

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO
PAULO CÂMPUS BARRETOS

JENNIFER ALMEIDA DUARTE

**DESENVOLVIMENTO DE HAMBÚRGUER BOVINO COM POTENCIAL
FUNCIONAL COM ADIÇÃO DE PSYLLIUM (*Plantago psyllium L.*) COMO
SUBSTITUTO PARCIAL DE GORDURA**

BARRETOS - SP

2018

JENNIFER ALMEIDA DUARTE

**DESENVOLVIMENTO DE HAMBÚRGUER BOVINO COM POTENCIAL
FUNCIONAL COM ADIÇÃO DE PSYLLIUM (*Plantago psyllium L.*) COMO
SUBSTITUTO PARCIAL DA GORDURA**

Trabalho de Conclusão do Curso Técnico em Alimentos Integrado ao Ensino Médio apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – *campus* Barretos, como requisito para a obtenção do título de Técnica em Alimentos.

Orientadora: Prof^a. MSc. Gisele Sandoval Junqueira Mendes

Co Orientador: Prof. MSc. Tiago Luis Barretto

BARRETOS – SP

2018

JENNIFER ALMEIDA DUARTE

**DESENVOLVIMENTO DE HAMBÚRGUER BOVINO COM POTENCIAL
FUNCIONAL COM ADIÇÃO DE PSYLLIUM (*Plantago psyllium L.*)
COMO SUBSTITUTO PARCIAL DA GORDURA**

Trabalho de conclusão do Curso Técnico em Alimentos Integrado ao Ensino Médio apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – *campus* Barretos, como requisito para a obtenção do título de Técnica em Alimentos.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

Prof^a MSc. Gisele Sandoval Junqueira Mendes (Orientadora)
IFSP – *Campus* Barretos

Prof. MSc. Tiago Luis Barretto (Co Orientador)
UNESP – Rio Preto

Esp. Aline Souza Silva
IFSP – *Campus* Barretos

Prof. Dr. Wellington de Freitas Castro
IFSP – *Campus* Barretos

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em que se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

(José de Alencar)

D812d Duarte, Jennifer Almeida

Desenvolvimento de hambúrguer bovino com potencial funcional com adição de psyllium (*Plantago psyllim L.*) como substituto parcial da gordura / Jennifer Almeida Duarte . – 2018. xi, 22 f. : il.; 30 cm

Trabalho de conclusão de curso (Técnico em alimentos integrado ao ensino médio) - Instituto Federal de São Paulo - Campus Barretos, 2018.

Orientação: Profa. Ms. Gisele Sandoval Junqueira Mendes

1. Carne bovina. 2. Carnes processadas - Hambúrguer. 3. I. Título.

CDD:

641.36

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida.

Agradeço aos meus pais, por todo apoio e amor. Agradeço à minha mãe pelo incentivo nas horas difíceis; e agradeço ao meu pai, pois apesar das dificuldades, me fortaleceu.

À Prof^a Ms. Gisele Sandoval Junqueira Mendes pela orientação, apoio, confiança, pela dedicação à elaboração deste trabalho, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, e também pelas correções e incentivos.

Agradeço aos meus colegas de classe, pelas risadas e os momentos que pude ter convívio. Agradeço em especial à Fernanda, à Janaine, ao João Pedro, ao João Victor e à Victória Gabrielle, por me ajudarem na etapa dos pré-testes para desenvolvimento da formulação. Agradeço também à Isabela e à Nycole por me ajudarem neste trabalho.

Agradeço aos professores do Núcleo Comum e do Curso Técnico, em especial ao professor Emanuel Rodrigues, que se disponibilizou e contribuiu com este trabalho.

Agradeço a técnica de laboratório Aline Sousa Silva e ao prof. Dr. Wellington de Freitas Castro, por aceitarem o convite para participar da banca e por todas as correções e sugestões.

Ao meu namorado pela paciência, pelo apoio e incentivo a todo momento.

Agradeço imensamente ao Prof. Tiago Luis Barretto, pela ajuda no desenvolvimento das análises físico-químicas e também sugestões para a realização deste trabalho, assim como à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - *Campus* São José do Rio Preto por ter aberto às suas portas para a realização dessas análises.

Agradeço também à Camila Bis pelo apoio na realização das análises.

Agradeço principalmente ao Instituto Federal – *Campus* Barretos.

RESUMO

Realizou-se o desenvolvimento de hambúrguer bovino com potencial funcional com adição de psyllium (*Plantago psyllium L.*) com substituição parcial da gordura, foram feitas 4 formulações e em todas as formulações foram realizadas medidas de pH, cor instrumental, perfil de textura (TPA), estabilidade a oxidação lipídica (TBARS) e perda de peso e encolhimento na cocção. Para obter-se a formulação final, foram realizados pré-testes, T1: 100% psyllium, T2: 75% psyllium e 25% gordura e T3: 50% psyllium e 50% gordura. Nos resultados de pH, as amostras A e C, P e C obtiveram diferença significativa ($\alpha > p=0,010$), porém não houve diferença entre as amostras A e P. Os parâmetros analisados na cor instrumental foram baseados em L^* (luminosidade), a^* (intensidade cor vermelha) e b^* (intensidade cor amarela), sendo que os resultados de L^* antes do cozimento todas as amostras obtiveram diferenças significativas, já após a cocção, obteve diferenças significativas entre si, como A1 e A2, P1 e P2; os resultados de a^* antes da cocção não obteve diferença significativa ($\alpha < p=0,062$) e após a cocção as amostras obtiveram diferença significativa entre A e P, porém não houve diferença entre A1 e A2 e nem P1 e P2; os resultados de b^* antes do cozimento não tiveram diferença significativa ($\alpha < p=0,062$), porém depois do cozimento houve diferença significativa entre A e P, mas não houve diferença entre A1 e A2, P1 e P2. Para os resultados de TPA, os parâmetros analisados foram, dureza (N), a qual obteve diferença significativas ($\alpha > p=0,001$) nas amostras A e P; coesividade, as amostras A e P obtiveram diferença significativa; elasticidade, obtendo também diferenças significativas entre as amostras A e P; e mastigabilidade, a qual também obteve diferença entre as amostras A e P. Para os resultados de estabilidade a oxidação lipídica no tempo inicial as amostras A e P obtiveram diferença significativa ($\alpha < p=0,263$). Para os resultados de perda de peso e encolhimento na cocção, as perdas obtiveram diferença significativa ($\alpha > p=0,001$) e o rendimento obteve diferença significativa ($\alpha > p=0,024$). Conclui-se que a substituição de 75% de gordura por psyllium no hambúrguer padrão, afetou as características do produto, porém ficou enriquecido devido ao teor de fibras, indicando o seu potencial funcional. Portanto, o hambúrguer bovino com potencial funcional com adição de psyllium (*Plantago psyllium L.*) com substituição parcial da gordura, pode ser uma alternativa para pessoas que buscam uma alimentação

prática, porém mais saudável ou por aqueles que tem restrição à ingestão de alimentos com gordura.

Palavras-chaves: hambúrguer, psyllium, substituição da gordura, análises físico-químicas.

ABSTRACT

The development of bovine burger with functional potential with addition of psyllium (*Plantago psyllium L.*) with partial fat replacement was performed, 4 formulations were made and in all formulations measured pH, instrumental color, texture profile (TPA), lipid oxidation stability (TBARS) and weight loss and cooking shrinkage. To obtain the final formulation, pre-tests were performed: T1: 100% psyllium, T2: 75% psyllium and 25% fat and T3: 50% psyllium and 50% fat. In the pH results, samples A and C, P and C obtained a significant difference ($\alpha > p=0.010$), but there was no difference between samples A and P. The parameters analyzed in the instrumental color were based on L * (luminosity) * (red color intensity) and b * (yellow color intensity), and the results of L * before cooking all the samples obtained significant differences after cooking, obtained significant differences between them, such as A1 and A2, P1 and P2 ; the results of a * before cooking showed no significant difference ($\alpha < p=0.062$) and after cooking the samples obtained a significant difference between A and P, but there was no difference between A1 and A2 and neither P1 and p2; the results of b * before cooking showed no significant difference ($\alpha < p=0.062$), but after cooking there was a significant difference between A and P, but there was no difference between A1 and A2, P1 and P2. For the TPA results, the parameters analyzed were: hardness (N), which obtained a significant difference ($\alpha > p=0.001$) in samples A and P; A and P samples showed a significant difference; elasticity, also obtaining significant differences between samples A and P; and chewability, which also obtained difference between samples A and P. For the stability results, the lipid oxidation in the initial time samples A and P obtained a significant difference ($\alpha < p=0.263$). For the results of weight loss and shrinkage, the losses obtained significant difference ($\alpha > p=0.001$) and the yield obtained a significant difference ($\alpha > p=0.024$). It was concluded that the substitution of 75% of fat by psyllium in the standard hamburger affected the characteristics of the product, but was enriched due to the fiber content, indicating its functional potential. Therefore, bovine burger with functional potential with addition of psyllium (*Plantago psyllium L.*) with partial replacement of the fat, can be an alternative for people who seek a practical but healthy diet or that have restriction in the intake of foods with fat.

KeyWorks: hamburger, psyllium, fat replacement, physicochemical analysis.

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Dados das diferentes proporções dos ingredientes de cada formulação	8
Tabela 2: Dados da formulação final.....	9
Tabela 3: Determinação do pH médio das amostras.....	12
Tabela 4: Determinação média de cor nas amostras de hambúrguer <i>in natura</i> e após cocção.....	13
Tabela 5: Resultados médios de perfil de textura.....	14
Tabela 6: Determinação do valor de oxidação lipídica no tempo inicial.....	15
Tabela 7: Perda de peso e encolhimento dos hambúrgueres.....	15

LISTA DE FIGURA

Figura 1: Esterificação do glicerol e ácido graxo.....	2
Figura 2: Estrutura do psyllium.....	3
Figura 3: Sementes de psyllium	4

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVO.....	6
2.1 Objetivo geral.....	6
2.2 Objetivos específicos.....	6
3 METODOLOGIA.....	7
3.1 Definição da formulação.....	7
3.1.1 Pré-testes.....	7
3.1.2 Formulação final.....	9
3.2 Processamento do hambúrguer.....	9
3.3 Método de cocção.....	9
3.4 Análise físico-químicas.....	10
3.4.1 pH.....	10
3.4.2 Cor Instrumental.....	10
3.4.3 Perfil de Textura (TPA).....	10
3.4.4 Estabilidade a oxidação lipídica (valores de TBARS)	11
3.4.5 Perda de peso e encolhimento na cocção.....	11
3.5 Análise estatísticas.....	11
4 RESULTADOS.....	12
4.1 Determinação do pH dos hambúrgueres crus de carne bovina.....	12
4.2 Determinação da Cor Instrumental.....	12
4.3 Análise do Perfil de Textura (TPA) dos hambúrgueres cozidos de carne bovina.....	14
4.4 Oxidação Lipídica dos hambúrgueres crus de carne bovina.....	15
4.5 Perdas no cozimento e encolhimento dos hambúrgueres cozidos de carne bovina.....	16
5 CONCLUSÃO.....	17
6 REFERÊNCIAS.....	18

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Karanja et al. (2007), citados por Oliveira et al. (2004), ao longo do tempo, os hábitos alimentares da população têm sofrido mudanças. Oliveira et al. (2013) acrescentam que estas mudanças ocorreram devido ao aumento do consumo de alimentos industrializados, sobretudo aqueles de fácil preparo e os que são prontos para o consumo, como os hambúrgueres, salsichas, empanados, almôndegas (OLIVEIRA et al., 2014), que são produtos cárneos processados.

O consumo de carnes atua significativamente no desenvolvimento e no desempenho do organismo humano ao longo do tempo, essencialmente nas funções cerebrais, pois as carnes são as principais fontes de proteínas, zinco e ferro, importantes no desenvolvimento e qualidade de vida, principalmente de crianças e gestantes (MATHEUS et. al., 2017).

As carnes processadas passam por tratamentos físicos ou químicos, os quais podem aumentar a sua vida de útil (STRASBURG, 2010). Jay (2005) complementa que as carnes processadas são aquelas que podem passar por processos de cura, cozimento ou defumação. Estes processos, possuem três classes principais: (1) que não trazem muitas alterações no sistema do músculo, como o toucinho curado e a carne enlatada; (2) com alterações razoáveis no sistema do músculo, como bifes e assados seccionados e reestruturados, além do hambúrguer; (3) amplamente processadas e reorganizadas, como linguiças e salsichas.

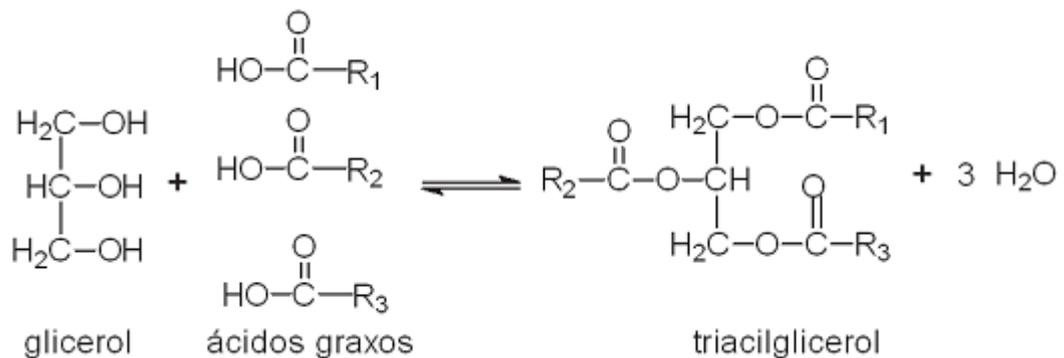
De acordo com a Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que aprova os regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Hambúrguer entende-se por hambúrguer “o produto cárneo industrializado obtido da carne moída dos animais de açougue, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico adequado”.

O hambúrguer é um dos alimentos entre os produtos cárneos mais consumidos, principalmente no Brasil, pois contém nutrientes (gordura e proteínas) que alimentam e saciam de forma rápida (NOVELLO; POLLONIO, 2012).

O hambúrguer pode conter até 23% de gordura, segundo a Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000, sendo que essa gordura geralmente é de origem animal.

Os óleos e as gorduras são substâncias hidrofóbicas (substâncias insolúveis em água), podendo ser de origem animal ou vegetal, sendo formados principalmente por ésteres de triacilgliceróis e são resultados da esterificação do glicerol e ácidos graxos. Os triacilgliceróis também são hidrofóbicos e mudam suas características físicas de líquido para sólido quando estão em temperatura ambiente. Quando estão em forma sólida, são conhecidos como gorduras e quando estão em forma líquida, são conhecidos como óleos (REDA; CARNEIRO, 2007). A figura 1, mostra a reação de esterificação do glicerol e dos ácidos graxos.

Figura 1: Esterificação do glicerol e ácido graxo



Fonte: MERÇON, 2010.

A gordura é muito importante no alimento quando se trata das principais características, como a aparência, por deixar o produto com mais brilho, com translucidez e coloração melhores; a textura, pois permite que o produto tenha características mais viscosas e elásticas, além de conferir suculência e sabor (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2017).

Sendo assim, a gordura exerce uma função significativa nas características dos alimentos, contribuindo para tais propriedades, além da densidade calórica (McCLEMENTS; DECKER, 2010). Entretanto, o consumo de gordura deve ser moderado, pois o consumo excessivo pode contribuir para o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, como obesidade, diabetes mellitus, doenças cardiovasculares e câncer, principalmente colorretal, no pâncreas e de próstata. No Brasil, em função do aumento da obesidade, devem ser ampliadas as orientações, a

fim de prevenir essas doenças (SICHIERI et al., 2000; Produção e Composição de Alimentos, 2017).

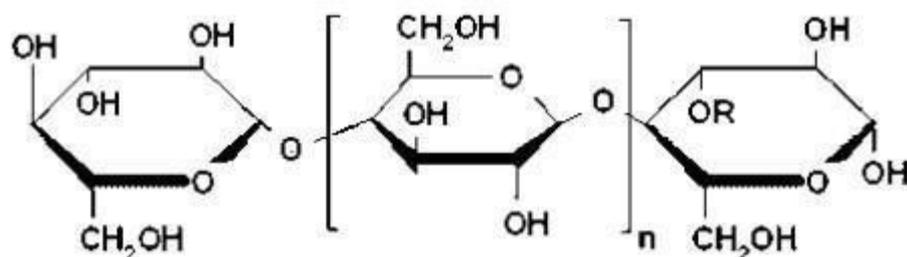
A alimentação traz importantes repercussões à saúde como doenças crônicas e a obesidade. A escolha por produtos de fácil preparo, porém que promovam às pessoas uma alimentação mais saudável demonstra ser uma tendência (MARINHO et al., 2007).

O termo “substituto de gordura” é definido por substâncias que não cedem calorias, mas que trazem características físicas e sensoriais semelhantes às da gordura (LINDSAY, 2010).

A adição de fibras em produtos cárneos como substitutos de gordura vem sendo estudada com mais frequência (ARIHARA, 2006). A ANVISA (2003) define as fibras alimentares como “qualquer material comestível que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano”. A inulina é um exemplo de fibra alimentar que pode servir de substituto da gordura (FOOD INGREDIENTES BRASIL, 2008), além da fibra de aveia e fibra de trigo (BIS, 2016). Estas fibras alimentares, estão relacionadas com as suas propriedades físico-químicas e seus efeitos nutricionais. As fibras solúveis podem formar uma rede de gel ou uma rede de espessantes, podendo estar se ligando a água (THEBAUDIN, 1997).

O psyllium é uma fibra solúvel (RIBAS, 2011), as fibras solúveis são substâncias que, além de proporcionar uma sensação de saciedade ao organismo, ajuda também a reduzir as taxas do colesterol ruim, diminuindo assim o risco das doenças no coração, etc. É um polissacarídeo não amido que provem do grupo das gomas e mucilagens e sua principal fonte é de extrato de semente, como exsudatos de plantas, algas, psyllium (BERNAUD; RODRIGUES, 2013). A figura 2, mostra a estrutura do psyllium e a figura 3 representa as sementes de psyllium.

Figura 2: Estrutura do psyllium



Fonte: KULKARNI; BUTTE; RATHOD, 2012.

Figura 3: Sementes de psyllium



Fonte: MADGULKAR; RAO; WARRIER, 2014.

O psyllium pode promover um aumento na capacidade de retenção d'água no organismo, o qual servirá para acelerar a movimentação do trato gastrointestinal, sendo utilizado na prevenção de constipações (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010). A utilização do psyllium irá retardar o esvaziamento gástrico como a absorção de glicose, a partir do intestino delgado. Por causa da sua particularidade indigestível, a fibra alcançará e aumentará o volume do cólon, com resultante ativação da habilidade de se mover (ALONSO, 2004; BARNES; ANDERSON; PRHILLIPSON, 2012).

Segundo a Resolução da Diretoria Colegiada n°19, de 30 abril de 1999 da ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde, para que seja considerado funcional, o alimento deve conter no mínimo 3g de fibras.

A ANVISA (1999), afirma que “alimentos podem ter alegações de propriedades funcionais quando estas forem referentes ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano”.

Sendo assim, a utilização de psyllium na formulação de hambúrguer pode ser uma alternativa para redução do consumo de gordura em produtos cárneos, favorecendo tanto aqueles indivíduos que possuem algum tipo de restrição ao consumo de gorduras quanto aqueles que buscam uma vida mais saudável.

O objetivo principal deste trabalho foi o desenvolvimento de hambúrguer bovino com potencial funcional com adição de psyllium (*Plantago psyllium L.*) com substituição parcial da gordura.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

- Desenvolver hambúrguer bovino com potencial funcional com adição de psyllium (*Plantago psyllium* L.) com substituição parcial da gordura.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar as análises físico-químicas no produto cru e/ou após cocção: pH; cor instrumental, sendo que os parâmetros analisados foram: L* (luminosidade), a* (intensidade cor vermelha) e b* (intensidade cor amarela); perfil de textura (TPA), sendo que os parâmetros analisados foram: dureza, coesão, elasticidade e mastigabilidade; estabilidade à oxidação lipídica (TBARS) e perda de peso e encolhimento na cocção.
- Comparar os resultados das análises físico-químicas entre as formulações.

3 METODOLOGIA

A primeira etapa foi o desenvolvimento do hambúrguer bovino funcional com adição de psyllium como substituto de gordura, sendo realizada no Laboratório 1 de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – *Campus* Barretos. Já na segunda etapa, realizou-se as análises físico-químicas de pH, cor instrumental, perfil de textura (TPA) e estabilidade a oxidação lipídica (TBARS), além de perda de peso e encolhimento no cozimento, sendo todas analisadas na

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” de São José do Rio Preto - UNESP.

3.1 Definição da formulação

Na elaboração do hambúrguer, utilizou-se como matéria-prima a carne fresca, (coxão mole, pois contém uma quantidade menor de gordura), gordura suína (toucinho), alho em pó e sal obtidos em supermercado na cidade de Barretos-SP. Os demais ingredientes utilizados na formulação foram psyllium e chimichurri, que foram obtidos em pontos comerciais da cidade de Barretos-SP em maio de 2018.

3.1.1 Pré-testes

Para a determinação da formulação final, inicialmente foram realizados alguns testes, conforme a tabela 1.

Tabela 1: Dados das diferentes proporções dos ingredientes de cada formulação.

Ingredientes	Formulação	Formulação	Formulação	Formulação
	Padrão (100% gordura)	teste 1 (100% psyllium)	teste 2 (75% psyllium – 25% gordura)	teste 3 (50% psyllium – 50% gordura)
	(%)*	(%)*	(%)*	(%)*
Carne	85	85	85	85
Toucinho	11,6	0	2,9	5,8
Psyllium	0	11,6	8,7	58
Sal	1,67	1,67	1,67	1,67
Alho em pó	0,06	0,06	0,06	0,06
Chimichurri	1,67	1,67	1,67	1,67
Total	100	100	100	100

Fonte: Elaborado pelo autor. *Quantidade em porcentagem dos ingredientes.

Foram preparadas diferentes formulações, variando-se as proporções dos ingredientes psyllium e toucinho. As definições das formulações para os testes foram baseadas no trabalho de OLIVEIRA, et. al. (2014). A formulação 2, correspondente à substituição de 75% da gordura, de acordo com os pesquisadores, obteve as características mais próximas às da formulação padrão. A formulação teste 1, correspondente à substituição de 100% da gordura, obteve característica mais firme do que a formulação teste 3, correspondente à substituição de 50% da gordura, a qual obteve característica mais elástica e pegajosa, portanto, estas formulações foram descartadas.

3.1.2 *Formulação final*

A formulação 2 foi definida como formulação final, conforme a tabela 2.

Tabela 2: Dados da formulação final.

Ingredientes	Formulação Final (75% psyllium – 25% gordura)
	(%)
Carne	85
Toucinho	2,9
Psyllium	8,7
Sal	1,67
Alho em pó	0,06
Chimichurri	1,67
Total	100

Fonte: Elaborado pelo autor. *Quantidade em porcentagem dos ingredientes.

3.2 **Processamento do hambúrguer**

As formulações dos hambúrgueres, para os testes, foram elaboradas de acordo com a metodologia de MELO e CLERICE (2013). As formulações dos hambúrgueres foram desenvolvidas de acordo com os seguintes procedimentos: pesagem do alho em pó, do chimichurri, do sal, do psyllium e do toucinho em balança analítica de marca MARTE/SHIMADZU, modelo AY220, sendo que a carne foi pesada na balança de marca TOLEDO®. Em seguida, misturou-se o psyllium para obter a liga da carne com a fibra e depois os outros ingredientes foram adicionados gradualmente enquanto manipulava-se a mistura. Em seguida fez a moldagem com a utilização de uma placa de petri, para adquirir o formato padronizado.

3.3 **Método de cocção**

O método de cocção selecionado foi baseado no trabalho de BORBA (2010) e BORBA et. al. (2013) com a utilização de uma frigideira antiaderente da marca Alumínio ABC, de 45cm de diâmetro. As formulações de hambúrgueres foram colocadas na frigideira, frigindo por aproximadamente 4 a 5 minutos aproximadamente em ambos os lados. Entre as frituras de cada amostra de hambúrguer, a frigideira foi lavada com detergente neutro e água.

3.4 Análises físico-químicas

3.4.1 pH

O valor de pH foi medido através do pHmetro de marca TECNOPON, modelo AF405, em triplicata para as amostras da formulação padrão e da formulação com psyllium. Pesou-se 10g da carne bovina crua (C*) e das amostras dos hambúrgueres crus (P* e A*) que foram diluídas em 100mL de água destilada. Esta mistura foi mexida até que as partículas estivessem equitativamente dispersas e efetuou-se a medição (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). As amostras foram analisadas em triplicatas.

3.4.2 Cor Instrumental

A análise da cor instrumental foi determinada em espectrofotômetro, modelo ColorFlex45/0 (Hunterlab, Estados Unidos), com configurações iluminantes D65, ângulo do observador 10°, com o Software Universal versão 4.10. O sistema de especificação de cor foi o CIELAB e os parâmetros obtidos foram valor L*, a* e b*. Foram realizadas 5 medições para cor in natura e 5 medições para cor cozida em 2 hambúrgueres de cada, sendo amostras de hambúrguer padrão (P1 e P2) e amostras com adição de psyllium (A1 e A2), baseado no trabalho de BIS (2016).

3.4.3 Perfil de Textura (TPA)

O perfil de textura foi determinado em um analisador de textura TA-XT plus (Stable Micro Systems, Godalming, Inglaterra) e utilizando seu próprio equipamento Exponent grama, versão v.5.1.1.0, tendo como base o método descrito por BOURNE (1978). Os parâmetros realizados foram: dureza ($N \cdot cm^{-2}$), sendo força máxima para comprimir o produto; coesão: a qual a amostra poderia ser deformada após a ruptura; elasticidade: a capacidade que o produto tende a recuperar a sua forma original após a força removida; e Mastigabilidade: trabalho necessário para mastigar a amostra ao engolir. Para os resultados de TPA, foram realizadas 10 medições nas amostras padrão e nas amostras com adição de psyllium.

3.4.4 Estabilidade a oxidação lipídica (valores de TBARS)

As substâncias que reagem ao ácido tiobarbitúrico (valores de TBARS) foram determinadas de acordo com VYNCHÉ (1970) para todas as amostras. O valor de TBARS foi expresso em mg de malonaldeído por quilograma de amostra (mg MA/Kg amostra). As concentrações foram determinadas a 532 nm e a curva padrão foi preparada utilizando 1,1,3,3 tetraetoxipropano (TEP).

3.4.5 Perda de peso e encolhimento na cocção

Para determinação da perda de peso pelo cozimento foram realizados os seguintes testes: perda na cocção e porcentagem de encolhimento, segundo BERRY (1992) e adaptações de SEABRA et al. (2002). As perdas na cocção foram calculadas, em porcentagem, através da diferença entre os pesos das amostras antes e depois da cocção e resfriamento à temperatura ambiente, sendo este valor subtraído de 100 para se obter a porcentagem da perda das amostras. A porcentagem de encolhimento foi definida pela diferença entre os diâmetros das amostras de hambúrgueres de carne bovina cru e cozido.

3.5 Análises estatísticas

Os dados foram avaliados por meio da análise de variância (ANOVA), e a diferença entre as médias dos resultados foram avaliados pelo teste de Tukey, a um nível de confiança (α) de 5%. Os resultados foram comparados entre a amostra padrão, ou seja, sem adição de psyllium e a amostra com adição de psyllium. O software utilizado foi o IBM SPSS Statistics 20.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Determinação do pH dos hambúrgueres crus de carne bovina

Os resultados obtidos na determinação do pH médio estão apresentados na tabela 3. Observa-se que tanto a amostra padrão (P*) quanto a amostra com adição de psyllium (A*) apresentaram um valor de pH maior ($p > 0,05$) que o da carne bovina crua e através ANOVA foi possível considerar que houve diferença significativa entre as amostras, visto que $\alpha > p$ (0,010). O teste de Tukey indicou as amostras diferentes, conforme especificadas na tabela 3.

Tabela 3: Determinação de pH médio das amostras.

Amostras	pH
C* ^b	5,35 ± 0,25
P* ^a	5,76 ± 0,05
A* ^a	5,91 ± 0,02

C*: carne bovina crua; P*: hambúrgueres crus padrão; A*: hambúrgueres crus com adição de psyllium. Letras iguais na mesma coluna indicam que não houve diferença entre as amostras.

O pH do músculo após o abate do animal deve ser em torno de 5,5 (LAWRIE, 2005). Houve diferenças significativas entre as amostras A e C e entre P e C ($\alpha > p = 0,010$), porém não houve diferença entre as amostras A e P. Portanto, o resultado da amostra da carne bovina crua foi o esperado, sendo a matéria-prima considerada de boa qualidade.

4.2 Determinação da Cor Instrumental

A tabela 4 apresenta os resultados médios obtidos para cor *in natura* e os resultados para cor após cocção.

Tabela 4: Determinação média de cor nas amostras de hambúrgueres *in natura* e após cocção.

	Amostras	L*	a*	b*
<i>In natura</i>	A1	38,34 ± 0,35 ^c	11,54 ± 0,59 ^a	17,33 ± 0,10 ^a
	A2	37,28 ± 0,46 ^c	11,99 ± 0,33 ^a	17,73 ± 0,51 ^a
	P1	41,6 ± 1,62 ^a	11,21 ± 0,68 ^a	17,22 ± 0,75 ^a
	P2	43,76 ± 0,76 ^b	11,99 ± 0,14 ^a	17,17 ± 0,41 ^a
Após cocção	A1	31,07 ± 0,86 ^a	8,17 ± 0,29 ^a	12,94 ± 0,40 ^a
	A2	32,75 ± 0,79 ^b	7,66 ± 0,13 ^a	13,10 ± 0,64 ^a
	P1	40,88 ± 0,62 ^c	6,64 ± 0,42 ^b	17,03 ± 0,52 ^b
	P2	42,27 ± 0,25 ^d	6,12 ± 0,33 ^b	17,07 ± 0,89 ^b

*A1 e A2: amostras de hambúrgueres com adição de psyllium; **P1 e P2: amostras padrão. Letras iguais na mesma coluna indicam que não houve diferença entre as amostras.

Antes do cozimento, houve diferença significativa entre A e P em relação à luminosidade (L*) e ainda entre as amostras da formulação padrão, P1 e P2. Isso pode ter ocorrido devido ao teor de gordura, pois entre as amostras A1 e A2 não houve diferença. Já após a cocção, houve diferença significativa entre todas as amostras, inclusive da mesma formulação, possivelmente devido ao processo de cocção. Geniake et al. (2016), desenvolveram hambúrgueres de carne bovina adicionados de farinha mista de chia, aveia e linhaça e obtiveram uma baixa luminosidade (tonalidade escura), com valores entre 37,55 e 39,33.

Em relação à intensidade da cor vermelha (a*), não houve diferença significativa tanto entre as amostras de hambúrguer com adição de psyllium (A1 e A2), quanto entre as amostras de hambúrguer padrão (P1 e P2), antes da cocção ($\alpha < p = 0,062$). Após, pode-se observar através da ANOVA que houve diferença significativa entre A e P, porém não houve diferença entre as amostras da mesma formulação, ou seja, entre A1 e A2 e entre P1 e P2. Seabra et al. (2002) compararam amostras de hambúrgueres bovinos com adição de gordura suína e as amostras com 2% de fécula de mandioca e farinha de aveia, obtendo valores maiores em relação à a*, para amostras com adição de fécula.

Para os valores de intensidade de cor amarela (b*), as amostras de hambúrguer com adição de psyllium e amostras de hambúrguer padrão, antes da cocção não obtiveram diferença significativa ($\alpha < p = 0,062$). Entretanto após a cocção houve diferença significativa entre A e P, mas não entre A1 e A2 e entre P1 e P2 ($p=0,00$). Bis (2016) realizou estudos sobre o efeito das fibras alimentares como

substitutos de gordura em hambúrguer de carne bovina e paio, e seus valores de intensidade de cor amarela (b^*) variaram de 13,05 a 17,82 em todos os tratamentos, sendo que entre duas amostras, não houve diferença ($\alpha < p$), mostrando que a gordura suína na proporção utilizada não influenciou este parâmetro.

4.3 Análise do Perfil de Textura (TPA) dos hambúrgueres cozidos de carne bovina

Para os resultados de TPA, foram realizadas 10 repetições nas amostras padrão e nas com adição de psyllium, sendo calculados os parâmetros de dureza (N), coesividade, elasticidade e mastigabilidade. Após os resultados obtidos em TPA, foram elaboradas as médias das amostras de hambúrguer padrão e das amostras de hambúrguer com adição de psyllium, representadas na tabela 5.

Tabela 5: Resultados médios de TPA.

Amostras	Dureza (N)	Coesividade	Elasticidade	Mastigabilidade
P	21,66 ± 5,46 ^a	0,50 ± 0,02 ^a	0,68 ± 0,02 ^a	7,40 ± 1,79 ^a
A	14,78 ± 0,81 ^b	0,31 ± 0,02 ^b	0,50 ± 0,3 ^b	2,32 ± 0,19 ^b

*P: amostras de hambúrgueres padrão; A: amostras de hambúrgueres com adição de psyllium. Letras iguais na mesma coluna indicam que não houve diferença entre as amostras.

P obteve maior valor para a dureza, sendo que houve diferença significativa entre A e P ($\alpha > p = 0,001$). MENDOZA et al. (2001), adicionou inulina como substituto de gordura em salame e isto não afetou a dureza em comparação as amostras controle.

Para os resultados de coesividade das amostras de hambúrgueres padrão (P) e as amostras de hambúrguer com adição de psyllium (A) em comparação a BIS (2016) os resultados foram diferentes do esperado, pois houve diferença significativa entre as amostras ($p = 0,00$). Para BIS (2016) os resultados de coesividade foram menores para dois os tratamentos (os quais tiveram adição de 6% de fibra alimentar insolúvel, sendo aveia e trigo respectivamente) quando comparados ao tratamento com 20% de gordura sem adição de fibras.

Em relação à elasticidade houve diferença significativa entre as amostras A e P ($p = 0,00$). Já Ulu (2014) realizou estudos sobre o efeito da farinha de trigo, concentrado proteico de soro de leite e proteína isolada de soja sobre processos

oxidativos e propriedades textuais de almôndegas cozidas, no qual a adição dos substitutos de gordura não afetou de forma significativa a elasticidade do produto final, apenas a dureza.

Nas amostras A e P, houve diferença significativa entre as amostras ($p=0,00$), pois quando não houve a adição de psyllium foi possível obter uma melhor mastigabilidade e quando houve a adição de psyllium, houve uma diminuição da mastigabilidade. BIS (2016) não obteve diferença significativa em relação à mastigabilidade para amostras de hambúrgueres, isto é, a diminuição de gordura não influenciou este parâmetro, isto ocorreu devido à adição das fibras alimentares solúveis e insolúveis, pois estas diminuíram a mastigabilidade.

4.4 Oxidação Lipídica dos hambúrgueres crus de carne bovina.

Os resultados de oxidação lipídica dos hambúrgueres bovinos com adição de psyllium e sem adição de psyllium sob temperatura de refrigeração, estão presentes na tabela 6.

Tabela 6: Determinação do valor de oxidação lipídica no tempo inicial.

Amostras	mg malonaldeído/ kg amostra
P ^a	0,128 ± 0,059
A ^a	0,083 ± 0,012

*P: amostras de hambúrgueres padrão; A: amostras de hambúrgueres com adição de psyllium. Letras iguais na mesma coluna indicam que não houve diferença entre as amostras.

As amostras P e A no tempo inicial, não obtiveram diferença significativa ($\alpha < p=0,263$). Os valores obtidos para TBARS foram menores que 0,854 mg de malonaldeído/kg de amostra, segundo Arganosa et al. (1987), quando há valores menores que 1 mg de malonaldeído/kg de amostra, as propriedades sensoriais do produto, como odor residual do ranço característico da oxidação e como o sabor não serão alteradas (TORRES & OKANI, 1997).

4.5 Perdas no cozimento e encolhimento dos hambúrgueres cozidos de carne bovina.

Os resultados de perda de peso e encolhimento das amostras de hambúrgueres padrão e amostras de hambúrgueres com adição de psyllium, estão presentes na tabela 7.

Tabela 7: Perda de peso e encolhimento dos hambúrgueres.

Amostras	Encolhimento	Perda de peso
P	12,5% ^a	11,1% ^a
A	1% ^b	4,8% ^b

*P: amostras de hambúrgueres padrão; *A: amostras de hambúrgueres com adição de psyllium. Letras iguais na mesma coluna indicam que não houve diferença entre as amostras.

Em relação ao encolhimento, através da ANOVA pode-se observar que houve diferença significativa ($\alpha > p = 0,024$) entre as amostras de hambúrguer com adição de psyllium (A) e as amostras de hambúrguer padrão (P).

Mansour & Khalil (1999) observaram as características do bife de baixo teor de gordura, sendo influenciado por vários tipos de fibras de trigo e perceberam que a adição de diferentes tipos de fibras de trigo diminuiu a perda durante a cocção, e isto ocorreu devido à alta capacidade na ligação entre a água com a fibra do trigo, o que também pode influenciar no encolhimento.

Já nas amostras de hambúrguer com adição de psyllium (A) e as amostras de hambúrguer padrão (P) houve diferença significativa ($\alpha > p=0,001$), pois a amostra A possui uma fibra solúvel e conseqüentemente pode ter ocorrido a ligação da fibra com a água, reduzindo a perda de peso, portanto obtendo maior rendimento.

BIS (2016) não obteve diferença entre os tratamentos analisados com adição das fibras solúveis (inulina e frutooligossacarídeo) para rendimento, quando estas foram comparadas com o tratamento controle, indicando que a adição das fibras solúveis não influenciou no rendimento dos hambúrgueres de carne bovina.

5 CONCLUSÃO

A adição de psyllium pode ser uma alternativa para redução de gordura em produtos cárneos, pois promove características semelhantes às características do hambúrguer padrão.

No hambúrguer bovino com potencial funcional com adição de psyllium, observou-se um menor encolhimento e um menor rendimento durante a cocção, diferente do hambúrguer padrão.

Conclui-se que a substituição de 75% de gordura por psyllium no hambúrguer padrão, afetou as características físico-químicas do produto, porém ficou enriquecido devido ao teor de fibras, indicando o seu potencial funcional. Portanto, o hambúrguer bovino com potencial funcional com adição de psyllium com substituição parcial da gordura, pode ser uma alternativa para pessoas que buscam uma alimentação prática, porém mais saudável ou por aqueles que tem restrição à ingestão de alimentos com gordura.

6 REFERÊNCIAS

ADITIVOS & INGREDIENTES (Comp.) SUBSTITUTOS DE GORDURAS. **Aditivos & Ingredientes**, p.42-54, 2017.

ALONSO, J.; **Tratado de Fitofármacos y Neutraceuticos**, 1ª ed., Argentina, 2004.

ARGANOSA., G. C.; HENRICKSON, R. L.; RAO, B. R. Collagen as a lean or fat replacement in pork sausage. **Journal of Food Quality**, v.10, n.5, p.319-333, 1987.

ARIHARA, K. Strategies for designing novel functional meat products. **Meat Science**, v.74, n.1, p.219-229, 2006.

BARNES, J.; ANDERSON, L. A.; PHILLIPSON, J.D. **Fitoterápicos**. 3ª ed. Porto Alegre, 2012.

BIS, C. V. **Efeito das fibras alimentares como substitutos de gordura em hambúrguer de carne bovina e paio**. 2009. 199f. Dissertação (Mestrado em Engenharia em Alimentos) – Universidade Estadual Paulista de São José do Rio Preto, p.199, 2009.

BERNAUD, F. S. R.; RODRIGUES, T. C. **Fibra Alimentar – Ingestão Adequada e Efeitos Sobre a Saúde do Metabolismo**. 2013. 9f. Dissertação (Pós-Graduação em Ciências Médicas: Endocrinologia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.9, 2013.

BERRY, B. W. Low fat level effects on sensory, shear, cooking and chemical properties of ground beef patties. **Journal of Food Science**, v. 57, n° 3, p. 537-540, 1992.

BORBA, C. M. **Avaliação Físico-química de Hambúrguer de Carne Bovina e de Frango Submetidos a Diferentes processamentos Térmicos**. 2010. 36f. Dissertação (Bacharel em Nutrição) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.36, 2010.

BORBA, C. M.; OLIVEIRA, V. R.; MONTENEGRO, K. R.; HERTZ, P. F.; VENZKE, J. G. **Avaliação Físico-Química de Hambúrguer de Carne Bovina e de Frango**

Submetidos a Diferentes Processamentos Térmicos. **Brazilian Journal of Food Nutrition**, v.24, n.1, p.21-27, 2013.

BOURNE, M. C. Texture Profile Analysis. **Food and Nutrition Science**, v. 6, n° 7, p. 62-67, 1978.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 20, de 31 de junho de 2000. **Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Almôndega, de Apresentado, de Fiambre, de Hambúrguer, de Kibe, de Presunto Cozido e de Presunto.**

BRASIL, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC n°18, de 30 de abril de 1999. **Regulamento Técnico das Diretrizes Alegadas para Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e ou da Saúde Alegadas em Rotulagem de Alimentos.**

BRASIL, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC n°19, de 30 de abril de 1999. **Regulamento Técnico dos Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde.**

BRASIL, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC n°360, de 23 de dezembro de 2003. **Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados.**

GENIAKE, A. C. V.; DOURADO, E. C.; SILVA, J. A.; SANTOS, M. P. O.; CHAVES, M. A.; BALDISSERA, E. M. **Hambúrguer de Carne Bovina Adicionado de Farinha Mista de Chia, Aveia e Linhaça.** Gramado (RS): [s.n.], 2016. 1-6 p.

FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. Introdução à Química de Alimentos. In: Damodaran, S. **Química de Alimentos de Fennema.** Porto Alegre (RS): Artmed, 2010. 900p.

FOOD INGREDIENTES BRASIL (Comp.) DOSSIÊ: FIBRAS ALIMENTARES. **Food Ingredientes Brasil**, n°3, p.42-65, 2008.

IAL – INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas de Instituto Adolfo Lutz. **Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**, v.1 4ª ed. São Paulo, 2008.

JAY, J. M. **Microbiologia de Alimentos**. Porto Alegre (RS): Artmed, 2005. 711p.
KULKARNI, S. V.; BUTTE, K. D.; RATHOD, S. S. Natural Polymers – A
Comprehensive Review. **International Journal of Research in Pharmaceutical and
Biomedical Sciences**, v.3, n.4, p.1597-1613, 2012.

LAWRIE, R. A. **CIÊNCIA DA CARNE**. Porto Alegre (RS): Artmed, 2005. 384p.

LINDSAY, R. C. Aditivos Alimentares. In: Damodaran, S. **Química de Alimentos de
Fennema**. Porto Alegre (RS): Artmed, 2010. 900p.
MADGULKAR, A. R.; RAO, M. R. P.; WARRIER, D. Characterization of Psyllium
(*Plantago ovata*) Polysaccharide and Its Uses. **Springer International Publishing
Switzerland**,

MARINHO, M. C. S.; HAMANN, E. M.; LIMA, A. C. C. F.; Práticas e Mudanças no
Comportamento Alimentar na População de Brasília, Distrito Federal, Brasil.
Brasileira de Saúde Materno Infantil, v.7, n.3, p.251-261, 2007.

MANSOUR, E. H.; KHALIL, A. H. Characteristics of low-fat beef burgers as influenced
by various types of wheat fibers. **Food Research International**, v.30, n.4, p. 199-
205, 1999.

MATHEUS, K.; SANTOS, M. R.; CARDOSO, G. J.; SOUZA, A. T.; KESSLER, J. D. A
Importância e Benefícios da Carne na Alimentação Humana. **SB RURAL**, ed. 195,
ano 9, 2017.

McCLEMENTS, D. J.; DECKER, E. A. Lipídeos. In: Damodaran, S. **Química de
Alimentos de Fennema**. Porto Alegre (RS): Artmed, 2010. 900p.

MELO, L. S. M.; CLERICI, M. T. P. Desenvolvimento e Avaliação Tecnológica,
Sensorial, e Físico-química de Produto Carne, Tipo Hambúrguer, com Substituição
de Gordura por Farinha Desengordurada de Gergelim. **Brazilian Journal of Food &
Nutrition**, v.24, n.4, 2013.

MENDOZA, E.; GARCÍA, M. L.; CASAS, C.; SELGAS, M. D. Inulin as fat substitute
in low fat, dry fermented sausages. **Meat Science**, v. 57, n. 4, p. 387-393, 2001.

MERÇON, Fábio. O que é uma gordura trans? **Química Nova na Escola**, v.32, n.2,
2010.

NOVELLO, D.; POLLONIO, M. A. R. Adição de Linhaça Dourada (*Linum Usitatissimum* L.) e Derivados em Hambúrgueres Bovinos: Aceitação Sensorial e Análise de Sobrevivência. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.30, n.2, p.273-286, 2012.

OLIVEIRA, D. F.; MILESKI, J. P. F.; CARLI, C. G.; MARCHI, J. F.; SILVA, D. C.; COELHO, A. R.; TONIAL, I. B. Farinha de linhaça dourada como substituto de gordura animal em hambúrguer de carne bovina com redução de sódio. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.17, n.4, p.283-282, 2014.

PRODUÇÃO & COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (Comp.) Lipídeos – Óleos e Gorduras. **Produção & Composição de Alimentos**, 2017.

REDA, S. Y.; CARNEIRO, P. I. B.; Óleos e Gorduras: Aplicações e Implicações. **Analytica**, n.27, p.60-67, 2007.

RIBAS, S. G. **Investigação do Efeito Terapêutico do Psyllium Sobre a Dislipidemia Infante – Juvenil**. 2011. 148f. Tese (Pós-Graduação em Neurociências e Biologia Celular) Universidade Federal do Pará, p.148, 2011.

SEABRA, L. M. J.; ZAPATA, J. F. F.; NOGUEIRA, C. M.; DANTAS, M. A.; ALMEIDA, R. B. Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrgueres de carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, nº3, p. 244-248, 2002.

SICHERI, R.; COITINHO, D. C.; MONTEIRO, J. B.; COUTINHO, W. F. Recomendações de Alimentação e Nutrição Saudável para a População Brasileira. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v.44, n.3, p.227-232, 2000.

STRASBURG, G.; XIONG, Y. L.; CHIANG, W.; Fisiologia e Química dos Tecidos Musculares Comestíveis. In: DAMODARAN, S. **Química de Alimentos de Fennema**. Porto Alegre (RS): Artmed, 2010. 900p.

THEBAUDIN, J. Y.; LEFEBVERE, A. C.; HARRINGTON, M.; BOURGEOSI, C. M. Dietary Fibers: Nutritional and Technological Interest. **Trends In Food Science & Technology**, v.8, n.2, p.41-48, 1997.

TORRES, E. A. F. S.; OKANI, E. T. Teste de TBA: ranço em alimentos. **Nacional da Carne**, v.243, n.4, p.68-76, 1997.

TRINDADE, M. A.; JÚNIOR, I. G. Bases Científicas e Implicações Tecnológicas. In: KOBLITZ, M. G. B. **Bioquímica de Alimentos: Teoria e Aplicações Práticas**. Rio de Janeiro (RJ): Guanabara Koogan, 2010. 242p.

ULU, H. Effect of wheat flour, whey protein concentrate and soya protein isolate on oxidative processes and texture properties of cooked meatballs. **Food Chemistry**, v. 87, n.4, p. 523-529, 2004.

VYNCHÉ, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette Seifen Anstrichmittel**, v.72, n.12, p.1084-1087, 1970.