você continuará o teste preenchendo em uma Escala de Saciedade quanto você está sentindo de fome. Isto deverá ser feito a cada hora durante 3 horas. Nestas 3 horas de teste você **não poderá** consumir nenhum outro tipo de alimento, somente água.

Onde: Laboratório de Análise Sensorial da FZEA.

Quando: Quarta-feira, Quinta-feira e Sexta-feira – 12/11/2014, 13/11/2014 e 14/11/2014.

Se você aceitar fazer parte da nossa equipe, qual dos 3 horários abaixo é mais adequado a você? Lembrando que, o horário escolhido **será o mesmo** para os 3 diferentes dias de teste:

Dia e Mês	Horários		
12, 13 e 14 Novembro	8:15	8:45	9:15

Compareça e receberá um presente surpresa no último dia do teste!!!

ANEXO 1 – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da FZEA/USP **PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: PARÂMETROS TECNOLÓGICOS E ACEITAÇÃO SENSORIAL DE HAMBÚRGUER BOVINO COM ADIÇÃO DE FIBRA DE TRIGO E REDUZIDO TEOR DE GORDURA

Pesquisador: Larissa Tátero Carvalho

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 34690614.3.0000.5422

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

Patrocinador Principal: FUND COORD DE APERFEICOAMENTO DE PESSOAL DE NIVEL SUP

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 749.107

Data da Relatoria: 13/08/2014

Apresentação do Projeto:

O projeto apresenta-se bem elaborado e pertinente ao desenvolvimento do Programa de Mestrado.

Objetivo da Pesquisa:

O projeto visa diminuir os níveis de gordura do hambúrguer bovino e aumentar a inclusão de fibras, proporcionando um alimento mais saudável seguindo a tendência do mercado alimentício.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O projeto não apresenta riscos a saúde humana e os ingredientes utilizados são de uso rotineiro na indústria de alimentos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Nada a acrescentar.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os documentos de apresentação obrigatória foram apresentados.

Recomendações:

Nada a acrescentar.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado.

Endereço: Avenida Duque de Caxias Norte, 225

Bairro: Campus Universitário da USP

CEP: 13.635-900

UF: SP

Município: PIRASSUNUNGA

Telefone: (19)3565-4299

Fax: (19)3565-4114

E-mail: apoiofzea@usp.br

FACULDADE DE ZOOTECNIA E
ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DA USP

Continuação do Parecer: 749.107

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

O projeto está aprovado por unanimidade de votos pelo CEP-FZEA.

PIRASSUNUNGA, 13 de Agosto de 2014

Assinado por:
Daniele dos Santos Martins
(Coordenador)

Endereço: Avenida Duque de Caxias Norte, 225

Bairro: Campus Universitário da USP

CEP: 13.635-900

UF: SP

Município: PIRASSUNUNGA

Telefone: (19)3565-4299

Fax: (19)3565-4114

E-mail: apoiofzea@usp.br

ANEXO 2 - Especificações Químicas da Fibra WF200

Data sheet Grade WF200 VITACEL® Wheat Fibre

Characteristics

VITACEL® Wheat Fibre WF200 is a bright, dietary fibre produced by a special process from the structure building components of the wheat plant. Its multifunctional and physical characteristics, above all the high water-binding capacity, give VITACEL® Wheat Fibre a wide range of applications in the food industry.

Analysis

dietary fibre content (acc. to AOAC-method)*	min. 97% i.d.s.
of which: insoluble dietary fibre	94,5%
soluble dietary fibre	2,5%
moisture max.	8%
ash max.	3%
protein*	0,4%
fat*	0,2%
phytic acid*	negative
gluten*	negative
pH-value (10% suspension)	6,5 +/- 1,5
average fibre length	250µm
average fibre thickness	25µm

Composition of dietary fibre

cellulose*	74%
hemicellulose*	26%
lignin*	<0,5%

Microbiological analysis

standard plate count	max. 5x10 ³ cfu/g
yeasts and moulds	max. 2x10 ² cfu/g
salmonella*	in 25g negative
Staphylococcus aureus*	negative
aflatoxines*	not detectable
(* typical value)	

Heavy metals*

lead (Pb)	0,14 ppm
cadmium (Cd)	<0,01 ppm (detection limit)
mercury (Hg)	<0,01 ppm (detection limit)
arsenic (As)	0,01 ppm

Pesticides and fungicides

chlorinated hydrocarbons*	<0,002 ppm (detection limit)
---------------------------	------------------------------

Physical data

water binding capacity (AACC-method)*	approx. 8.3g H ₂ O/g d.s.
oil absorption*	approx. 6.9g oil/g d.s.

aw -value*	0.44
calorific value/g*	0.09kcal resp. 0.39kJ
bulk density (in accordance with DIN 53 468)	72–98g/l
fineness 90%	<120 µm

Sensory properties

appearance	white, powder
flavour	neutral
odour	neutral

Screen analysis (in accordance with DIN 53 734/air jet sieve)

>200 µm	max. 2%
>100 µm	max. 20%
>32 µm	max. 85%

Declaration

VITACEL® Wheat Fibre WF200 is a foodstuff which can be added to all other foodstuffs, provided that no other special instructions have to be observed due to the composition of these foodstuffs. We recommend a declaration as Wheat Fibre or Wheat Plant Fibre.

Customs tariff number

4706 92 00

Packaging and storage

Packed in multi-layer 10 kgs paper-bags with PE-liner.

240 kgs/pallet, average measurement (in cm):130x90 x110.

540 kgs/pallet; average measurement (in cm):130x90x220.

Shelf life is at least 5 years if stored at room temperature in dry conditions.

(* typical value)

J. RETTENMAIER&SÖHNE

GmbH+CO. KG

73494 Rosenberg

(Alemanha)

Tel.: +49(0)7967-152-0

Fax: +49(0)7967-152-222

Email: info@jrs.de